Ю.О. Ластухін

Харчові добавки
Е-коди
Будова. Одержання. Властивості

Рекомендовано Науково-методичною радою Національного університету „Львівська політехніка" як навчальний посібник для студентів базових напрямків „Хімічна технологія та інженерія", "Харчова технологія та інженерія" (протокол № 5/2009 від 5 травня 2009 р.)

Львів
"Центр Європи"
2009 р.

УДК 547 (075.8)
ББК 36.98
Л266

Рекомендовано Науково-методичною радою Національного університету „Львівська політехніка" (протокол № 5/2009 від 5 травня 2009 р.)

Рецензенти:
д-р хім. наук, проф. В.П.Новіков (кафедра біологічних сполук, фармації та біотехнології Національного університету „Львівська політехніка")
д-р хім. наук. проф. Обушак М.Д. (кафедра органічної хімії Львівського національного університету імені Івана Франка)
канд. хім. наук, доц. Є.В.Федевич (кафедра екології та біології Львівського національного аграрного університету)

Ю.О.Ластухін. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості. Навч. посібник.– Львів: Центр Європи, 2009. – 836 с.

ISBN 978-966-7022-83-9

У виданні викладено головні відомості (синоніми, хімічна будова, фізико-хімічні властивості, джерело, методи одержання та токсикологічні властивості) практично всіх існуючих харчових добавок з індексом Е та без нього загальною кількістю понад 530, що використовуються у харчовій промисловості, у тому числі в Україні. Розглянуто харчові добавки, які: 1) поліпшують смак, аромат і забарвлення (інтенсивні підсолоджувачі, цукрозамінники, ароматизатори, підсилювачі смаку та аромату, барвники тощо); 2) регулюють консистенцію продуктів (емульгатори, загущувачі, желеутворювачі, стабілізатори); 3) сприяють збільшенню терміну придатності (консерванти, антиоксиданти, плівкоутворювачі та інші); 4) поліпшують перебіг технологічних процесів (регулятори кислотності та лужності, емульгуючі солі, засоби для капсулювання, поліпшувачі борошна та хліба тощо); 5) допоміжні матеріали (висушувачі, каталізатори гідролізу та інверсії, охолоджуючі та заморожуючі агенти, ензими тощо).

Навчальний посібник призначений для студентів спеціальності "Хімічна технологія харчових добавок та косметичних засобів"; харчових, косметичних, біотехнологічних, аграрних напрямів вищої освіти, а також для викладачів, наукових працівників, спеціалістів відповідних галузей промисловості, товарознавства, екологічної безпеки споживачів і санітарно-гігієничної експертизи.

Видання містить передмову, вступ, 5 глав, 3 табл., додаток та список рекомендованої літератури.

© Ю.О. Ластухін, 2009 р.
ISBN 978-966-7022-83-9
© Видавництво "Центр Європи", 2009 р.

Зміст

ЗМІСТ 3

ПЕРЕДМОВА 5

ВСТУП 8

ГЛАВА 1. РЕЧОВИНИ, ЩО ПОЛІПШУЮТЬ СМАК, АРОМАТ І ЗАБАРВЛЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ 17

1.1. Підкислювачі 17
1.1.1. Органічні підкислювачі 20
1.1.2. Неорганічні підкислювачі 46
1.2. Інтенсивні підсолоджувачі 51
1.3. Цукрозамінники 81
1.4. Речовини солоні 94
1.5. Ароматизатори 96
1.6. Підсилювачі смаку та аромату 120
1.7. Харчові барвники 151
1.7.1. Органічні барвники 154
1.7.1.1 Азобарвники 154
1.7.1.2 Арилметанові барвники 178
1.7.1.3 Каротиноїди 202
1.7.1.4 Ізоалоксазинові барвники 234
1.7.1.5 Індигоїдні барвники 239
1.7.1.6 Антоціанові барвники 241
1.7.1.7 Хінонові барвники 250
1.7.1.8 Хінофталонові барвники 257
1.7.1.9 Порфіринові барвники 260
1.7.1.10 Органічні барвники іншої хімічної будови 265
1.7.2. Неоганічні барвники (пігменти) 275
1.8. Фіксатори забарвлення 284
1.9. Відбілювачі 290

ГЛАВА 2. РЕЧОВИНИ, ЯКІ РЕГУЛЮЮТЬ КОНСИСТЕНЦІЮ ПРОДУКТІВ 294

2.1. Емульгатори 294
2.1.1. Іоногенні емульгатори 298
2.1.2. Неіоногенні емульгатори 311
2.1.3. Амфотерні емульгатори 362
2.2. Піноутворювачі 369
2.3. Загущувачі 374
2.4. Желеутворювачі 454
2.5. Стабілізатори 461
2.5.1. органічні стабілізатори 462
2.5.2. неорганічні стабілізатори 474
2.6. Наповнювачі 488

ГЛАВА 3. РЕЧОВИНИ, ЩО СПРИЯЮТЬ ЗБІЛЬШЕННЮ ТЕРМІНУ ПРИДАТНОСТІ 493

3.1. Консерванти 493
3.1.1. Неорганічні консерванти 493
3.1.2. Органічні консерванти 509
3.2. Захисні гази 557
3.3. Антиоксиданти 559
3.4. Синергісти антиоксидантів 602
3.5. Ущільнювачі (рослинних тканин), отверджувачі 607
3.6. Вологоутримувачі 614
3.7. Антигрудкуючі агенти 620
3.8. Плівкоутворюючі агенти 640
3.9. Стабілізатори піни 663
3.10. Стабілізатори замутнення 664

ГЛАВА 4. РЕЧОВИНИ, ЩО ПОЛІПШУЮТЬ ПЕРЕБІГ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ 667

4.1. Регулятори кислотності і лужності 667
4.1.1. Регулятори pH з основними властивостями 667
4.1.2. Регулятори pH з кислотними властивостями. 678
4.1.2.1. Неорганічні регулятори кислотності 678
4.1.2.2. Органічні регулятори кислотності 695
4.2. Емульгуючі солі 732
4.3. Розрихлювачі 736
4.4. Носії, розчинники, розріджувачі 738
4.5. Засоби для капсулювання 742
4.6. Пігулкоутворювачі 742
4.7. Розділювачі 744
4.8. Піногасники та антивспінюючі агенти 746
4.9. Поліпшувачі борошна та хліба 754
4.10. Пропеленти 773
4.11. Диспергатори 781

ГЛАВА 5. ДОПОМІЖНІ МАТЕРІАЛИ 783

5.1. Висушувачі 783
5.2. Речовини, що полегшують фільтрування 784
5.3. Екстрагенти. 789
5.4. Каталізатори гідролізу та інверсії 790
5.5. Охолоджуючі та заморожуючі агенти 792
5.6. Речовини, які сприяють життєдіяльності корисних мікроорганізмів 793
5.7. Каталізатори 798
5.8. Ензими та ензимні засоби. 799
5.9. Засоби для зняття шкірки з плодів 815

ДОДАТОК. ПЕРЕЛІК ХАРЧОВИХ ДОБАВОК 818

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 834

Передмова

Харчові добавки останнім часом стали невід'ємною частиною харчових продуктів - наймасовішого виду продукції, яку виробляють і споживають люди. Тепер у більшості країн світу засосовують понад 540 відомих харчових добавок (ХД); у США їх кількість, включаючи відповідні суміші, перевищує 1500; в Росії – 415, в Україні дозволено понад 300. Тому актуальним стає необхідність в узагальнюючому джерелі інформації про існуючі ХД. Відома праця [8] російською мовою, в якій наведено практично всі основні ХД, є недостатньо доступною (тираж 1000 прим.). До того ж подібна праця на україномовному грунті відсутня. Тому, метою цього навчального посібника було представити у компактній формі найважливіші відомості про хімічну будову, реакційну здатність, природні джерела, методи одержання та очистки, основні фізико-хімічні властивості та токсичність існуючих ХД з індексом Е, дозволених і недозволених до застосування у світовій харчовій індустрії, в тому числі й Україні. Таких харчових добавок у навчальному посібнику охарактеризовано понад 530.

У суспільстві, на думку автора, існує упередженність про надмірну шкідливість харчових добавок, яка супроводжується чисельними публікаціями часто малообгрунтованого, інколи делітантсько безграмотного характеру. Так, загальновідома громадська точка зору про шкідливість для людини нітратів і нітритів, що не викликає сумніву. Але, не всі знають, що вміст таких сполук безпосередньо в натуральних овочах і фруктах, які ми споживаємо, може перевищувати їхній вміст як харчових добавок в інших продуктах харчування в десятки, а то і в сотні разів. Бажання деяких людей споживати чисто натуральні харчі є малореальними. Зазначимо, що вираз „стовідсотковий натуральний харчовий продукт завжди корисний для людини" не є абсолютно вірним, оскільки такий продукт складається також з конкретних хімічних речовин, які *in vivo* беруть участь у певних біохімічних процесах і впливають відповідним чином (інколи по різному і не завжди позитивним) на загальний стан людини. У зв'язку з тим, останніми роками розроблені теорії та концепції

раціонального здорового харчування, які передбачають використання відповідних добавок.

Харчові добавки дійсно можуть бути небезпечними для людини переважно при їх надмірному вживанні у випадку споживання недоброякісної або сфальсифікованої продукції, але це вже інша тема – кримінальна.

Віднесення харчових добавок до конкретної групи з певною технологічною функціональністю у посібнику зроблено у відповідності до існуючої класифікації спеціальної комісії з Codex Alimentarius ФАО/ВООЗ по харчових добавках (Food additives). Таке віднесення деякою мірою є умовним, оскільки вони часто одночасно виконують у харчовому продукті різні технологічні функції.

Кожна ХД має ряд позначень-синонімів, які ще достатньо поширені серед відповідних спеціалістів-нехіміків і які включають англійські терміни. Наведено хімічні назви ХД за різними варіантами назвоутворень, у тому числі правил номенклатури IUPAC. Для багатьох назв з урахуванням складності будови молекул ХД додатково вказано найрозповсюдженіші термінологічні синоніми аналогічні за змістом. Окрім того, зроблено спробу надати деяким ХД коректніші хімічні назви, які б оптимальніше відбивали їхню хімічну будову, використовуючи для цього загальноприйняті в хімії правила фахової лексики. Наприклад, існуюча назва (Е570) „Жирні кислоти" замінена на „Вищі карбонові кислоти", „Гліцерин" – на „Гліцерол", „бутиланізол" – на „трет-бутиланізол" тощо. У таких випадках поруч з обгрунтованою хімічною назвою наведено стару (в дужках). Назву кислот наведено за іонізованою формою, як тепер прийнято для солей, естерів, але при цьому збережені традиційні назви (в дужках), наприклад „лактатна кислота" (молочна), „цитратна кислота" (лимонна) тощо.

Разом з тим, доцільним є збереження деяких існуючих емпіричних назв на зразок ацесульфаму, алітаму тощо для сполук з громісткою хімічною назвою.

У посібнику зроблена також спроба розглянути взаємозв'язок між хімічною будовою ХД і умовами їхнього застосування в харчових продуктах (наявність функціональних груп з різною реакційною здатністю; вплив температури, pH середовища, інших хімічних компонентів, повітря, бактерій та інших).

Крім того, у посібнику розглянуто також інформацію про їх токсичність та ймовірний шлях метаболізму в організмі людини.

На думку автора детальне висвітлення у наведеній праці питань конкретного застосування ХД потребує окремого підходу і не входило до мети її створення.

Навчальний посібник розрахований передусім для студентів спеціальності ,,Хімічна технологія харчових добавок та косметичних засобів"; харчових, косметичних, біотехнологічних, аграрних напрямів вищої освіти, а також для викладачів, наукових працівників, спеціалістів відповідних галузей промисловості, товарознавства, екологічної безпеки споживачів і санітарно-гігієничної експертизи. За допомогою цього посібника по індексу Е буде легко знайти характеристику необхідної харчової добавки.

Автор вважає своїм обов'язком висловити щиру подяку рецензентам проф. В.П.Новікову, М.Д.Обушаку, доц. Є.В.Федевичу, а також доц. Васильєву В.П. за цінні зауваження і корисні поради, які сприяли поліпшенню змісту книги.

Автор висловлює щиру подяку видавництву ,,Центр Європи" і особисто С.Е. Фрухту за розуміння потреби у такому виданні, та сприяння його виходу в світ.

Автор розуміє, що висвітлення такого складного матеріалу не може бути позбавлено недоліків і заздалегідь вдячний за всі зауваження та пропозиції, які будуть використані при подальшому вдосконаленні цієї праці.

Вступ

Харчові добавки знайомі нам вже кілька тисячоліть. Людина ще в доісторичну епоху добувала та використовувала для харчових продуктів певні хімічні речовини. Достоменно відомо, ще за 400 років до Різдва Христового єгиптяни забарвлювали вино і солодощі квітами, листями, різними плодами рослин; застосовували звичайну сіль і коптильний дим. У країнах Південно-Східної і Середньої Азії у той час використовували шафран не тільки як пряноші, але як речовину для фарбування продуктів харчування. Для їжі застосовували також оцет, різноманітні пряноші, перець, мед. Пізніше римляни почали використовувати природні барвники на зразок куркуми, шафрану; пряноші (мускатний горіх, корицю), діоксид сірки для стабілізації вина тощо. Тим не менш, тільки з другої половини XX століття харчові добавки почали активно використовувати у виробництві харчових продуктів. Тепер відомо приблизно до 1500 харчових добавок як мікроінгредієнтів харчової промисловості без урахування їх комбінованих сумішей, окремих запашних речовин та ароматизаторів.

До харчових добавок Комісією ФАО/ВООЗ (ФАО – міжнародна організація з продовольчих продуктів і сільського господарства при ООН, ВООЗ - Всесвітня організація охорони здоров'я) згідно Codex Alimentarius відносяться будь-які речовини, що не використовуються як їжа або інгредієнти їжі, незалежно від їх харчової цінності, і спеціально добавлені для технологічних цілей з метою покращення органолептичних та інших властивостей харчових продуктів при їх виробництві, обробці, пакуванні, транспортуванні або зберіганні. Таким чином, головна маркетингова функція харчових добавок – покращення товарного виду відповідної продукції.

Закон України про якість і безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини встановлює, що до харчових добавок належать природні (натуральні), ідентичні натуральним і синтетичні (штучні) речовини, які спеціально вводяться у харчові продукти для надання їм певних бажаних властивостей.

Харчові добавки можуть позначатися як індивідуальні речовини (бензоатна кислота, аскорбат натрію, ванілін) або груповою назвою (барвник, антиоксидант, стабілізатор). Європейським Союзом (ЕС) розроблено система цифрового кодування харчових добавок, відома як „Е-коди". Вона включена до кодексу ФАО/ВООЗ (Codex Alimentarius, Ed. 2, V. 1) як міжнародна цифрова система кодування харчових добавок INS (International Numbering Sistem). Кожній харчовій добавці з трьох- або чотирьохзначним ідентифікаційним номером (кодом) наданий індекс „Е" (для європейських країн) або „INS" відповідно. Після деяких Е-номерів стоять строкові літери (a, b, c, d тощо), що позначають додатковий класифікаційний поділ добавки. В окремих випадках після Е-коду стоять строкові римські цифри (i, ii тощо), які уточнюють різницю в специфікації харчових добавок однієї групи і є необов'язковими.

За класифікацією харчових добавок у системі Codex Alimentarius вони поділені на відповідні основні групи, які об'єднують функціональні класи за відповідними технологічними функціями або за технологічною метою як тепер запропановано Комісією ФАО/ВООЗ (Проект змін до кодексу Alimentarius „Класифікація, назви і міжнародна система нумерації", 40 сесія, Китай, квітень, 2008 р.):

Е100 – Е199 – барвники;
Е200 – Е299 – консерванти;
Е300 – Е399 – антиоксиданти;
Е400 – Е449 – стабілізатори консистенції;
Е450 – Е499 – емульгатори;
Е500 – Е599 – регулятори кислотності, розрихлювачі;
Е600 – Е699 – підсилювачі смаку та аромату;
Е700 – Е899 – запасні індекси для іншої можливої інформації;
Е900 – Е999 – антифламінги та інші речовини;
Е1000 – Е1521 – різні технологічні функції.

Спеціальною комісією з Codex Alimentarius (Ed. V.1) ФАО/ВООЗ по харчовим добавкам (Food additives) виділено 23 функціональних класи для їх маркування, призначення і застосування. У наведеному переліку для кожного з 23 таких класів харчових добавок показано послідовно (через риску) їхні дефініції (визначення) і

відповідна технологічна функція, або технологічна мета (підклас), яка визначає відповідне застосування в конкретних харчових продуктах:

1. Кислоти – підвищують кислотність – кислотоутворювачі;
2. Регулятори кислотності – регулюють pH їжі – кислоти, луги, основи, буферні речовини, регулятори pH;
3. Речовини, які запобігають злежуванню і грудкуванню – знижують здатність частинок їжі злипатися – добавки, що запобігають твердненню; зменшують липкість; добавки висушуючі, притрушуючі, розділюючі;
4. Піногасники – знижують або запобігають утворенню піни – піногасники;
5. Антиоксиданти – захищають харчові продукти від окиснення – антиокиснювачі, синергісти антиоксидантів, комплексоутворювачі;
6. Наповнювачі – збільшують об'єм продукту – наповнювачі;
7. Барвники – підсилюють колір продукту – барвники;
8. Речовини, які сприяють збереженню забарвлення – зберігають або стабілізують забарвлення продукту – фіксатори і стабілізатори забарвлення;
9. Емульгатори – утворюють або підсилюють гомогенну суміш двох або більше фаз, що не змішуються – емульгатори, ПАР, змочувачі, розсіювачі, пом'якшувачі;
10. Емульгуючі солі – взаємодіють з білками сирів з метою запобігання виділення жиру – солі плавники, комплексоутворювачі;
11. Ущільнювачі – утворюють або зберігають тканини овочів, фруктів щільними – ущільнювачі;
12. Підсилювачі смаку і запаху – підсилюють нативний смак і (або) запах харчових продуктів – підсилювачі і модифікатори смаку, розварювачі;
13. Речовини для обробки борошна – поліпшують хлібопекарські властивості – відбілювачі і поліпшувачі борошна та хліба, поліпшувачі тіста;
14. Піноутворювачі – сприяють рівномірній дифузії газуватої фази у рідку або тверду – збиваючі й аеруючі добавки;
15. Желеутворювачі – утворюють структуру гелю – желеутворювачі;

16. Глазурувачі – утворюють захисний шар (покриття) або надають блискучий вигляд – плівкоутворювачі, поліруючі речовини;
17. Вологоутримуючі агенти – запобігають висиханню – добавки, які утримують вологу; змочуючі добавки;
18. Консерванти – збільшують термін зберігання – антимікробні й антигрибкові добавки, речовини для боротьби з бактеріофагами, хімічні стерилізуючі добавки при дозріванні вин, дезинфектанти;
19. Пропеленти – гази, які виштовхують продукт з контейнера – пропеленти;
20. Розпушувачі – утворюють газ і збільшують об'єм тіста – розпушувачі, речовини, які сприяють життєдіяльності дріжджів;
21. Стабілізатори – зберігають однорідну суміш двох чи більше речовин, які не змішуються – зв'язуючі, волого- і водоутримуючі речовини, ущільнювачі, стабілізатори піни;
22. Підсолоджувачі – речовини нецукрової природи, які надають солодкий смак – підсолоджувачі, штучні підсолоджувачі;
23. Збагачувачі – підвищують в'язкість харчових продуктів – загущувачі, текстуратори.

Детальніше наведені дефініції розглянуті у відповідних розділах.

За основу класифікації харчових добавок в даному посібнику взято групування їх по технологічним функціям (за технологічною метою), згідно з чим вони поділяються на 5 основних груп:

1) Речовини, що поліпшують смак, аромат і забарвлення продуктів;
2) Речовини, що регулюють консистенцію продуктів;
3) Речовини, що сприяють збільшенню терміну придатності;
4) Речовини, що прискорюють та полегшують перебіг технологічних процесів;
5) Допоміжні речовини.

Розглянемо, які підкласи, у свою чергу, складають ці групи.

1. Речовини, що поліпшують смак, аромат і забарвлення продуктів:
   1.1. підкислювачі (acidulating agents, acids);

1.2. інтенсивні підсолоджувачі (intensivee sweeteners, high intensity sweeteners, low-calorie sweeteners);

1.3. цукрозамінники (bulk sweeteners, sugar substitutes);

1.4. солоні речовини (salt substitute, substances with a salty taste).

1.5. ароматизатори (flavouring ingredients);

1.6. підсилювачі смаку та аромату (flavour synergist, flavour enhancers, flavor potentiators, taste enhancers, flavor modulators);

1.7. барвники (colours, colors - US);

1.8. фіксатори забарвлення (colour stabilizers, colour retention);

1.9. відбілювачі (bleaching agents);

2. Речовини, які регулюють консистенцію продуктів:

2.1. емульгатори (emulsifiers, emulsifying agents);

2.2. піноутворювачі (foaming agents, foamers);

2.3. загущувачі (thickening agents, thickeners);

2.4. желеутворювачі (gelling agents);

2.5. стабілізатори (stabilizers);

2.6. наповнювачі (bulking agents).

3. Речовини, які сприяють збільшенню терміну придатності:

3.1. консерванти (preservatives, antimicrobial agents);

3.2. захисні гази (protective gases, packing gases, inert gases);

3.3. антиоксиданти (antioxidants);

3.4. синергісти антиоксидантів (synergists, sequestrants, chelating agents);

3.5. ущільнювачі (firming agents);

3.6. вологоутримуючі агенти (humectants, conditioners);

3.7. антигрудкуючі агенти (free flowing agents, anticaking agents, antibaking agents);

3.8. плівкоутворювачі (glazing agents, coating agents);

3.9. стабілізатори піни (foam stabilizers);

3.10. стабілізатори замутнення (clouding agents).

4. Речовини, що прискорюють та полегшують перебіг технологічних процесів:

4.1. регулятори кислотності і лужності (acidity regulators, pH-control agents);

4.2. емульгуючі солі (emulsifying salts);

4.3. розрихлювачі (raising agents, leavening agents);

4.4. носії, розчинники, розріджувачі (carrier, solvents, carrier solvents);

4.5. засоби для капсулювання (encapsulating agents);

4.6. пігулкоутворювачі (tableting aids);

4.7. розділювачі (mold releasing agents);

4.8. піногасники та антивспінюючі агенти (antifoaming agents, antifoamers, foam inhibitors, defoamers);

4.9. поліпшувачі борошна та хліба (flour treatment agents, flour improvers, bread improvers);

4.10. пропеленти (propellants);

4.11. диспергатори (dispergators, solubilizators).

5. Допоміжні матеріали:

5.1. висушувачі (drying agents);

5.2. речовини, що полегшують фільтрування (filter aids, clarifying agents);

5.3. екстрагенти (extraction solvents);

5.4. каталізатори гідролізу та інверсії (catalysts for hydrolysis and inversion);

5.5. охолоджуючі та заморожуючі агенти (cooling agents, coolants, freezing agents, cryogens);

5.6. речовини, що сприяють життєдіяльності корисних мікроорганізмів (agents promoting vital activity of helpful microorganisms);

5.7. каталізатори (catalysts);

5.8. ензими та ензимні засоби (enzymes);

5.9. засоби для зняття шкірки з плодів (peeling agents).

Зазначимо, що згідно запропанованого Комісією ФАО/ ВООЗ (квітень, 2008 р.) проекту змін до кодексу Alimentarius

„Класифікація, назви і міжнародна система нумерації", передбачається об'єднання підкласів 1.2 (інтенсивні підсолоджувачі) з 1.3 (цукрозамінники) у спільний клас Sweetener; 1.5 (ароматизатори) з 1.6 (підсилювачі смаку та аромату) у спільний клас Flavour enhancer; 1.1 (підкислювачі) з 4.1 (регулятори кислотності і лужності) у спільний клас Acidity regulator. Підкласи 1.4 (солоні речовини), 3.9 (стабілізатори піни), 3.10 (стабілізатори замутнення), 4.5 (засоби для капсулювання), 4.6 (пігулкоутворювачі), 4.7 (розділювачі), 4.11 (диспергатори) пропонується ліквідувати, а існуючі в них добавки перенести у відповідні класи. Аналогічно запропоновано щодо допоміжних матеріалів (5.1 – 5.9). Незважаючи на це, автор вважає доцільним залишити існуючий у праці поділ харчових добавок на певні підкласи без змін, оскільки це гармонійніше висвітлює спектр їх можливостей при застосуванні.

У наведеному посібнику зірочкою (*) позначені харчові добавки, які дозволені до використання на території України згідно постанови КМУ від 4.01.1999 р. „Про затвердження переліку харчових добавок, дозволених для використання у харчових продуктах". Перелік із змінами, внесеними згідно з Постановами КМУ № 342 (342-2000-п) від 17.02.2000, № 1140 (1140-2000-п) від 21.07.2000, № 1656 (1656-2000-п) від 08.11.2000, № 674 (674-2001-п) від 21.06.2001, № 143 (143-2004-п) від 11.02.2004.

На підставі існуючих світових специфікацій (стандартів) JECFA на зразок (FNP 5, FCC IV, ГОСТ, а також Державного стандарту України) для харчових добавок наведено їхній хімічний склад.[#] При цьому, залежно від застосованого стандарту, кількість хімічних компонентів у харчових добавках може коливатися в певних межах.

Зауважимо, деякі харчові добавки мають поліфункціональний характер і здатні проявляти одночасно різну технологічну функцію, тобто комплексну дію. Наприклад, сорбітол (Е420) вважається

[#] Специфікація JECFA „Food and Nutrition Papers. 52" надрукована у відповідному документі Compendium of food additive specification. JECFA. Rome, 1992, в якому викладені вимоги до показників чистоти для харчових добавок і методи їх визначення, а також у семи додатках, надрукованих у 1992-2001 р.р.

підсолоджувачем, але здатний також бути комплексоутворювачем, вологоутримуючим агентом, проявляти поверхнево активні властивості. Таніни харчові (Е181) є барвником, емульгатором і стабілізатором, а рибофлавіни (Е101) – барвником і вітаміном В2, каротини (Е160) – барвником, антиоксидантом і провітаміном А1; лецитини (Е322) – емульгатором, стабілізатором, антиоксидантом, синергістом антиоксидантів, поліпшувачем борошна та хліба тощо. Внаслідок цього, вони розміщені у відповідному функціональному класі за головною технологічною функцією.

Крім харчових добавок з індексом „Е" відомі також інші, які використовувалися раніше, але тепер втратили своє значення, які використовуються тільки в окремих країнах, які поки що не мають повної схвальності токсикологів, а також малопрактичні добавки з унікальними властивостями.

Зазначимо, що до наведених речовин згідно цієї класифікації не ввійшли сполуки (вітаміни за деяким виключенням, переважна кількість протеїногенних амінокислот, мікроелементи, інші біологічно активні добавки - БАДи), які тільки збільшують харчову цінність продуктів харчування на відміну від харчових добавок, які переважно поліпшують органолептичні та технологічні показники харчових продуктів, умови зберігання та прискорюють їх виготовлення.

Згідно концепції раціонального харчування до існуючого переліку компонентів їжі входять приблизно 200 харчових добавок, які беруть безпосередню участь у метаболітичних процесах в організмі людини. Такі харчові добавки за хімічною природою є деякими вітамінами, амінокислотами, олігопептидами, протеїнами, вуглеводами, естерами гліцеролу, вищими карбоновими кислотами, фосфатидами, мінеральними речовинами тощо. Решта харчових добавок участі у метаболізмі практично не беруть і виводяться з організму після відповідних хімічних перетворень на зразок гідролізу, окиснення, відновлення тощо або у незмінному стані.

Структура викладення матеріалу про харчові добавки у наведеному посібнику включає висвітлювання таких характеристик, як: 1) технологічна функція (мета застосування), 2) синоніми, 3) хімічна назва. 4) фізико-хімічні властивості, 5) джерело,

6) добування, та 7) метаболізм і токсичність, в тексті позначених курсивом.

Основна технологічна функція наведена першою. Окрім неї, незважаючи на умовність такого поділу, показані інші функції. Синоніми наведено в україно- та англомовному варіантах. Хімічна назва грунтується переважно на одному з варіантів номенклатурних правил IUPAC (замісниковому, радикально-функціональному, кон'юнктивному) або прийнятих у Chemical Abstracts. Крім того, у роботі використані також емпіричні та напівемпіричні назви для складних за будовою речовин. Фізико-хімічні властивості включають найголовніші константи речовини. У характеристиці „Джерело" висвітлено основні нативні об'єкти, з яких можна отримати харчову добавку. Добування включає одержання харчової добавки як з природного джерела, так і шляхом хімічного синтезу. Метаболізм і токсичність описує найважливіші шляхи перетворення харчових добавок в організмі людини та можливу їх шкідливість.

Глава 1. Речовини, що поліпшують смак, аромат і забарвлення харчових продуктів

Відомо, що споживач купляє виріб очима. Тому надання продуктам харчування необхідного зовнішнього вигляду, смаку та аромату є одним з основних завданнь при їх виготовленні. З цією метою застосовують відповідні харчові добавки, що дозволяє не лише зберегти традиційні якості продуктів, але і розширити існуючий асортимент. Як було зазначено, до цієї першої основної групи харчових добавок належать підкислювачі, підсолоджувачі і замінники цукру, солоні речовини, ароматизатори, підсилювачі смаку та аромату, барвники і фіксатори забарвлення, відбілювачі.

1.1. Підкислювачі

Основне призначення підкислювачів – це надання необхідних органолептичних властивостей – першочергово певного кислого смаку, а також аромату і забарвлення харчовим продуктам шляхом застосування як органічних, так і неорганічних (мінеральних) кислот та їхніх кислих солей. Крім того, важливим є вплив кислот на стабільність харчової продукції як колоїдної системи при її виготовленні та зберіганні. Необхідна стабільність досягається впливом кислот на термодинамічну стійкість дисперсних систем (емульсій і суспензій), на регулювання в'язкості в присутності загущувачів, формування і властивості гелевої структури; мікрофлору продукта, що забезпечує його біологічну стійкість.

Кислотами Н-Х називаються сполуки, які переважно у водних розчинах при дисоціації утворюють протон (катіон водню) H^+:

$$H—X \rightleftharpoons H^+ + X^-$$

Саме протони (у вигляді катіону гідроксонія H_3O^+) відповідають за кислий смак харчових продуктів. Окрім кислот, утворювати протон здатні також деякі їхні солі (кислі солі).

Сила протоновмісних кислот H-X у водних розчинах визначається константою дисоціації K_a або значенням показника кислотності pK_a:

$$K_a = [H^+][X^-]/[HX]; \quad pK_a = -\lg K$$

Чим менше значення pK_a, тим сильніша кислота. За значенням цього показника кислоти поділяють на: дуже сильні ($pK_a < 0$), сильні ($0 < pK_a < 4,5$), середньої сили ($4,5 < pK_a < 9$), слабкі ($9 < pK_a < 14$), дуже слабкі ($pK_a > 14$). Наприклад, неорганічна нітратна кислота HNO_3, яка вважається дуже сильною, має $pK_a = -1,32$; середньої сили ацетатна кислота CH_3-COOH - $pK_a = 4,76$. Аналогічно оцінюють силу основи pK_b за рівнянням $pK_b = 14 - pK_a$. Чим менше значення pK_b, тим сильніша основа.

Сила протоновмісних кислот H-X залежить від міцності зв'язку H-X, значень електронегативності елемента X, стабільності аніона X^- і природи розчинника. Причому, перенесення протону відбувається лише в сильно іонізуючому і сольватуючому середовищі, подібному до води. При переході від води до органічного розчинника ступінь дисоціації знижується приблизно на 4-6 порядків. Тому, у середовищі води, кислоти і основи утворюють, як правило, окремі сольватовані іони, а в органічному – іонні пари та їх асоціати.

Кислотність або основність водного середовища оцінюється водневим показником pH, який визначається значенням від'ємного логарифма концентрації катіонів водню за рівнянням $pH = -\lg[H^+]$ і змінюється від 0 до 14. При $pH < 7$ розчин має кислий характер, $pH > 7$ – лужний, $pH = 7$ – нейтральний. Загальноприйнятим діапазоном pH для сильнокислих середовищ є ($0 < pH < 3$) і слабокислих ($4 < pH < 6$), а також для сильнолужних - ($11 < pH < 14$) і слаболужних - ($8 < pH < 10$) відповідно.

У харчовій галузі широко використовуються природні кислоти на зразок малатної (яблучної), цитринової, тартратної (винної) та інших, яких називають фруктовими кислотами. Кожна з цих кислот надає кислий смак при відповідній концентрації іонів H^+, так званій граничній концентрації кислоти. Так, ацетатна кислота починає проявляти кислий смак при 0,03%, а цитратна – при 0,017%. Загалом, кислий смак починає відчуватися приблизно при $pH < 4,5$.

Поруч з кислотами застосовують також їхні суміші з відповідними солями для створення буферних розчинів, основною метою яких є підтримання постійного значення pH. Буферними розчинами називають такі, які містять слабку кислоту та її сіль (спряжену основу цієї кислоти) або слабку основу та її сіль, наприклад ацетатна (оцтова) кислота та її натрієва сіль, або цитратна кислота і цитрат натрію відповідно. Значення pH таких кислотно-основних буферних розчинів практично не змінюється при введені невеликої кількості сильної кислоти або основи (лугу), взаємодіючих з одним із компонентів буферного розчину. Це пов'язано з існуючою рівновагою між іонами та сполуками при дисоціації слабких електролітів. Наприклад, для ацетатного буферного розчину введення сильної кислоти практично не змінює значення pH внаслідок зв'язування утвореного надлишку протонів H^+ існуючими ацетатними аніонами CH_3COO^-:

$$CH_3COONa + HCl \longrightarrow CH_3COOH + NaCl$$ або в іонній формі

$$CH_3COO^- + H^+ \longrightarrow CH_3COOH$$

При використанні буферних систем з метою підтримування значення pH треба враховувати ділянку буферування (відповідний інтервал pH), при якому $pH = pK_a \pm 1$.

За класифікацією органічні карбонові кислоти, залежно від хімічної будови бувають насиченими і ненасиченими, а також моно-, ди-, три- і полікарбоновими, виходячи з кількості карбоксильних груп у молекулі. Наприклад, насичена монокарбонова – пропіонатна кислота CH_3-CH_2-COOH, ненасичена дикарбонова – фумаратна (фумарова) кислота (*транс*-ізомер) HOOC-CH=CH-COOH, насичена дикарбонова – адипінатна (адипінова) кислота HOOC-$(CH_2)_4$-COOH тощо. У природі поширені також функціональні похідні таких кислот: – гідроксикарбонові (гідроксикислоти), оксокарбонові (альдегідо- і кетокислоти), амінокарбонові (амінокислоти) тощо. Наприклад, гідроксикислоти – лактатна (молочна) CH_3-CH(OH)-COOH і тартратна (винна) – HOOC-CH(OH)-CH(OH)-COOH, кетокислота – піровиноградна CH_3-CO-COOH, амінокислота – аміноацетатна (гліцин) NH_2-CH_2-COOH.

1.1.1. Органічні підкислювачі

E260* Ацетатна кислота (оцтова кислота)

Підкислювач, регулятор кислотності, консервант, підсилювач смаку, фіксатор забарвлення, каталізатор гідролізу та конверсії.

Синоніми: етанова кислота, оцет, винний оцет, оцтова есенція, льодяна оцтова кислота, acetic acid, ethanoic acid.

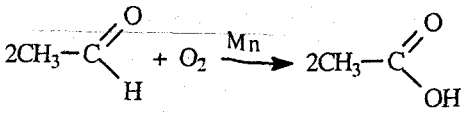
CH_3-COOH

Хімічна назва: етанова кислота.

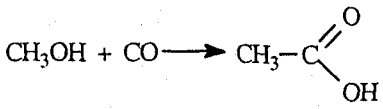
Фізико-хімічні властивості. Безводна "льодяна" кислота є прозорою рідиною різкого запаху з т. топ. 16,64^{0}С і т. кип 118,1^{0}С. Розчиняється у воді, спиртах, діетиловому етері та інших органічних розчинниках. Проявляє гігроскопічні властивості. pK_a становить 4,75 (25^{0}С, вода). Значення густини у рідкому стані 1,049 г/мл (20^{0}С), показника заломлення n^{20}_D 1,3715. З багатьма органічними сполуками утворює азеотропні суміші. Ацетатна кислота існує у вигляді димерів лінійної і циклічної будови внаслідок утворення міжмолекулярних водневих зв'язків.

Джерело. Ацетатна кислота міститься у вигляді вільної кислоти або солей та естерів у всіх живих клітинах як продукт розщеплення жирів і вуглеводів (в зелених листях рослин, сечі та жовчі тварин, як продукт гниття та бродіння).

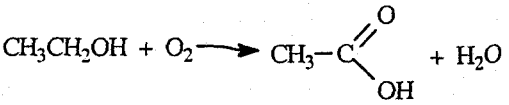
Добування. Відомо, що ацетатна кислота (оцет) як продукт ферментації вина став відомий більш ніж 5000 років тому. Тепер ацетатну кислоту одержують синтетично кількома основними методами: 1) каталітичним окисненням ацетатного (оцтового) альдегіду в присутності сполук Mn або Co, Ni при 55-75^{0}С (*а*), 2) реакцією оксосинтезу (карбонілювання) з метанолу в присутності комплексних сполук Rh при 185^{0}С (*б*) та 3) оцтовокислим бродінням етилового спирту під дією деяких аеробних мікроорганізмів на зразок *Bacterium curvum* або інших бактерій виду *Acetobacter* при pH 3,0-3,2 протягом 4-7 діб при 25-28^{0}С (*в*):



а



б



в

Сучасним промисловим методом одержання ацетатної кислоти вважають каталітичне окиснення бутану або бензинових фракцій під тиском при 170-200^{0}С.

Для одержання харчової ацетатної кислоти використовують переважно метод оцтовокислого бродіння з етаноловмісної сировини (вино, фруктові соки), що відповідає назвам „винний оцет", „яблучний", „фруктовий", „спиртовий".

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,5%, залишок нелетючих речовин – не більше 0,01%, арсену – не більше 3 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг. Стійкість до 0,1*Н* розчину $KMnO_4$ – не менше 30 хвилин.

У харчовій галузі використовується розведена ацетатна кислота 6-9% концентрації, яка називається оцтом (столовим), і оцтова есенція 70-80% концентрації.

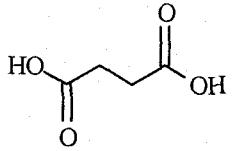
Метаболізм і токсичність. Ацетатна кислота повністю засвоюється організмом людини. Вона є одним з головних проміжних метаболітів, які виконують енергетичну та структурну функцію у багатьох процесах обміну. Концентрована ацетатна кислота може викликати опіки шкіри, її пари подразнюють слизові оболонки верхніх дихальних шляхів.

Е363* Сукцинатна кислота (янтарна кислота)

Підкислювач, регулятор кислотності.

Сукцинатна кислота частково може виконувати функції поліпшувача смаку, стабілізатора забарвлення.

Синоніми: бурштинова кислота, сукцинова кислота, бутандіова кислота, succinic acid, butanedioic acid, ethane-1,2-dicarboxylic acid.

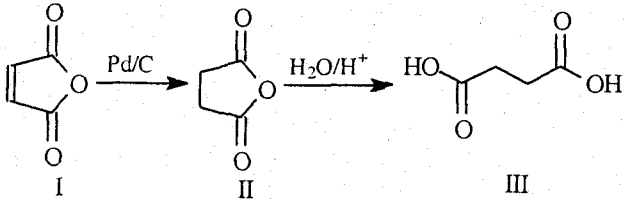


Хімічна назва: бутандіова кислота.

Фізико-хімічні властивості. Це прозора кристалічна речовина з т. топ.185-187^{0}С і т. кип. 235^{0}С, яка розчиняється в метанолі, частково у воді при 20^{0}С (5,8 г/100 г) і добре у гарячій - 100^{0}С - (121 г/100 г); середньо розчиняється в етанолі (7,5 г/100 мл при 21,5^{0}С) і не розчиняється в органічних розчинниках на зразок бензену, хлороформу. Як дикарбонова кислота утворює два ряди похідних. При 25^{0}С у воді $pK_{a1} = 4{,}21$, $pK_{a2} = 5{,}64$.

Джерело. Сукцинатна кислота міститься у невеликій кількості у бурому вугіллі, природних смолах, у бурштині (янтарі), у всіх живих клітинах як проміжна сполука метаболічного циклу цитратної кислоти.

Добування. Сукцинатну кислоту одержують каталітичним гідруванням малеїнатного (малеїнового) ангідриду I за допомогою Pd на вуглеці або на карбонаті кальцію з подальшою кислотною гідратацією утвореного сукцинатного ангідриду II при нагріванні до кінцевої сполуки III:



Відомі також методи одержання сукцинатної кислоти з відходів бурштину та як побічний продукт при добуванні адипінатної кислоти.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, вологи – не більше 0,5%, фумаратної і малеїнатної кислоти – не більше 0,1%, хлоридів – не більше 0,002%, сульфатів – не

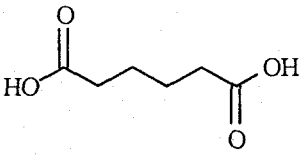
більше 0,002%, феруму – не більше 0,002%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Організм людини утворює в клітинах за добу до 1 г сукцинатної кислоти, яка повністю ним засвоюється, внаслідок участі у ензиматичних реакціях – метаболічному циклі Кребса (циклі трикарбонових кислот).

Е355 Адипінатна кислота (адипінова кислота)

Підкислювач, регулятор кислотності.

Синоніми: адипатна кислота, 1,4-бутандикарбонова кислота, 1,6-гександіова кислота, adipic acid, hexanedioic acid, butane-1,4-dicarboxylic acid.

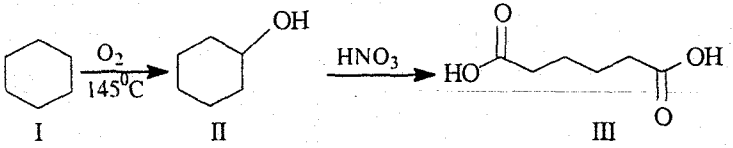


Хімічна назва: 1,6-гександіова кислота.

Фізико-хімічні властивості. Це біла кристалічна речовина з т. топ. 153^{0}С і т. кип. 265^{0}С (100 мм рт. стовп.). Вона добре розчиняється в етанолі, ацетоні, обмежено у воді (1,44 г/100 г при 15^{0}С), діетиловому етері (0,6 г/100 г при 15^{0}С); не розчиняється в ацетатній кислоті. pK_{a1} = 4,42 при 25^{0}С (H_2O), pK_{a2} = 5,28 при 25^{0}С (H_2O).

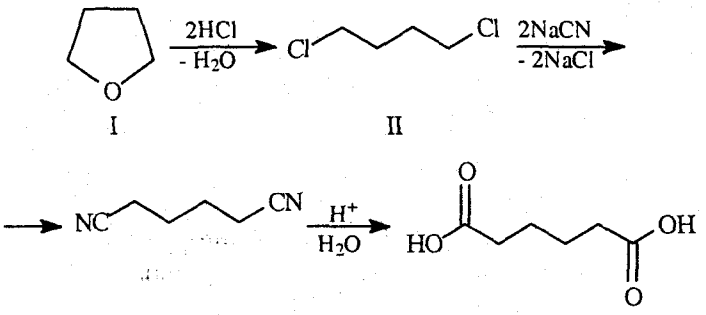
Джерело. Адипінатна кислота міститься у соці цукрового буряку.

Добування. Адипінатну кислоту одержують методом двостадійного каталітичного окиснення циклогексану I. На першій стадії при окисненні повітрям в присутності стеарату кобальту і температурі 145^{0}С утворюється суміш циклогексанолу II і циклогексанону (на схемі не показаний). Останній вилучають і сполука II на другій стадії окиснюється нітратною кислотою з концентрацією 40-60% в присутності каталізатора NH_4VO_3 при температурі 55^{0}С:



I II III

Відомий також метод одержання кислоти з тетрагідрофурану:



I II III IV

Спочатку дією хлороводня на тетрагідрофуран I одержують 1,4-дихлоробутан II, при взаємодії якого з ціанідом натрію утворюється відповідний динітрил III. Гідроліз останнього у кислому середовищі (H_2SO_4) дозволяє отримати кінцевий продукт IV.

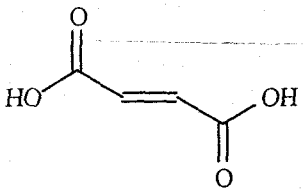
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,6%, води – не більше 0,2% (за Фішером), сульфатного попелу – не більше 20 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Основна частина адипінатної кислоти виділяється з організму людини разом із сечею. Незначна частина розщеплюється метаболічно і виділяється через дихальні шляхи.

Е297 Фумаратна кислота (фумарова кислота)

Підкислювач, регулятор кислотності.

Синоніми: *транс*-етен-1,2-дикарбонова кислота, *транс*-бутендіова кислота, fumaric acid, *E*-butenedioic acid, 2-butenedioic acid.

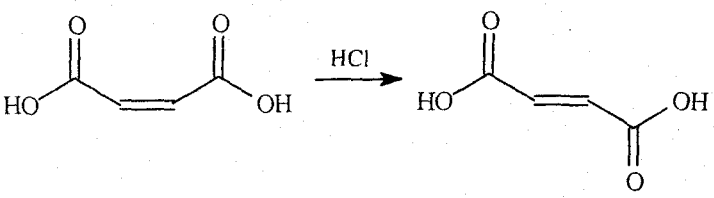


Хімічна назва: *транс*-бутендіова кислота.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 296,4^{0}С. Кислота добре розчиняється в спиртах і гліколях; практично не розчиняється в органічних розчинниках (0,74 г/100 г при 25^{0}С в діетиловому етері, 1,69 г/100 г при 25^{0}С в ацетоні). Розчинність у воді обмежена (0,7 г/100 г при 25^{0}С і 9,8 г/100 г при 100^{0}С). pH 3,0-3,2 для 0,05% водного розчину при 25^{0}С. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,5% (120^{0}С, 4 години).

Джерело. Фумаратна кислота міститься у кожній клітині живого організму (бере участь у циклі цитратної кислоти). Крім того, вона утворюється при бродінні вуглеводів під дією *Aspergillus fumaricus*, міститься в ісландському моху, грибах.

Добування. Фумаратну кислоту одержують каталітичною ізомеризацією малеїнатної (малеїнової) кислоти або малеїнатного (малеїнового) ангідриду:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, малеїнатної кислоти – не більше 0,1%, води – не більше 0,5%, сульфатного попелу – не більше 0,1%, феруму – не більше 3 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. В організмі людини фумаратна кислота повністю розщеплюється і продукти розщеплення

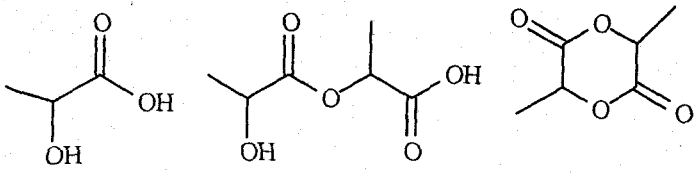
виділяються через дихальні шляхи. Існує думка, що фумаратна кислота є токсичною і МДР (максимально допустимий рівень) для неї становить 6 мг/кг маси тіла.

Е270 L-, D-,* і *D,L*-Лактатна кислота (*L-*, *D-*, і *D,L*-молочна кислота)

Підкислювач, регулятор кислотності, консервант, каталізатор гідролізу та інверсії.

Синоніми: молочна кислота, лактатна кислота, 2-гідроксипропанова кислота, α-гідроксипропіонатна кислота, α-гідроксипропіонова кислота, lactic acid, 2-hydroxypropanoic acid.

Будова. Молекули лактатної кислоти мають хіральний атом вуглецю та існують у вигляді двох енантіомерів (*R*-лактатної і *S*-лактатної кислот), які позначаються *D*- і *L*-формами відповідно, або у вигляді рацемату (рацемічної суміші цих енантіомерів) і позначаються як *R,S*- або *D,L*-лактатною кислотою. *D*-лактатна (м'ясо-молочна) кислота обертає площину поляризованого світла вліво і позначається знаком (-), *L*-лактатна – вправо з позначенням (+):



Лактат Лактид

Хімічна назва: 2-гідроксипропанова кислота.

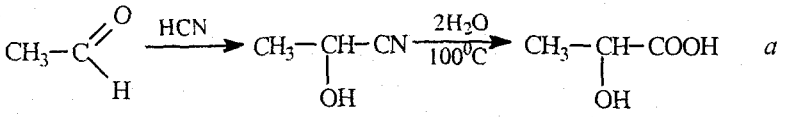
Фізико-хімічні властивості. Чиста *L*-лактатна кислота – прозора кристалічна речовина, яка проявляє значну гігроскопічність. У вигляді концентрованого розчину 50-90% (сиропу) вона є рідиною від прозорого до слабо-жовтого забарвлення. При концентруванні такого сиропу спостерігається утворення відповідних лактатів і лактидів. При їх розведенні та нагріванні утворюється вихідна лактатна кислота.

Температура топлення енантіомеру лактатної кислоти становить 53^0C і рацемату 18^0C. Рідка лактатна кислота (сироп) добре розчиняється у воді, етанолі і не розчиняється у вуглеводнях;

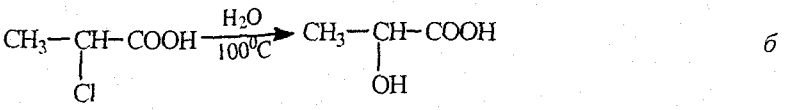
кристалічна – добре розчиняється в ацетоні; середньо у воді. pH 37,3% водного розчину 1,23; 84,0% розчину - 0,2. pK_a при 25^0C становить 3,86.

Джерело. Лактатна кислота міститься у вигляді рацемату у багатьох фруктах, сортах вина, кислій капусті та інших овочах; молочних продуктах, отриманих шляхом молочнокислого бродіння; в клітинах тварин і мікроорганізмів тощо.

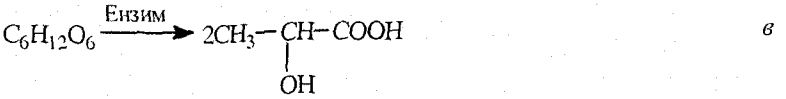
Добування. Лактатну кислоту (рацемат, або *D,L*) одержують у промисловості кількома синтетичними (*а,б*) або мікробіологічними (*в*) методами, наприклад: *а*) з ацетальдегіду через стадію ціаногідрину та його гідролізу в присутності сульфатної кислоти; *б*) гідролізом 2-хлоропропанової кислоти або її солей; *в*) молочнокислим (лактатним) бродінням під дією молочнокислих бактерій на зразок *Bacterium delbruckii* з моно- або полісахаридів (цукровмісної сировини) протягом 6-8 діб при 48-50^0C:



а



б



в

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить 76,0-84,0%, сульфатного попелу – не більше 0,1%, сульфатів – не більше 0,25%, хлоридів – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, феруму – не більше 10 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Організмом людини засвоюється тільки *L*-лактатна кислота. *D*-лактатна кислота в умовах *in vivo* під

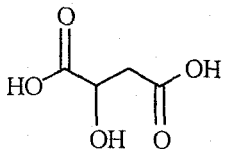
дією ензимів рацемаз перетворюється в *L*-форму і у подальшому засвоюється.

Е296* Малатна кислота (яблучна кислота)

Підкислювач, регулятор кислотності.

Синоніми: гідроксибурштинова кислота, гідроксиянтарна кислота, 2-гідроксибутандіова кислота, malic acid, hydroxybutanedioic acid, hydroxysuccinic acid.

Будова. Малатна кислота належить до гідроксипохідних двоосновних насичених кислот. Молекула цієї кислоти має хіральний атом вуглецю і може існувати у вигляді енантіомерів *D*- і *L*-форми, або відповідного рацемату *D,L*. Нативна малатна кислота є *D,L* -рацематом, а організмом людини засвоюється тільки *L*-кислота:



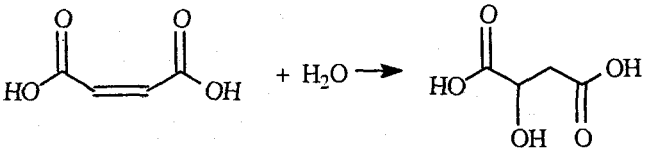
Хімічна назва: 2-гідроксибутандіова кислота.

Фізико-хімічні властивості. *D,L*-малатна кислота – безбарвний кристалічний порошок з т. топ. 130,8^{0}С, а *D*- і *L*-енантіомери – з т. топ. 100^{0}С. Рацемат добре розчиняється у воді (55,8 г/100 г при 20^{0}С), в етанолі (45,5 г/100 мл при 20^{0}С); не розчиняється у вуглеводнях та їхніх галогенопохідних. pH становить 2,3 для 1% водного розчину. Значення pK_{a1} = 3,4 і pK_{a2} = 5,13 при 25^{0}С (H_2O).

Джерело. Природна *L*-малатна кислота міститься у всіх клітинах живих організмів у вигляді малату як проміжний продукт метаболічних циклів трикарбонових кислот, а також гліоксилатного при глюконеогенезі. Вона визначає кислий смак недозрілих фруктів, деяких сортів молодого вина, у вигляді кальцієвої солі міститься в табаку. Наприклад, її вміст у недозрілих яблуках становить до 70% від суми всіх кислот.

Добування. Одержують *D,L*-малатну кислоту методом кислотної гідратації фумаратної або малеїнатної кислоти (малеїнатного ангідриду) при довготривалому нагріванні (150-

200^0C) під тиском в автоклавах. Після охолодження з робочого розчину виділяють кристалічну фумаратну кислоту, яка не прореагувала, а рацемічну малатну кислоту після випарювання фільтрату викристалізовують і висушують. При застосуванні малеїнатної кислоти спочатку проводять її термічну ізомеризацію до фумаратної в присутності йоду, сірки або інших радикальних донорів:



Крім того, малатну кислоту можна одержувати шляхом відновлення виноградної кислоти, гідролізом рацемічної бромосукцинатної (бромобурштинової) кислоти тощо.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, фумаратної кислоти – не більше 1,0%, малеїнатної – не більше 0,05%, водонерозчинних речовин – не більше 0,05%, загального попелу після прокалювання – не більше 0,02%, сульфатного попелу – не більше 0,1%, важких металів – не більше 10 мг/кг, феруму – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. В організмі людини *D*-енантіомер рацемічної малатної кислоти під дією ензимів лактатрацемаз перетворюється в *L*-ізомер, який легко засвоюється.

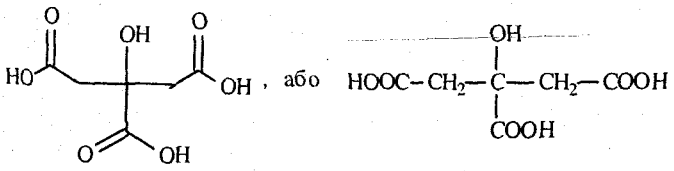
E330* Цитратна кислота (лимонна кислота)

Підкислювач, регулятор кислотності, стабілізатор забарвлення, синергіст антиоксидантів, каталізатор гідролізу і конверсії, підсилювач смаку.

Синоніми: цитринова кислота, 3-гідрокси-3-карбоксипентандіова кислота, 2-гідрокси-1,2,3-пропантрикарбонова кислота, citric acid, 2-hydroxy-1,2,3-propanetricarboxylic acid, β-hydroxy tricarballylic acid.

Будова. Цитратна кислота має у струкрурі своєї молекули три карбоксильних групи. Як багатоосновна кислота вона утворює три

ряди солей, естерів за карбоксильною групою; як гідроксикислота здатна утворювати комплексні сполуки з полівалентними катіонами металів, тобто є комплексоутворювачем:



Хімічна назва: 2-гідрокси-1,2,3-пропантрикарбонова кислота.

Фізико-хімічні властивості. Цитратна кислота може існувати у вільному стані і у вигляді моногідрату. Це прозорі ромбічні кристали або білий кристалічний порошок з т. топ. для моногідрату 70^0C і безводного $153,5^0$C. Цитратна кислота безводна добре розчиняється у воді (59,2% при 20^0C); середньо в нижчих спиртах (етанолі – 38,3% при 25^0C,); практично не розчиняється в органічних розчинниках. Моногідрат розчиняється у спиртах (метанолі – 66,6% при 20^0C, етанолі – 49,8% при 25^0C і 1-пропанолі – 38,5% при 20^0C).

Джерело. Цитратна кислота міститься у всіх клітинах живих організмів як проміжний продукт обміну циклів трикарбонових кислот і гліоксилатного. Крім того, деякі рослини здатні накопичувати цитратну кислоту, наприклад: цитрусові до 6-8%, листя тютюну до 8-14%, а культуральні рідини деяких бактерій – до 10%.

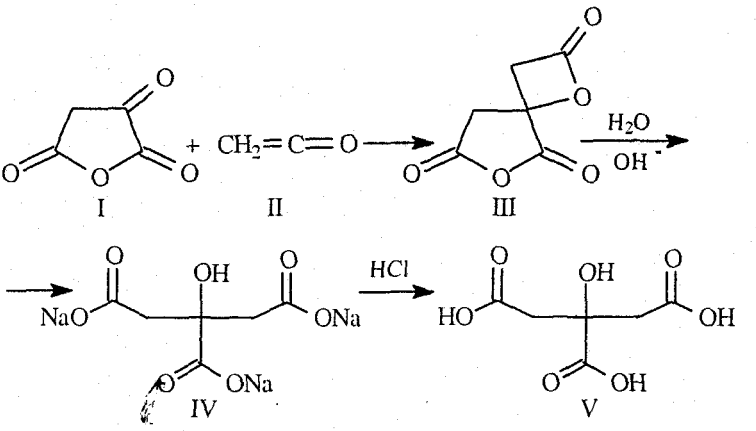
Добування. Один з перших методів одержання цитратної кислоти була екстракція природної сировини або соків цитрусових рослин 2% водним розчином сульфатної кислоти. Потім екстракт упарюють і нейтралізують карбонатом кальцію при кип'ятінні. Одержаний цитрат кальцію фільтрують і обробляють 50% сульфатною кислотою з метою виділення цитратної кислоти. Надалі її розчин освітлюють активованим вугіллям, випарюють і отриманий сироп охолоджують до утворення кристалів кінцевого продукту.

Основним сучасним промисловим методом добування цитратної кислоти є ферментація цукру, патоки або меляси штамами грибів *Aspergillus niger*. Для цього, наприклад, з меляси, яка містить до 45% сахарози, готують поживне середовище шляхом розведення водою, додавання відповідних речовин як джерела азоту, фосфору, калію тощо. Надалі до отриманого

розчину (12-14% сахарози) додають конідії гриба і окиснюють (аерують) при 32-36^{0}С протягом 5-7 діб. За цей час кількість цитратної кислоти зростає приблизно до 12-20%, а сахарози - зменшується до 1-2%. Після цього робочий розчин відфільтровують від міцелію гриба і обробляють розчином гідроксиду кальцію. На утворений цитрат кальцію діють сульфатною кислотою, очищують активованим вугіллям, випаровують та охолоджують для кінцевої кристалізації цитратної кислоти.

Цитратну кислоту добувають мікробіологічним методом також з парафінів під дією дріжджів роду *Candida*, внаслідок чого разом з основною речовиною утворюється певна кількість ізоцитратної (1-гідрокси-1,2,3-пропантрикарбонової) кислоти.

Синтетичний метод одержання цитратної кислоти полягає у взаємодії ангідрида 2-оксобутандіової кислоти (щавлевооцтової) I і кетену II з утворенням проміжного спіроангідридолактона III, який при лужному гідролізу в присутності NaOH перетворюється до тринатрійцитрату IV. З останнього, під дією хлоридної кислоти отримують кінцевий продукт V:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,5%, води – не більше 0,5% для безводної форми і 7,5-8,8% (за Фішером) для моногідрату, сульфатного попелу – не більше 0,05% (800 ± 25^{0}С), оксалатів – не більше 100 мг/кг (як оксалатної кислоти після попереднього висушування), сульфатів – не більше

150 мг/кг, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

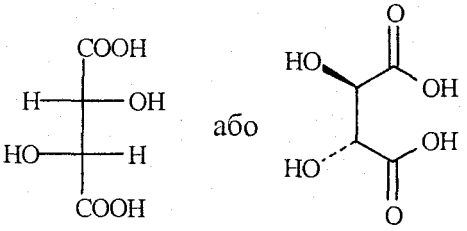
Метаболізм і токсичність. Організмом людини цитратна кислота повністю засвоюється.

Е334* *D*-(+)-Тартратна кислота (*D*-(+)-винна кислота)

Підкислювач, регулятор кислотності, синергіст антиоксидантів, каталізатор гідролізу та інверсії.

Синоніми: тартратна кислота, виннокам'яна кислота, (2*R*,3*R*)-винна кислота, 2,3-дигідроксибутандіова кислота, дигідроксибурштинова кислота, дигідроксиянтарна кислота, *D*-α,β-дигідроксисукцинатна кислота, *D*-tartaric acid, dextrotartaric acid, 2,3-dihydroxybutanedioic acid, *D*-α,β-dihydroxysuccinic acid.

Будова. У вітчизняній хімічній літературі прийнято позначення енантіомерів гідроксикислот (амінокислот) як *D*-форму в проекціях Фішера при розташуванні атома водню (молодшого за старшинством замісника) зліва, а ОН-групи (старшого) – справа при першому (верхньому) хіральному атомі вуглецю. Для гідроксикислот *L*-ряду позначення відповідної форми здійснюється навпаки. З метою уникнення плутанини необхідно пам'ятати, що природна (натуральна) тартратна кислота обертає площину поляризованого світла направо (+), тобто позначається як (+)-тартратна кислота, або (2*R*,3*R*)-(+)-тартратна, і має абсолютну конфігурацію 2*R*,3*R* (*R*,*R*), а *L*-тартратна кислота (синтетична) обертає площину поляризованого світла наліво (−), позначається як (−)-тартратна кислота, або *L*(−)-тартратна кислота, з абсолютною конфігурацією 2*S*,3*S* (*S*,*S*):



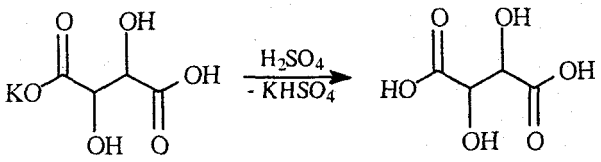
(+)-*D*-Тартратна кислота

Хімічна назва: (2*R*,3*R*)-(+)-тартратна кислота, або 2,3-дигідроксибутандіова кислота.

Фізико-хімічні властивості. *D*-(+)-тартратна кислота є прозорим кристалічним порошком з т. топ. 168-170^{0}С, який добре розчиняється у воді (139,44 г/100г), етанолі (20,4 г/100г при 18^{0}С), ацетоні і не розчиняється у рослинних оліях. Втрати при висушуванні - не більше 0,5% (над P_2O_5, 3 години). Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від +11,5^0 до +13,5^0 для 20% водного розчину.

Джерело. *D*-тартратна кислота широко поширена у природі і зустрічається у багатьох рослинах на зразок винограду, горобини, а також фруктах, особливо у вигляді калієвих, кальцієвих або магнієвих солей.

Добування. *D*-(+)-тартратну кислоту одержують дією мінеральних кислот (сульфатної або хлоридної) на відповідну калієву кислу сіль (винний камінь, який складається з 83% калієвої і 5-6% кальцієвої солей). Такий винний камінь накопичується у процесах виноробства при бродінні виноградного соку:



Серед інших методів існують одержання з висушеної дріжджової маси або з виноградних вичавок.

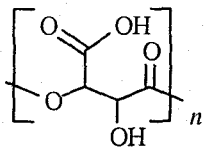
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,5%, оксалатів – не більше 100 мг/кг (у перерахунку на оксалатну кислоту після попереднього висушування), сульфатного попелу – не більше 0,1% (800 ± 25^{0}С), сульфатів – не більше 0,05%, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. (+)-Тартратна кислота не впливає подразнюючим чином на слизові оболонки шлунково-кишкового тракту. В організмі людини тартратна кислота не бере участі в реакціях обміну, частково розщеплюється під дією бактерій. Основна її частина виділяється у вигляді кальцієвої солі разом з фекаліями, менша - через нирки.

Е353 Метатартратна кислота (метавинна кислота)

Підкислювач, регулятор кислотності.

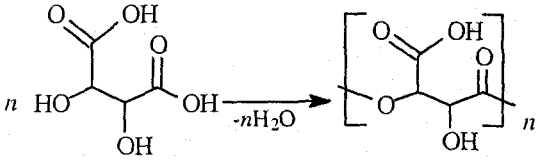
Синоніми: полівинна кислота, політартратна кислота, metatartaric acid, ditartaric acid.



Хімічна назва: політартратна кислота.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвні гігроскопічні кристали, які добре розчиняються у воді, середньо – у спиртах і не розчиняються в рослинних оліях.

Добування. Політартратна кислота утворюється внаслідок реакції міжмолекулярної дегідратації (поліестерифікації) нативної *D*-(+)-тартратної кислоти при 180-200^{0}С з утворенням олігомерів переважно лінійної будови із значенням *n* від 2 до 5:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

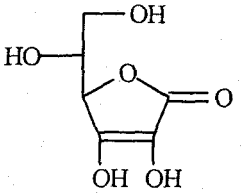
Метаболізм і токсичність. Див. (Е334) *D*-(+)-Тартратна кислота.

Е300* Аскорбатна кислота (аскорбінова кислота)

Підкислювач, регулятор кислотності, антиоксидант, синергіст антиокисників, стабілізатор забарвлення, вітамін, засіб обробки борошна.

Синоніми: аскорбінова кислота, вітамін С, *L*-аскорбінова кислота, 3-кето-*L*-гулофуранолактон, 2,3-дидегідро-*L-трео*-гексоно-1,4-лактон, ascorbic acid, *L*-ascorbic acid, 2,3-didehydro-*L*-threo-hexono-1,4-lactone, 3-keto-*L*-gulofuranolactone.

Будова. Молекула аскорбатної кислоти має два хіральних атоми вуглецю (С4, С5) і внаслідок цього проявляє оптичні властивості. Для неї відомі чотири стереоізомери (два *L*- і *D*-ряду аскорбатної кислоти і два *L,D*-ряду ізоаскорбатної). Всі вони синтезовані, але біологічну дію проявляє тільки правообертаюча (*L*)-(+)-аскорбатна кислота:



Хімічна назва: γ-лактон 2,3-дидегідро-*L*-гулонової кислоти, або γ-лактон 2,3,4,5,6-пентагідрокси-2-гексенової кислоти.

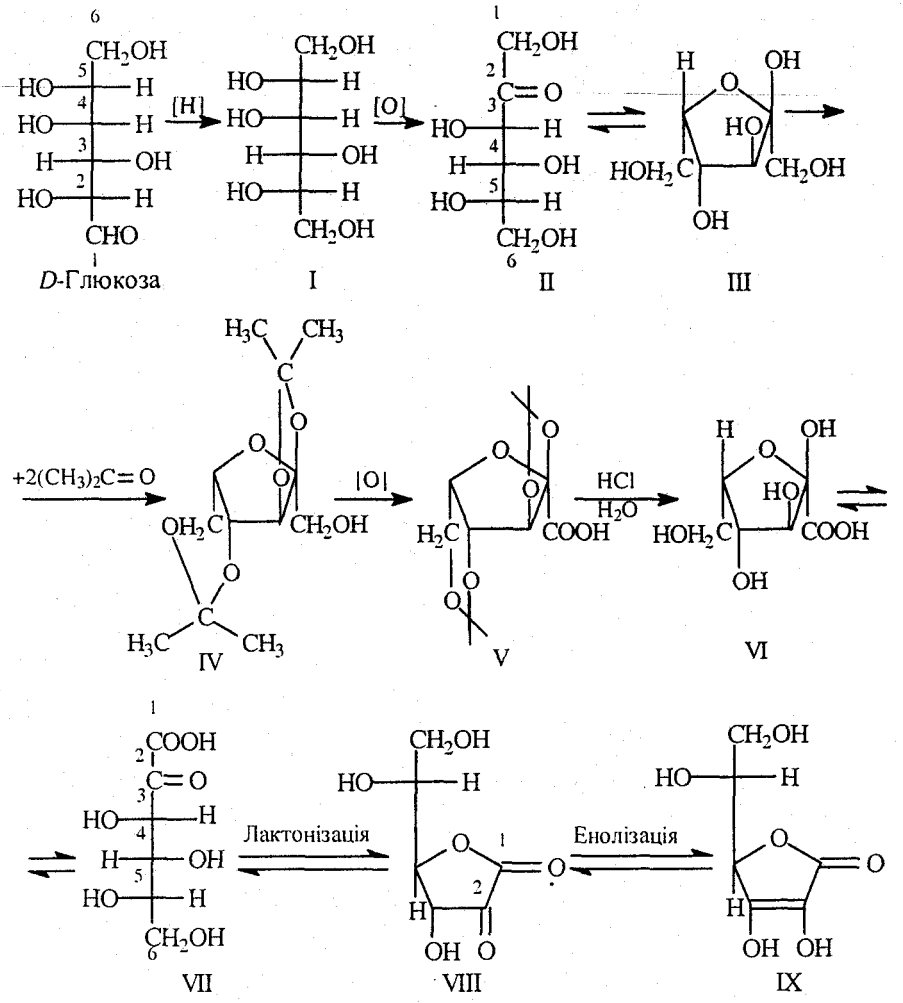
Фізико-хімічні властивості. Це кристалічний порошок від білого до слабо-жовтого кольору з т. топ. 190-193^{0}С (розкл.), який добре розчиняється у воді (22,4%); середньо розчиняється в етанолі (4,6%), гліколях; не розчиняється в органічних розчинниках, жирах та рослинних оліях. pH 2,4-2,8 для 2% водного розчину. Показник питомого обертання для 1,6% водного розчину $[\alpha]^{20}_D$ становить $+23^0$. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,4% (над концентрованою сульфатною кислотою у вакуумі, 24 години).

Аскорбатна кислота проявляє відновлювальні властивості, швидко окиснюється на повітрі. З катіонами металів на зразок Mg^{2+}, Fe^{3+} утворює комплекси. Вважається ефективним антиоксидантом.

Як харчова добавка застосовується енантімер по С5-атому *L*-аскорбатної кислоти – *D*-ізоаскорбатна (Е315) – гл.3.3.

Джерело. Аскорбатна кислота міститься у багатьох рослинах (мкг на 100 г продукта): в плодах шипшини (2000-4500 мкг), ягодах чорної смородини (100-400), горобини (до 300); фруктах, овочах, хвої, червоному перці (100-400) тощо.

Добування. Аскорбатну кислоту синтезують комбінованим методом – шляхом хімічного відновлення, окиснення і мікробіологічним - ферментацією глюкози через сорбітол:



Глюкозу відновлюють за допомогою нікеля Ренея або електрохімічно до *D*-сорбітолу I, який надалі при бактеріохімічному окисненні (бродінні) під дією *Acetobacter Suboxydans* перетворюється в *L*-сорбозу II. При цьому завдяки цикло-ланцюговій таутомерії *L*-сорбоза ізомеризується в α-*D*-сорбофуранозу III. Останню з метою запобігання подальшому окисненню чотирьох гідроксильних груп ацетонують в присутності сульфатної кислоти до відповідної діізопропіліденсорбози (2,3,4,6-диізопропіліден-*L*-сорбози), або діацетону *L*-сорбози IV. Отриманий діацетон IV окиснюють розчином $KMnO_4$ до діацетон-2-оксо-*L*-гулонової кислоти V, після чого

позбуваються ізопропіліденового захисту шляхом гідролізу сполуки V водним розчином HCl. При цьому утворюється циклічна 2-оксо-*L*-гулонова кислота VI, яка частково переходить у відкриту форму VII завдяки цикло-ланцюговій таутомерії. 2-Оксо-*L*-гулонова кислота VII в кислому середовищі лактонізується до сполуки VIII, яка, своєю чергою , енолізується внаслідок кето-енольної таутомерії до кінцевої аскорбатної кислоти IX із сумарним виходом 18%.

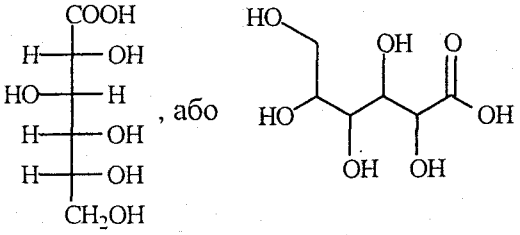
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0% (після висушування у вакуумі над сульфатною кислотою протягом 24 годин), сульфатного попелу – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Біологічну активність проявляє тільки правообертаюча *L*-(+)-аскорбатна кислота, Як вітамін він необхідний людському організму і добова норма становить до 100 мг. При надлишку аскорбатної кислоти вона частково виділяється, а частково розщеплюється до оксалатної (щавлевої) кислоти.

E574 *D*-Глюконатна кислота (*D*-глюконова кислота)

Підкислювач, регулятор кислотності, комплексоутворювач, синергіст антиоксидантів

Синоніми: *D-глюко*-гексозова кислота, глюконатна кислота, glyconic acid, glycogenic acid, pentahydroxycapronic acid.



Хімічна назва: 2,3,4,5,6-пентагідроксигексанова кислота.

Фізико-хімічні властивості. Це гігроскопічні кристали білого кольору з т. топ. 125-130^{0}С, які добре розчиняються у воді; середньо у спиртах і не розчиняються в інших органічних розчинниках. У водних розчинах існує у вигляді відповідного δ-лактону і, меншою

мірою, γ-лактону внаслідок цикло-ланцюгової таутомерії (див. Е575). Вміст лактону визначають за показниками питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$, який становить $+8,5^0$ у випадку 5% водного розчину для кислоти і $+66,7^0$ - лактону.

Джерело. Глюконатна кислота міститься у багатьох харчових продуктах (вині, меді), в яких присутня глюкоза, як продукти її окиснення.

Добування. Глюконатну кислоту одержують з глюкози за допомогою ензиматичного окиснення мікроорганізмами видів *Aspergillus niger, Gluconobacter* або ензиматичної дії на глюкозу ізольованої глюкозооксидази (див. Е1102).

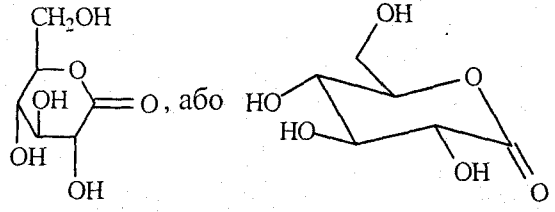
Вміст основної речовини у водному розчині становить не менше 50,0% у перерахунку на глюконатну кислоту, відновлюючих речовин (*D*-глюкози) – не більше 0,75%, загального попелу після прокалювання – не більше 1,0%, хлоридів – не більше 350 мг/кг, сульфатів – не більше 240 мг/кг, сульфітів – не більше 20 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Вважають, що глюконатна кислота повністю засвоюється організмом людини. Надлишок кислоти може подразнювати тканини організму.

Е575* Глюконо-дельта-лактон

Підкислювач, регулятор кислотності, синергіст антиоксидантів.

Синоніми: глюконо-δ-лактон, лактон δ-глюконатної кислоти, δ-лактон *D*-глюконатної кислоти, ангідрид *D*-глюконової кислоти, glucono delta-lactone, GdL, glucono-δ-lactone.

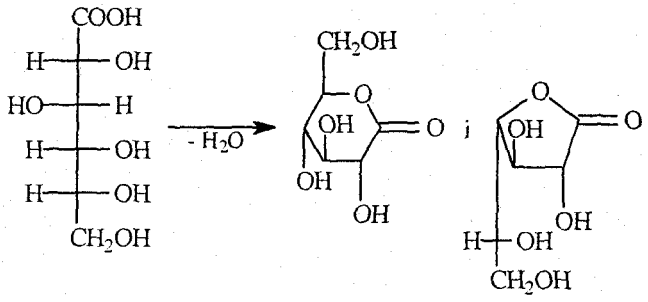


Хімічна назва: (3*R*,4*S*,5*R*)-3,4,5-тригідрокси-6-(гідроксиметил)-тетрагідро-2*H*-піран-2-он, або *D*-глюконо-1,5-лактон.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 153^{0}С, який добре розчиняється у холодній воді і середньо в спиртах. Внаслідок цикло-ланцюгової таутомерії у водних розчинах δ-глюконолактон частково ізомеризується з утворенням рівноважної суміші глюконатної кислоти (55-66%), δ- і γ-лактону, що необхідно враховувати при його застосуванні. Таутомерні перетворення (появу в системі глюконатної кислоти) можна контролювати, вимірюючи значення pH або питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$. Так, 1% водний розчин глюконолактону з pH 6,6 при 20^{0}С через 30 хвилин має pH 2,8, а при 50^{0}С це значення pH встановлюється через 7 хвилин. Втрати при висушуванні становлять не більше 1,0% (105^{0}С, 2 години).

Джерело. Глюконо-δ-лактон міститься у родзинках, сухофруктах та в інших харчових продуктах, до складу яких входить глюконатна кислота.

Добування. Одержання такого δ-лактону проводять в процесі концентрування глюконатної кислоти у водному розчині при пониженій температурі в результаті реакції дегідратації:



δ-Лактон γ-Лактон

Утворений δ-глюконолактон і частково γ-глюконолактон випадають в осад при досягненні концентрації глюконатної кислоти 80%.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, відновлюючих речовин на зразок *D*-глюкози – не більше 0,5%, сульфатного попелу – не більше 0,1%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е574) Глюконатна кислота.

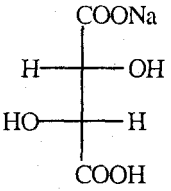
Е335* Тартрати натрію

Підкислювачі, регулятори кислотності, синергісти антиоксидантів, замінники солі, емульгуючі солі, стабілізатори забарвлення.

Тартрати натрію поділяються на монозаміщений тартрат натрію (і) та дизаміщений тартрат натрію (іі).

Е335*(і) Тартрат натрію монозаміщений

Синоніми: мононатрій тартрат, натрій гідрогентартрат, кислий виннокислий натрій, sodium *D*-(+)-tartrate, monosodium tartrate, sodium hydrogen tartrate; butanedioic acid, monosodium salt.



Монозаміщений тартрат натрію існує у вигляді моногідрату $C_4H_5O_6Na \cdot H_2O$.

Хімічна назва: мононатрієва сіль 2,3-дигідроксибутандіової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 253^{0}С, який частково розчиняються у воді; не розчиняються в етанолі, рослинних оліях, жирах. Втрати при висушуванні становлять не більше 10,0% (105^{0}С, 4 години).

Джерело. Наведена речовина міститься у формі *D*-(+)-тартратної (винної) кислоти у відповідних для неї джерелах (див. Е334).

Добування. Таку натрієву сіль одержують при взаємодії тартратної кислоти з відповідною кількістю натрій гідроксиду (NaOH) або натрій гідрогенкарбонату ($NaHCO_3$).

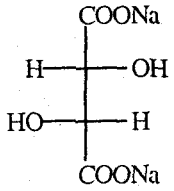
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, оксалатів – не більше 100 мг/кг (у перерахунку на оксалатну кислоту після попереднього висушування), арсену –

не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е334) Тартратна кислота.

Е335*(ii) Тартрат натрію дизаміщений

Синоніми: динатрій тартрат, виннокислий натрій, disodium tartrate, SAL tartrate, disodium tartrate dihydrate; dihydrate butanedioic acid, disodium salt.



Дизаміщенний тартрат натрію існує як у вільному стані, так і у вигляді дигідрату $C_4H_4O_6Na_2 \cdot 2H_2O$.

Хімічна назва: динатрієва сіль 2,3-дигідроксибутандіової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це біла кристалічна речовина або гранули, які розчиняються у воді (29 г/100 г при 6^0С і 66 г/100 г при 43^0С для дигідрату); не розчиняються в етанолі. pH становить 7,0-7,5 для 10% водного розчину. Втрати при висушуванні - не більше 17,0% (150^0С, 3 години) для дигідрату.

Джерело. Наведена речовина міститься у формі *D*-(+)-тартратної (винної) кислоти (Е334) у відповідних для неї джерелах.

Добування. Таку сіль одержують при взаємодії тартратної кислоти з відповідною кількістю натрій гідроксиду або натрій гідрогенкарбонату.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, оксалатів – не більше 0,1% (у перерахунку на оксалатну кислоту після попереднього висушування), арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е334) Тартратна кислота.

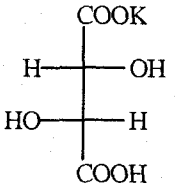
Е336* Тартрати калію

Підкислювачі, регулятори кислотності, синергісти антиоксидантів, замінники солі, емульгуючі солі, стабілізатори забарвлення.

Тартрати калію поділяються на монозаміщений тартрат калію (i) та дизаміщений тартрат калію (ii).

Е336*(i) Тартрат калію монозаміщений

Синініми: монокалій тартрат, бітартрат калію, калій гідрогентартрат, кислий виннокислий калій, винний камінь (однозаміщений), крем тартар, monopotassium tartrate; butanedioic acid, monopotassium salt, cream of tartar.



Хімічна назва: монокалієва сіль 2,3-дигідроксибутандіової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це біла кристалічна речовина з т. топ. 230^{0}C (розкл.), яка розчиняється у воді (0,57 г/100 г при 20^{0}C); не розчиняється в етанолі, оліях, жирах. pH становить 3,4 для 1% водного розчину. Втрати при висушуванні - не більше 1,0% (105^{0}C, 4 години).

Джерело. Наведена речовина міститься у формі *D*-(+)-тартратної (винної) кислоти у відповідних для неї джерелах (див. Е334).

Добування. Калієві солі одержують при взаємодії відповідної кількості тартратної кислоти з калій гідроксидом або калій гідрогенкарбонатом.

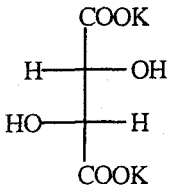
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, оксалатів – не більше 100 мг/кг (у перерахунку на оксалатну кислоту після попереднього висушування), арсену –

не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е334) Тартратна кислота.

Е336*(ii) Тартрат калію дизаміщений

Синоніми: дикалій тартрат, тартрат калію, виннокислий калій, винний камінь (двозаміщений), крем тартар, dipotassium tartrate, potassium *D*-(+)-tartrate; butanedioic acid, dipotassium salt, cream of tartar.



Дизаміщенний тартрат калію існує як у вільному стані, так і у вигляді семігідрату $C_4H_4O_6K_2 \cdot 1/2H_2O$.

Хімічна назва: дикалієва сіль 2,3-дигідроксибутандіової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. розкладання 200-220^{0}С, який розчиняється у воді; не розчиняється в етанолі, рослинних оліях, жирах. Дизаміщений тартрат (напівгідрат) має температуру розкладання більше 200^{0}С. pH становить 7,0-9,0 для 1% водного розчину. Втрати при висушуванні – не більше 4,0% (105^{0}С, 4 години) для семігідрату.

Джерело. Наведена речовина міститься у формі *D*-(+)-тартратної (винної) кислоти у відповідних для неї джерелах (див. Е334).

Добування. Калієві солі одержують при взаємодії відповідної кількості тартратної кислоти з калій гідроксидом або калій гідрогенкарбонатом.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, оксалатів – не більше 100 мг/кг (у перерахунку на оксалатну кислоту після попереднього висушування), арсену –

не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

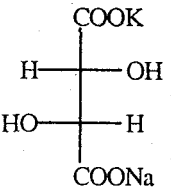
Метаболізм і токсичність. Див. (Е334) Тартратна кислота.

Е337 Тартрат натрію-калію

Підкислювач, регулятор кислотності, синергіст антиоксидантів, замінник солі, емульгуюча сіль, стабілізатор забарвлення.

Синоніми: тартрат калію-натрію, виннокислі натрій-калій, натрій-калій тартрат, сегнетова сіль, potassium sodium *D*-(+)-tartrate, sodium-potassium *D*-(+)-tartrate, seignette salt.

Тартрат натрію-калію існує у вигляді відповідного тетрагідрату $C_4H_4O_6NaK \cdot 4H_2O$.



Хімічна назва: натрієва-калієва сіль 2,3-дигідроксибутандіової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвні прозорі кристали з т. топ. 70-80^{0}С, які розчиняються у воді (73 г/100 г при 20^{0}С і 195 г/100 г при 40^{0}С); не розчиняються в етанолі, діетиловому етері, оліях, жирах. pH 10% водного розчину 6,5-7,5. Втрати при висушуванні – 21,0-26,0% (150^{0}С, 3 години). Значення $[\alpha]_D^{20}$ становить від +28,0^0 до +30,0^0 для 5% водного розчину.

Джерело. Наведена речовина міститься у формі *D*-(+)-тартратної (винної) кислоти у відповідних для неї джерелах (див. (Е334).

Добування. Змішану сіль одержують при взаємодії відповідної кількості тартратної кислоти з калій гідроксидом або калій гідрогенкарбонатом ($KHCO_3$) і натрій гідроксидом або натрій гідрогенкарбонатом ($NaHCO_3$).

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, оксалатів – не більше 100 мг/кг (у перерахунку на оксалатну кислоту після попереднього висушування), арсену –

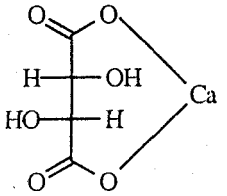
не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е334) Тартратна кислота.

Е354 Тартрат кальцію

Підкислювач, регулятор кислотності, синергіст антиоксидантів, замінник солі, емульгуюча сіль, стабілізатор забарвлення, отверджувач.

Синоніми: кальцієва сіль винної кислоти, виннокислий кальцій, calcium *D*-(+)-tartrate, calcium tartrate.



Тартрат кальцію існує у вигляді відповідних ди- і тетрагідрату $C_4H_4O_6Ca \cdot 2H_2O$, $C_4H_4O_6Ca \cdot 4H_2O$.

Хімічна назва: кальцієва сіль 2,3-дигідроксибутандіової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі кристали з т. топ. приблизно 200^0C (із зневодненням) для тетрагідрату, які мало розчиняються у воді (0,037 г/100 мл при 0^0C для дигідрату); слабо розчиняються в ацетатній кислоті; не розчиняються в етанолі, оліях, жирах. Вони розчиняються у хлоридній кислоті. Втрати при висушуванні становлять 10,0-13,0% для дигідрату. pH 5% водної дисперсії 6,0-9,0.

Джерело. Наведені речовини містяться у формі *D*-(+)-тартратної (винної) кислоти у відповідних для неї джерелах (див. Е334).

Добування. Кальцієву сіль одержують при взаємодії тартратної кислоти з кальцій гідроксидом $Ca(OH)_2$ або кальцій карбонатом $CaCO_3$.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,5%, кислотонерозчинних речовин – не більше 0,2%,

сульфатів – не більше 1 мг/кг, флуоридів – не більше 0,003%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е334) Тартратна кислота.

1.1.2. Неорганічні підкислювачі

Е290* Діоксид вуглецю

Підкислювач, екстрагент, газ для напоїв, консервант, охолоджуючий і заморожуючий агент, захисний газ, пропелент.

Синоніми: діоксид карбону, оксид карбону(IV), ангідрид карбонатної кислоти, вугільний ангідрид, вуглекислий газ, „вуглекислота", „сухий лід", carbon dioxide, carbonating agent, carbonic acid gas, dry ice (solid form).

CO_2

Хімічна назва: оксид карбону(IV).

Фізико-хімічні властивості. Це прозорий газ з т. кип. - 78,5^{0}С при нормальному тиску (0,1 МПа = 1 атм.). Густина діоксида вуглецю становить 1,9768 г/л при 0^{0}С і тиску 0,1 МПа. При 20^{0}С і тиску 5,7 МПа він зріджується до прозорої рідини з густиною 0,925 кг/дм^3, при частковому випаровуванні якої утворюється твердий діоксид вуглецю - „сухий лід". Він частково розчиняється у воді з утворенням слабкої карбонатної (вугільної) кислоти (приблизно 1 л оксиду карбона(IV) розчиняється в 1 л води при 15^{0}С і нормальному тиску). У колоїдних водних розчинах діоксид вуглецю розчиняється значно ліпше, внаслідок його адсорбції на поверхні колоїдних частинок.

Останнім часом широко використовується „надкритичний" діоксид вуглецю як екстрагент, який при температурі і тиску вище своєї критичної точки має високу здатність розчиняти органічні речовини і переводити їх з твердої фази в „надкритичний газ". Критичний стан – це граничний випадок двофазної рівноваги. При зменшенні тиску утворюється рідка фаза з органічною речовиною, яка екстрагується (CO_2-екстрактом), і газоподібний

CO_2. Для газоподібного CO_2 критичною точкою є параметри: температура +31,3^{0}С і тиск 7,36 МПа. Після завершення екстрагування тиск зменшують, діоксид вуглецю випаровується, а екстракт надалі очищують, переробляють або вважають за кінцевий продукт.

Діоксид вуглецю проявляє властивості кислотного оксиду і взаємодіє зі сполуками, які мають основний характер.

Джерело. Він міститься у повітрі (до 0,03% за об'ємом), входить до складу води з мінеральних джерел, а також мінералів-карбонатів (кальцит, доломіт тощо).

Добування. Діоксид вуглецю добувають при випалюванні вапняку (*а*), спалюванні коксу (*б*), а також у процесах спиртового бродіння (*в*):

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2 \qquad а$$

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 \qquad б$$

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 \qquad в$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, монооксиду вуглеця – не більше 10 мл/л, оксиду азота(II) – не більше 2,5 мл/л, діоксиду азота – не більше 2,5 мл/л, діоксиду сірки – не більше 5,0 мл/л, сірководню – не більше 0,5 мл/л, нелетючих вуглеводнів (мінеральних олив) – не більше 10 мг/кг, летючих вуглеводнів – не більше 50 мл/л.

Метаболізм і токсичність. Діоксид вуглецю сприяє прискоренню всмоктування деяких речовин на зразок спирту крізь слизову оболонку шлунка, надає певний смак на чому грунтується його застосування у винах, пиві, а також безалкогольних напоях. Для організму людини діоксид вуглецю при концентраціях більше 3% об'ємних стає небезпечним.

Е507* Хлоридна кислота (соляна кислота)

Кислота, регулятор кислотності, каталізатор гідролізу та інверсії.

Синоніми: хлороводнева кислота, водний розчин хлороводню, hydrochloric acid, hydrogen chloride.

HCl

Хімічна назва: хлоридна кислота.

Фізико-хімічні властивості. Хлоридна кислота концентрована – водний розчин з концентрацією HCl до 42% при 20^{0}C. Така кислота має різкий запах і димить на повітрі. Утворює з водою азеотропи, наприклад, азеотроп з вмістом HCl 20,22% за нормальних умов. При нормальному тиску має т. кип. 108,58^{0}C. Крім води, хлоридна кислота добре змішується з етанолом. Вважається сильною одноосновною кислотою зі значною хімічною активністю.

Добування. Основним сучасним методом одержання хлоридної кислоти є абсорбція газоподібного хлороводня водою. Хлороводень здебільшого утворюється при хлоруванні та дегідрохлоруванні різних органічних сполук, особливо при виробництві хлорованих вуглеводневих інсектицидів.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,0% від реально існуючої кількості, залишок нелетючих речовин – не більше 0,5%, відновлюючих речовин – не більше 70 мг/кг, окиснюючих речовин – не більше 30 мг/кг, загальних органічних речовин за винятком флуоропохідних – не більше 5 мг/кг, бензену – не більше 0,05 мг/кг, флуоропохідних органічних речовин – не більше 25 мг/кг, сульфатів – не більше 0,5%, феруму – не більше 5 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Хлоридна кислота у певних концентраціях для організма людини є отрутою, викликає опіки слизових оболонок і тканин шкіри.

E513* Сульфатна кислота

Кислота, регулятор кислотності, висушувач, каталізатор гідролізу та інверсії.

Синоніми: сірчана кислота, дигідроген сульфат, sulfuric acid, dihydrogen sulphate.

H_2SO_4

Хімічна назва: сульфатна кислота.

Фізико-хімічні властивості. Сульфатна кислота концентрована містить приблизно 96% основної речовини, змішується з водою з виділенням значної кількості тепла. Концентрована кислота є прозорою або слабо-коричневою оліїстою рідиною з т. кип. 332,4^{0}С (для 98,3%). Вона активно поглинає вологу (воду).

Добування. Сульфатну кислоту одержують нітрозним або контактним методами. Основним вихідним продуктом в обох методах є оксид сірки(IV), який добувають спалюванням на повітрі сірки або піриту FeS_2. Окиснення SO_2 до SO_3 за нітрозним методом проводять дією оксиду азоту(IV), а контактним – молекулярного кисню в присутності каталізаторів (Pt, V_2O_5) при температурі приблизно 400^{0}С:

$$SO_2 + NO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + NO$$
$$2SO_2 + O_2 + 2H_2O \longrightarrow 2H_2SO_4$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті концентрованої форми становить не менше 93,6-95,6%, нелетючого залишку – не більше 0,01%, відновлюючих речовин – не більше 40 мг/кг (у перерахунку на SO_2), хлоридів – не більше 50 мг/кг, нітратів – не більше 10 мг/кг (у перерахунку на нітратну кислоту), солей амонію – не більше10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, селену – не більше 20 мг/кг, феруму – не більше 20 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Сульфатна кислота для організму людини є отрутою, викликає опіки слизових оболонок і тканин шкіри.

Е338* Ортофосфатна кислота

Підкислювач, синергіст антиоксидантів, каталізатор гідролізу та інверсії, поживне середовище для дріжджів.

Синоніми: ортофосфорна, фосфорна кислота, фосфатна, phosphoric acid, orthophosphoric acid.

H_3PO_4

Хімічна назва: ортофосфатна кислота.

Фізико-хімічні властивості. Безводна фосфатна кислота є прозорими гігроскопічними кристалами, які розпливаються на повітрі. Концентровані водні розчини (70-90%) – прозорі в'язкі рідини. Вважається сильною триосновною кислотою (pK_{1a} 2,12, pK_{2a} 7,21 і pK_{3a} 12,67 при 25^0C). Ортофосфатна кислота добре змішується з водою та етанолом.

Джерело. Ортофосфатна кислота у вигляді відповідних солей міститься у природних покладах-фосфатах на зразок фосфориту $Ca_3(PO_4)_2$, апатиту $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaX_2$ (X = F, Cl, OH).

Добування. У промисловості ортофосфатну кислоту одержують екстракційним методом взаємодією концентрованої сульфатної кислоти з відповідними природними фосфатами, наприклад (у спрощеному варіанті):

$$Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 2H_3PO_4 + 3CaSO_4$$

Крім того, фосфатну кислоту одержують термічним методом при окисненні (спалюванні) елементного фосфору з наступною гідратацією утвореного пентаоксиду P_2O_5 (P_4O_{10}):

$$4P + 5O_2 \longrightarrow 2P_2O_5$$

$$P_2O_5 + 3H_2O \longrightarrow 2H_3PO_4$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 75%, сульфатів лужних і лужноземельних металів – не більше 0,15% (у перерахунку на $CaSO_4$), летючих кислот на зразок ацетатної – не більше 10 мг/кг, хлоридів – не більше 200 мг/кг, нітратів – не більше 5 мг/кг (у перерахунку на $NaNO_3$), флуоридів – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Ортофосфатна кислота для організму людини є отрутою, викликає опіки слизових оболонок і тканин шкіри.

1.2. Інтенсивні підсолоджувачі

Підсолоджувачі – це речовини нецукрової будови, які застосовуються для надання харчовому продукту солодкого смаку. До інтенсивних підсолоджувачів належать такі речовини, які проявляють солодкість значно більшу (у десятки або сотні раз), ніж стандартна сахароза. Для оцінки солодкості підсолоджувачів користуються коефіцієнтом солодкості $K_{сл}$, який визначає приблизно, у скільки разів менше необхідно взяти підсолоджувача щодо сахарози, для приготовлення розчину, еквівалентного за солодкістю 9% розчину сахарози. Наприклад, цей коефіцієнт для підсолоджувачів становить: сахарину - приблизно 500, сукралози – 600, нативного тауматину – 1600 тощо.

Інтенсивні підсолоджувачі застосовують переважно для виготовлення низькокалорійної та діабетичної продукції, коли заміна цукру на такі підсолоджувачі не впливає на інші основні характеристики продукції, в яких застосовується сахароза. Остання, крім надання солодкого смаку, виконує роль зв'язувача води та ароматних летючих компонентів, регулятора консистенції тощо.

Інтенсивні підсолоджувачі бувають як натуральні, так і синтетичні. За хімічною будовою вони можуть суттєво розрізнятися між собою, що свідчить про відсутність чіткої кореляції між хімічною будовою молекул підсододжувачів та відчуттям людиною солодкого смаку. Існуюча глюкофорна теорія пояснення відчуття солодкого смаку як результат взаємодії „смакових" молекул з відповідними рецепторами повністю на це питання не відповідає.

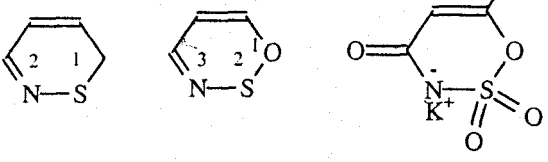
Для надання харчовим продуктам певного солодкого смаку застосовують переважно суміш різних підсолоджувачів та цукрозамінників.

E950* Ацесульфам калію

Підсолоджувач.

Синоніми: ацесульфам К, сунет, отизон, acesulfame potassium, acesulfame K.

Будова. Ацесульфам калію належить до гомологічного ряду гетероциклічних сполук – оксатіазинондіоксидів, похідних 1,2,3-оксатіазину або 1,2-тіазину:



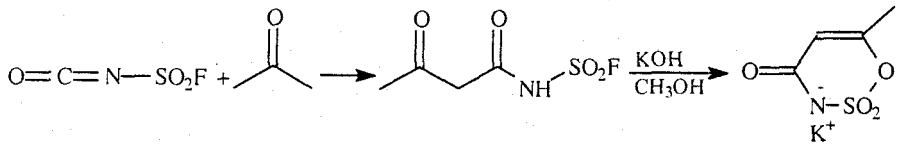
Тіазин Оксатіазин Ацесульфам калію

Хімічна назва: калієва сіль 6-метил-1,2,3-оксатіазин-4(3*H*)-он-2,2-діоксида, або калієва сіль 6-метил-3,4-дигідро-1,2,3-оксатіазин-4-он-2,2-діоксида.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 225^{0}С (розкл.), який добре розчиняється у воді (27 г/ 100 г при 20^{0}С і більше 100 г/ 100 г при 100^{0}С); середньо – в спиртах. pH 1% водного розчину 5,5-7,5. Вважається термо- і кислотостійким. Так, при 40^{0}С і pH 3,8 він зберігає свої властивості протягом місяця як і при короткотривалому нагріванні до 200^{0}С. Втрати при висушуванні становлять не більше 1,0% (105^{0}С, 2 години).

Ацесульфам калію приблизно у 200 разів солодший цукру.

Добування. Ацесульфам калію можна синтезувати різними методами за допомогою хлоро- або флуоросульфонілізоціанатів, алкінів, кетонів, β-дикетонів, естерів β-оксокарбонових кислот або бензилвінілових етерів через спільнй інтермедіат N-галогенсульфоніл-β-оксокарбоамід R-CO-CH_2-CO-NH-SO_2Hal, наприклад:

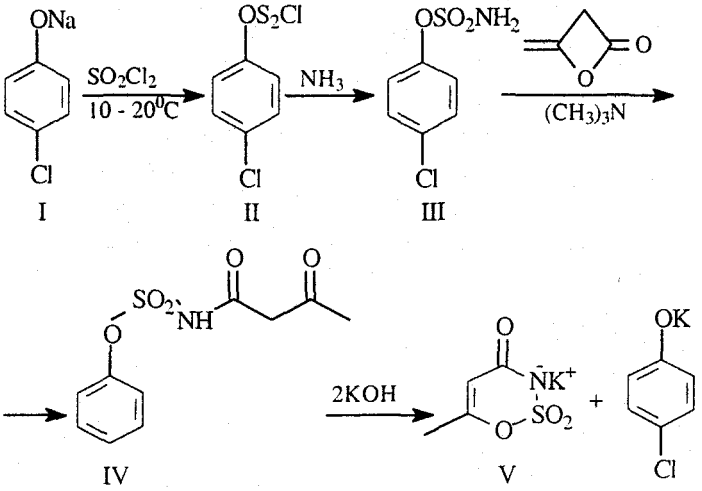


I II III IV

Так, при взаємодії флуоросульфонілізоціанату I з ацетоном II утворюється N-флуоросульфонілацетоацетамід III (похідна аміду

ацетоцтової кислоти), який під дією гідроксида калію в метанолі циклізується до кінцевого продукту IV.

Один з інших варіантів полягає у початковій взаємодії *n*-хлорофенолята натрію I з сульфурилхлоридом в інертному розчиннику до фенолосульфонілхлориду II, дією на який рідкого або газуватого амоніаку одержують відповідний фенолосульфамід III. Потім при взаємодії сполуки III з дикетеном утворюється ацетоацетамід N-сульфонілзаміщеного фенолу IV, який в метанольному розчині KOH або K_2CO_3 циклізується до кінцевого ацесульфаму калія V:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, флуоридів – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Ацесульфам калію нетоксичний, неканцерогенний, не має мутагенної та тератогенної дії. Він легко ресорбується, не бере участі в метаболічних процесах і швидко (протягом доби) виводиться через нирки. Продукти час-ткового розщеплення ацетилацетамід і ацетилацетамід-N-сульфонової кислоти (аміди ацетоцтової кислоти, або 3-оксобутанової) мають низьку токсичність. Період напіврозкладу в організмі людини становить 1,5 години, що свідчить про відсутність у нього схильності до акумуляції в організмі.

Отизон*

Підсолоджувач.

Синоніми: ацесульфам калію, ацесульфам К, acesulfame potassium, acesulfame K.

Будова. Отизон, синтезований в Україні, за хімічною будовою є аналогом ацесульфаму калія і має назву калієва сіль 6-метил-1,2,3-оксатіазин-4(3*H*)он-2,2-діоксида або калієва сіль 6-метил-3,4-дигідро-1,2,3-оксатіазин-4-он-2,2-діоксида.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. у діапазоні 225-250^{0}С, який добре розчиняється у воді (27 г/100 мл при 20^{0}С), погано – етанолі та інших органічних розчинниках. Стійкий при нагріванні (кип'ятінні) у водних розчинах протягом кількох годин при pH 4,0. Отизон у 200 разів солодший за цукор.

Добування. Синтез цього підсолоджувача відбувається на основі хлоросульфонілізоціаната та *трет*-бутилового естеру ацетоцтової кислоти (ацетилацетатної) аналогічно ацесульфаму калія – Е950.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%.

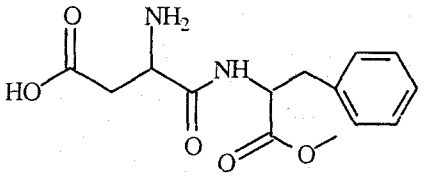
Метаболізм і токсичність. Негативного впливу отизону на організм людини не виявлено. Див. Е950 Ацесульфам калію.

Е951* Аспартам

Підсолоджувач, підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: сладекс, нутрасвіт, N-*L*-α-аспартил-*L*-фенілаланінметиловий естер, aspartame, aspartyl phenylalanine methyl ester, APM.

Будова. За хімічною будовою аспартам є дипептидом *L*-α-аспартатної (аспарагінової) кислоти і метилового естеру *L*-фенілаланіну:

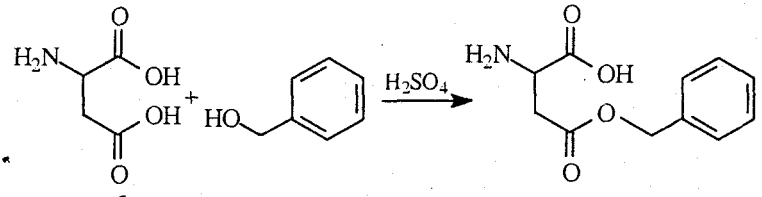


Хімічна назва: 4-N-фенетил-(α-карбометокси)амід 3-аміно-1,4-бутандіової кислоти, або 3-аміно-N-(α-карбометоксифенетил) сукцинамова кислота.

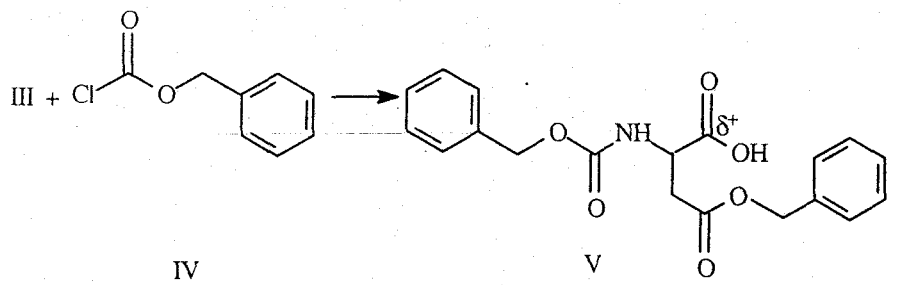
Фізико-хімічні властивості. Це білі слабо гігроскопічні кристали з т. топ. 246-247^{0}С (розкл.), які розчиняються у гарячій воді; середньо - у холодній воді (більше 10 г на 100г), спиртах і не розчиняються у вуглеводневих розчинниках. pH 0,8% водного розчину 4,5-6,0. Значення питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від +14,5^0 до +16,5^0 для 4% розчину в 15*H* форміатній кислоті. Втрати при висушуванні не більше 4,5% (105^{0}С, 4 години).

Аспартам приблизно у 200 разів солодший за цукор. У присутності вологи при нагріванні до 150^{0}С аспартам частково перетворюється у дикетопіперазин, втрачаючи при цьому солодкість.

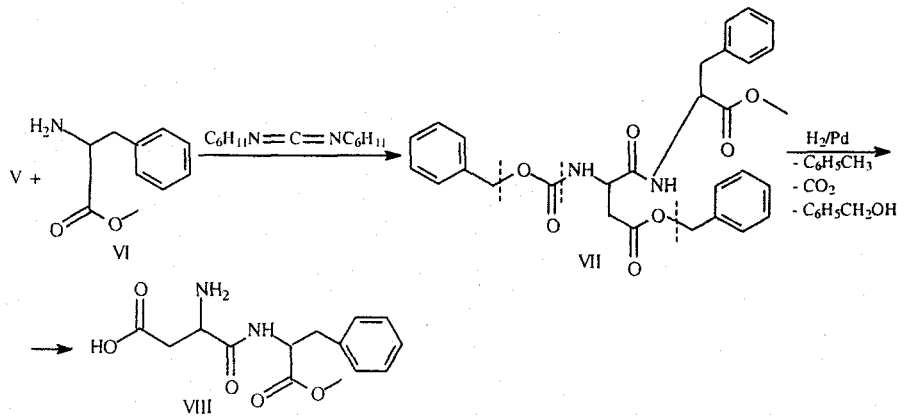
Добування. Синтез аспартаму відбувається за класичною схемою одержання пептидів. Спочатку проводять захист карбоксильної групи аспартатної кислоти I за допомогою бензилового спирту II шляхом утворення відповідного естеру III. Потім бензилхлороформіатом IV захищають аміногрупу естеру III, в результаті чого утворюється захищена аспартатна кислота V. За відомим карбодіімідним методом утворення пептидного зв'язку на сполуку V діють дициклогексилдіімідом, в результаті чого збільшується електрофільність атома вуглецю (δ+) карбоксильної групи і вона в активованій формі взаємодії з аміногрупою фенілаланіну VI із захищеною попередньо COOH-групою. При цьому утворюється дипептид VII. На останній стадії проводять реакції зняття з нього захисту шляхом гідрогенолізу, гідролізу і декарбоксилювання з утворенням кінцевого аспартаму VIII:



I II III

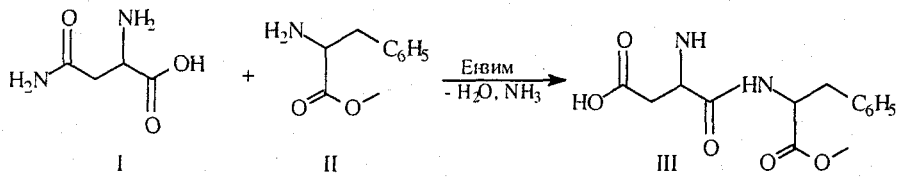


IV V



VI VII VIII

Існує також мікробіологічний метод одержання аспартама III з аспарагіну I та метилату фенілаланіна II:



I II III

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, 5-бензил-3,6-діоксо-2-піперазинацетатної кислоти – не більше 1,5%, сульфатного попелу – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

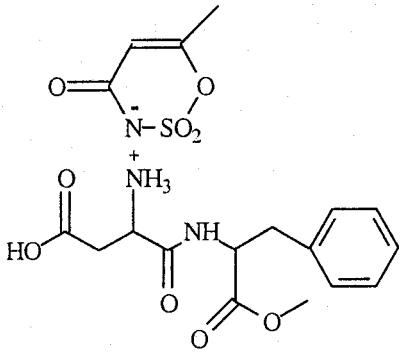
Метаболізм і токсичність. В умовах *in vivo* аспартам розщеплюється на дві *L*-амінокислоти і метанол, які повністю метаболізуються. Вважають, що фенілаланін може нанести шкоду, хворим на фенілкетонурію.

Е962 Аспартам-ацесульфамна сіль

Підсолоджувач.

Синоніми: twinsweet, salt of aspartame-acesulfame.

Будова. За хімічною будовою така сіль у співвідношенні з аспартамною:ацесульфамною сіллю 2:1 відповідно є результатом утворення хімічного зв'язку на зразок іонного між амонійним катіоном аспартаму та аніонним атомом азоту ацесульфама:



Хімічна назва: 6-метил-1,2,3-оксатіазин-4(3*H*)-он-2,2-діоксида сіль *L*-фенілаланіл-2-метил-*L*-α-аспартатної кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білий, практично негігроскопічний, кристалічний порошок, який розчиняється у воді швидше, ніж кожний з компонентів окремо. Значення питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від $+14,5^0$ до $16,5^0$ для 4% розчину в 15*H* форміатній кислоті. Втрати при висушуванні не більше 0,5% (105^0C, 4 години). Ця сіль у 350 разів солодша за цукор. Інші фізико-хімічні властивості цієї солі подібні до аналогічних властивостей аспартаму (Е951) та ацесульфаму калія (Е950).

Добування. Наведений підсолоджувач готують шляхом кристалізації суміші аспартаму та ацесульфаму калія з водного кислого розчину з наступним висушуванням.

Вміст основної речовини (компонентів) у кінцевому продукті становить 63,0-66,0% аспартаму і 34,0-37,0% ацесульфаму калія, 5-бензил-3,6-діоксо-2-піперазинацетатної кислоти – не більше 0,5%, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

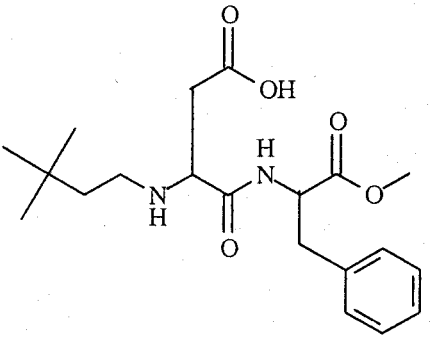
Метаболізм і токсичність. В умовах *in vivo* аспартам-ацесульфамна сіль дисоціює на вихідні компоненти, дія яких наведено у Е950 і Е951.

Е961 Неотам

Підсолоджувач, поліпшувач смаку та аромату.

Синоніми: neotam.

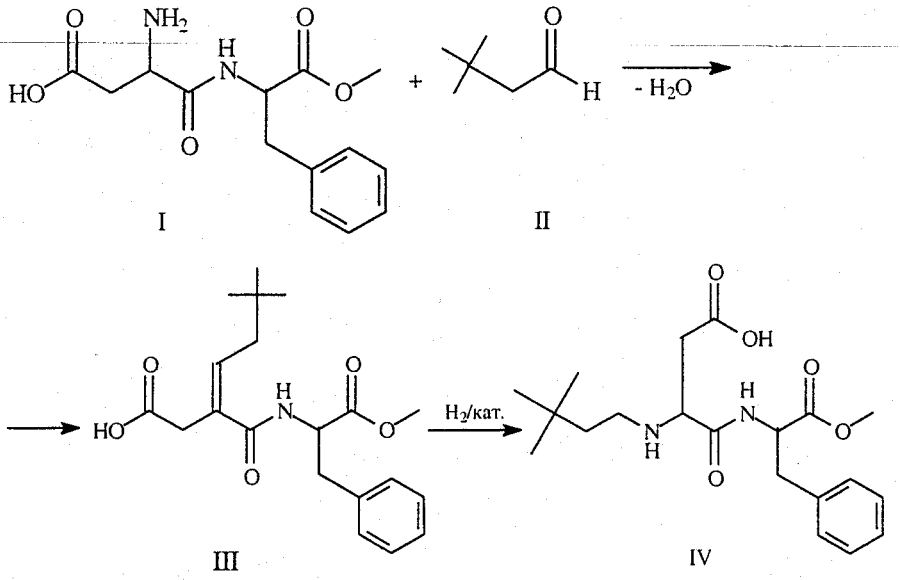
Будова. За хімічною будовою молекула неотаму складається з двох амінокислотних ланок *L*-аспартатної кислоти та *L*-фенілаланіну і подібна до будови аспартаму (Е951):



Хімічна назва: (3*R*)-3-(3'',3''-диметилбутиламіно)-4-{[(1'*R*)-2'-метокси-2'-оксо-1'-(фенілметил)етил]аміно}-4-оксобутанова кислота, або метиловий естер N-[N-(3,3-диметилбутил)-*L*-аспартил]-*L*-α-фенілаланіну.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок з т. топ. 80,9-83,4^{0}С, який добре розчиняється в органічних розчинниках (100 г/100 г при 25^{0}С для етанолу, 7,7 г/100 мл при 25^{0}С для етилацетату); слабо розчиняється у воді (1,3 г/100 г при 25^{0}С). pH 5,0-7,0 для 0,5% водного розчину. Ізоелектрична точка p*I* 5,5. pK_a 3,01 для COOH-групи і pK_b 8,02 для NH_2-групи. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від -43,4^0 до -40,0^0. Неотам солодший за сахарозу у 8 000-13 000 разів. Він стійкіший до дії світла, температури порівняно з аспартамом.

Добування. Неотам одержують з аспартаму I та 3,3-диметилбутаналю II методом відновлювального алкілювання:



Утворений при їх взаємодії азометин (основа Шиффа) III каталітичним гідруванням переводять до кінцевого продукту IV. Потім його очищують, висушують і подрібнюють.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,0% (на суху речовину), води – не більше 5,0% (за Фішером), N-[N-(3,3-диметилбутил)-α-аспартил]-*L*-фенілаланіну – не більше 1,5%; інших, подібних за хімічною будовою, речовини – не більше 2,0%; сульфатного попелу – не більше 0,2%, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Неотам швидко розкладається в організмі людини і виводиться разом із сечею. Під впливом естеразного ензиму він розщеплюється по естерному зв'язку на метанол і відповідний метаболіт. Перевагою його, порівняно з аспартамом, є те, що неотам практично не утворює в метаболічних процесах фенілаланін (не більше 5%), який у певному надлишку може викликати у людини фенілкетонурію. Це відбувається завдяки тому, що диметилбутильна група у складі аспартатної складової блокує пептидний зв'язок від дії пептидазного ензиму, гальмуючи тим самим утворення фенілаланіну.

Е952* Натрієві, калієві і кальцієві солі цикламатної кислоти

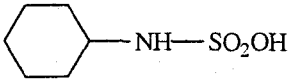
Підсолоджувачі.

Наведені підсолоджувачі у 30-50 разів солодші за цукор. Цикламати поділяють на цикламатну кислоту (i), цикламат кальцію (ii), цикламат калію (iii) і цикламат натрію (iv).

Е952*(i) Цикламатна кислота

Синоніми: цикламова кислота, cyclamic acid, cyclohexanesulfamic acid.

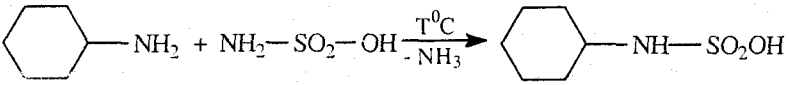
Будова. Цикламатна кислота за хімічною будовою є циклогексилпохідною сульфамінової кислоти (моноаміда сульфатної кислоти) NH_2-SO_2-OH:



Хімічна назва: циклогексилсульфамінова кислота.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 169-170^{0}C, який розчиняється у воді, етанолі; не розчиняється в жирних розчинниках. Такий підсолоджувач вважається термостабільним, проявляє достатньо високу стійкість до гідролізу і тільки при нагріванні у сильнокислому середовищі повільно гідролізується із втратою початкової солодкості. У присутності фруктових кислот його солодкість збільшується приблизно в два рази. Втрати при висушуванні становлять не більше 1,0% (105^{0}C, 1 година).

Добування. Синтез цикламатної кислоти проводять взаємодією циклогексиламіну з амідосульфокислотою або хлоросульфоновою кислотою при нагріванні в присутності відповідних акцепторів для речовин, що виділяються:



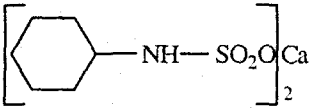
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, циклогексиламіну – не більше 25,0 мг/кг,

дициклогексиламіну – не більше 2,0 мг/кг, аніліну – не більше 1 мг/кг, селену – не більше 30 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. В організмі людини цикламати частково (до 40%) всмоктуються і з них приблизно 60% виводяться з організму у незмінному стані. Меньша кількість (35-40%) в процесі метаболізму перетворюється переважно в циклогексиламін і дициклогексиламін.

E952*(ii) Цикламат кальцію

Синоніми: кальцієва сіль циламової кислоти, cyclamate calcium; cyclamic acid, calcium salt.



Цикламат кальцію існує у вигляді дигідрату.

Хімічна назва: циклогексилсульфамат кальцію, або цикламат кальцію дигідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який розчиняється у воді; середньо – в спиртах; не розчиняється в жирних розчинниках. Втрати при висушуванні становлять 6,0-9,0% (140^0C, 2 години).

Такий підсолоджувач вважається термостабільним, проявляє достатньо високу стійкість до гідролізу, при нагріванні у сильнокислому середовищі повільно гідролізується із втратою початкової солодкості. У присутності фруктових кислот його солодкість збільшується приблизно в два рази.

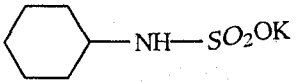
Добування. Кальцієву сіль цикламатної кислоти одержують при дії на неї відповідного гідроксиду.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, циклогексиламіну – не більше 10,0 мг/кг, дициклогексиламіну – не більше 1,0 мг/кг, аніліну – не більше 1 мг/кг, селену – не більше 30 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. E952*(i) Цикламатна кислота.

E952*(iii) Цикламат калію

Синоніми: калієва сіль цикламової кислоти, cyclamate potassium; cyclamic acid, potassium salt.



Хімічна назва: циклогексилсульфамат калію, або цикламат калію.

Фізико-хімічні властивості. Цикламат калію добре розчиняється у воді (20 г/100 г при 20^0C); середньо – в спиртах; не розчиняється в жирних розчинниках. Такий підсолоджувач вважається термостабільним, проявляє достатньо високу стійкість до гідролізу, при нагріванні у сильнокислому середовищі повільно гідролізується із втратою початкової солодкості. У присутності фруктових кислот його солодкість збільшується приблизно в два рази.

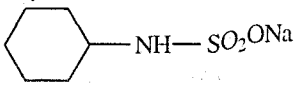
Добування. Калієву сіль цикламатної кислоти одержують при дії на неї відповідного гідроксиду.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, циклогексиламіну – не більше 10,0 мг/кг, дициклогексиламіну – не більше 1,0 мг/кг, аніліну – не більше 1 мг/кг, селену – не більше 30 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. E952*(i) Цикламатна кислота.

E952*(iv) Цикламат натрію

Синоніми: натрієва сіль цикламової кислоти, cyclamate sodium; cyclamic acid, sodium salt.



Цикламат натрію існує у вигляді безводної солі та дигідрату.

Хімічна назва: циклогексилсульфамат натрію, або цикламат натрію дигідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який добре розчиняється у воді (20 г/100 г при 20^0C); середньо – в спиртах; не розчиняється в жирних розчинниках. Втрати при висушуванні становлять для безводної солі не більше 1,0% (105^0C, 1 година) і для дигідрату – не більше 15,2% (105^0C, 2 години).

Такий підсолоджувач аналогічно сполукам подібної будови є термостабільним, проявляє достатньо високу стійкість до гідролізу і тільки при нагріванні у сильнокислому середовищі повільно гідролізується із втратою початкової солодкості. У присутності фруктових кислот солодкість збільшується приблизно в два рази.

Добування. Натрієву сіль цикламатної кислоти одержують при дії на неї відповідного гідроксиду.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, циклогексиламіну – не більше 10,0 мг/кг, дициклогексиламіну – не більше 1,0 мг/кг, аніліну – не більше 1 мг/кг, селену – не більше 30 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. E952*(i) Цикламатна кислота.

E954* Сахарин (натрієва, калієва, кальцієва солі)

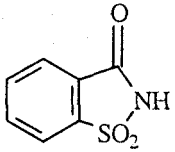
Підсолоджувачі.

Як підсолоджувач застосовується (i) сахарин, а також його солі - (ii) сахаринат кальцію, (iii) сахаринат калію, (iv) сахаринат натрію.

E954*(i) Сахарин $C_7H_5NO_3S$

Синоніми: бензосульфімід, сульфімід бензойної кислоти, імід *о*-сульфобензоатної кислоти, сульфімід бензоатної кислоти, saccharin, *o*-benzosulfimide, gluside, benzoic sulphinide.

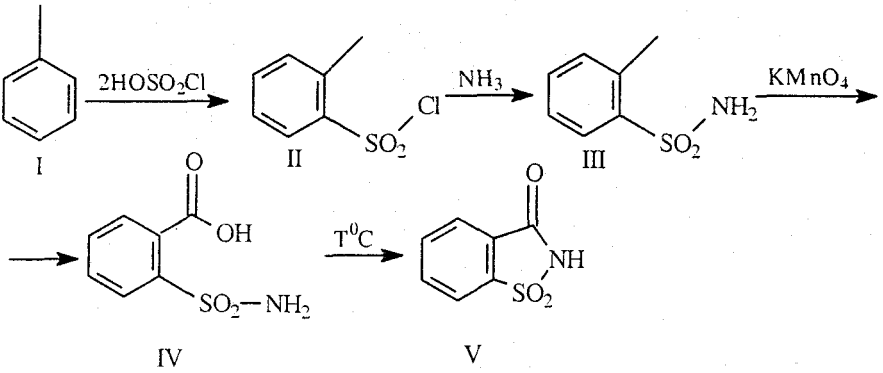
Будова. За хімічною будовою сахарин є імідом *о*-сульфобензоатної кислоти, внаслідок чого здатний утворювати відповідні солі, вступати в реакції алкілювання, галогенування та інші по атому азоту:



Хімічна назва: 1,2-бензотіазолін-3-он-1,1-діоксид.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 229-229,7^{0}С. Сахарин важко розчиняється у холодній воді (0,3 г приблизно на 100 г), краще у гарячій (4 г на 100 г); середньо – в спиртах, кислих харчових продуктах; слабко – діетиловому етері, хлороформі; не розчиняється в жирних розчинниках; добре розчиняється у водних розчинах карбонатів лужних металів. Сахарин має значну стійкість до дії температури. Вважається також стійким до гідролізу, але при нагріванні в розчинах з pH нижче 7 утворює *о*-сульфобензоатну кислоту у вигляді амонійної солі, що викликає у харчовому продукті присмак фенолу. Втрати при висушуванні становлять не більше 1,0% (105^{0}С, 2 години). Сахарин солодший за сахарозу приблизно у 400 разів.

Добування. Один з перших методів одержання сахарину був метод, в якому початковою сполукою слугував толуен при таких перетвореннях:



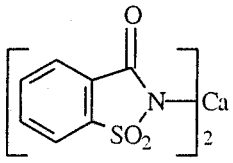
На першій стадії проводять сульфування толуену I хлоросульфоновою кислотою з утворенням суміші *о*- і *п*-ізомерів. Рідкий *о*-толілсульфонілхлорид II легко відділяють від кристалічного *п*-ізомеру за допомогою фільтрування. При дії амоніаку на II одержують відповідний сульфонамід III, який далі окиснюють розчином перманганату калію або хромовою сумішшю до аміду *о*-сульфобензоатної кислоти IV. При нагріванні останньої в лужному середовищі внаслідок реакції дегідратації утворюється сахарин V.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, *о*-толуенсульфонаміду - не більше 10 мг/кг, *п*-толуенсульфонаміду – не більше 10 мг/кг, *п*-сульфонаміду бензоатної кислоти – не більше 25 мг/кг, селену – не більше 30 мг/кг, сульфатного попелу – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Сахарин швидко всмоктується і виводиться з організму людини у незмінному стані (до 98%) через нирки.

E954*(ii) Сахаринат кальцію $C_{14}H_8N_2O_6S_2 \cdot 3,5H_2O$

Синоніми: бензосульфіміда кальцієва сіль, кальцієва сіль сахарину, сахарин кальцію, calcium saccharin, calcium *о*-benzosulfimide.



Сахаринат кальцію існує у вигляді відповідного гідрату (2:7).

Хімічна назва: 1,2-бензотіазолін-3-он-1,1-діоксида кальцієва сіль 3,5-гідрат.

Фізико-хімічні властивості. Сахаринат кальцію добре розчиняється у воді; розчиняється в етанолі. Втрати при висушуванні становлять не більше 13,5% (120^0C, 4 години). Сахаринат кальцію солодший за сахарозу приблизно у 500 разів.

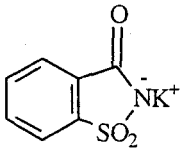
Добування. Кальцієву сіль одержують дією розчина відповідного лугу на сахарин.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, *о*-толуенсульфонаміду – не більше 10 мг/кг, *п*-толуенсульфонаміду – не більше 10 мг/кг, *п*-сульфонаміду бензоатної кислоти – не більше 25 мг/кг, сульфатного попелу – не більше 0,2%, селену – не більше 30 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. E954*(i) Сахарин.

E954*(iii) Сахаринат калію $C_7H_4NO_3SK \cdot H_2O$

Синоніми: бензосульфіміда калієва сіль, калієва сіль сахарину, сахарин калію, potassium saccharin, potassium *o*-benzosulfimide.



Сахаринат калію існує у вигляді моногідрату.

Хімічна назва: 1,2-бензотіазолін-3-он-1,1-діоксида калієва сіль моногідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 226-230^{0}C, який добре розчиняється у воді; розчиняється в етанолі. Див. E954*(iv). Втрати при висушуванні становлять не більше 8,0% (120^{0}C, 4 години). Сахаринат калію солодший за сахарозу приблизно у 500 разів.

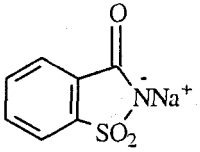
Добування. Калієву сіль одержують дією розчину відповідного лугу на сахарин.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, *о*-толуенсульфонаміду – не більше 10 мг/кг, *п*-толуенсульфонаміду – не більше 10 мг/кг, *п*-сульфонаміду бензоатної кислоти – не більше 25 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, селену – не більше 30 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. E954*(i) Сахарин.

E954*(iv) Сахаринат натрію $C_7H_4NO_3SNa \cdot 2H_2O$

Синоніми: бензосульфіміда натрієва сіль, натрієва сіль сахарину, кристалоза, сахарин натрію, sodium saccharin, soluble saccharin, sodium *o*-benzosulfimide.



Сахаринат натрію існує у вигляді дигідрату.

Хімічна назва: 1,2-бензотіазолін-3-он-1,1-діоксида натрієва сіль дигідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 226-230^{0}C, який добре розчиняється у воді (66 г /100 г); середньо - у спиртах, кислих харчових продуктах; не розчиняється в жирних розчинниках. Термостабільність і стійкість до гідролізу сахаринату натрія значні. Втрати при висушуванні становлять не більше 15,0% (120^{0}C, 4 години). Сахаринат натрію солодший за сахарозу приблизно у 500 разів.

Добування. Натрієву сіль одержують дією розчину відповідного лугу на сахарин.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, *о*-толуенсульфонаміду – не більше 10 мг/кг, *п*-толуенсульфонаміду – не більше 10 мг/кг, *п*-сульфонаміду бензоатної кислоти – не більше 25 мг/кг, селену – не більше 30 мг /кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

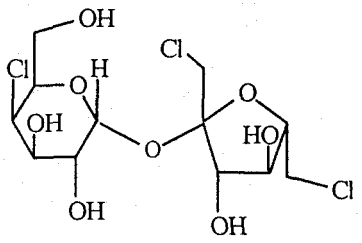
Метаболізм і токсичність. Див. E954*(i) Сахарин.

E955 Сукралоза

- Підсолоджувач, підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: 4,1,6-трихлоргалактосахароза, спленда, ТГС, trichlorogalactosucrose, TGS, sucralose.

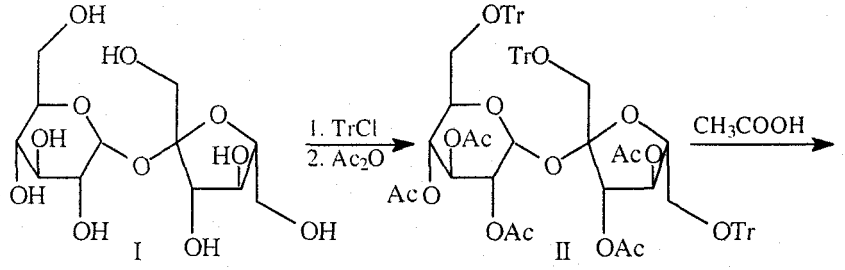
Будова. За хімічною будовою молекула дисахариду сукралози складається з циклів β-*D*-фруктофуранози та α-*D*-галактопіранози, сполучених 1,2-глікозидним зв'язком, в якому ОН-група при С4 галактозної ланки і дві ОН-групи при С1 і С6 фруктозної заміщені атомами хлору:

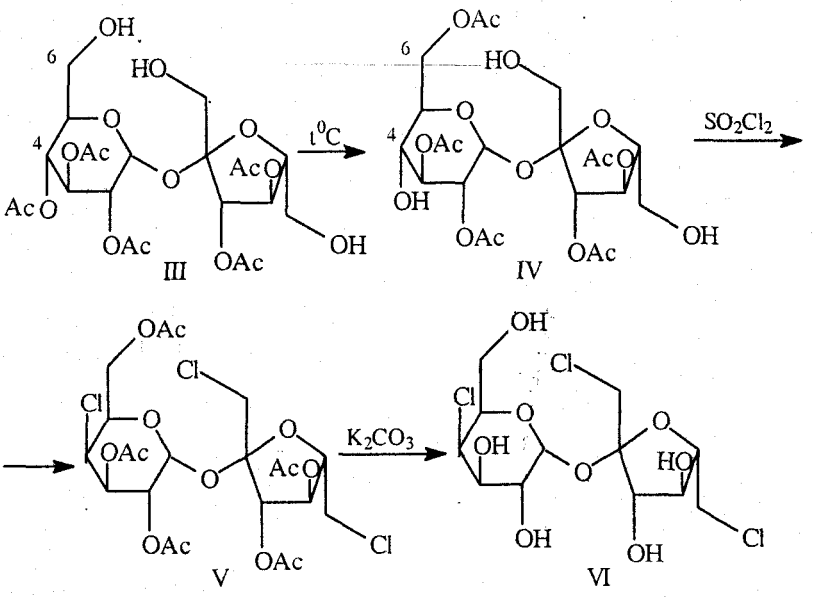


Хімічна назва: 2-О-(4-хлоро-4-дезокси-α-*D*-галактопіранозил)-1′,6′-дихлоро-1′,6′-дидезокси-β-*D*-фруктофуранозид.

Фізико-хімічні властивості. Це біла кристалічна речовина з т. топ. 130^{0}С для безводної форми і 136,5^{0}С для пентагідрату. Добре розчиняється у воді (12 г/100 г), спиртах; середньо - в етерах; не розчиняється в жирних розчинниках. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від +84,0^0 до +87,5^0 для 10% водного розчину. Сукралоза стійка до нагрівання і гідролізу. Вона приблизно у 600 разів солодша за сахарозу.

Добування. Одержання сукралози відбувається шляхом селективного хлорування сахарози сульфурилхлоридом у шість стадій з подальшим розділенням утворених хлорованих ізомерів:





На першій стадії проводять захист первинних гідроксильних груп сахарози I за допомогою тритилхлориду TrCl (трифенілметилхлориду) в середовищі 4-диметиламінопіридину (ДМАП), на другій – захищають вторинні ОН-групи шляхом їх ацетилювання за допомогою ацетатного ангідрида в піридині до стану II. Надалі знімають захист з первинних ОН-груп за допомогою ацетатної кислоти або ацетилхлориду до сполуки III. При кип'ятінні останньої (125^{0}C) на четвертій стадії в середовищі ізобутилметилкетона відбувається міграція ацетоксигрупи з положення С4 глюкозної ланки в С6 цього ж циклу (сполука IV), що дозволяє при наступному хлоруванні сульфонілхлоридом отримати трихлоропохідну V з захищеними гідроксильними групами, в молекулі якої відбулося зміна конфігурації атома С4. При лужному гідролізі цього інтермедіата в середовищі метанолу утворюється кінцева сполука VI.

Формування галактозного циклу з глюкозного пов'язано з інверсією конфігурації атома С4 ймовірно внаслідок перебігу реакції хлорування за механізмом S_N2.

Крім сульфурилхлорида як хлоруючі агенти можна застосовувати тіонілхлорид $SOCl_2$ в присутності трифенілфосфіноксида $(C_6H_5)_3PO$ або фосген $COCl_2$.

Існує інший метод одержання сукралози з трисахарида рафінози, що грунтується на початковому хлоруванні трисахариду, захищеного шляхом ацетилювання, та наступного гідролізу її тетрахлоропохідної за допомогою ензиму α-галактозидази до сукралози та хлорогалактози.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, інших хлоропохідних дисахаридів – не більше 0,5%, хлоропохідних моносахаридів – не більше 0,1%, води – не більше 2,0% (за Фішером), сульфатного попелу – не більше 0,7%, трифенілфосфіноксиду – не більше 150 мг/кг, метанолу – не більше 0,1%, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. В організмі людини сукралоза всмоктується у незначній мірі. Глікозидний зв'язок може розщеплюватися в тонкому кишечнику. Хлоровмісні гексози швидко виділяються через нирки у незмінному стані або у вигляді глюкоронідів.

Е957 Тауматин

Підсолоджувач, підсилювач смаку та аромату

Синоніми: thaumatin, katemfe.

Будова. За хімічною будовою тауматин є сумішшю поліпептидів з четвертинною будовою, які складаються із 207 залишків звичайних протеїногенних амінокислот за виключенням гістидину. Виділено 6 типів його поліпептидних складових: тауматин I, II, II, a, b, c. Вони всі мають молекулярну масу приблизно 22 000. Поліпептидні ланцюги сполучені між собою вісьмома дисульфідними зв'язками.

Фізико-хімічні властивості. Це кремовий порошок, який добре розчиняється у воді, не розчиняється в ацетоні, неполярних розчинниках. p*I* становить приблизно 12. Він нестійкий у кислому середовищі (втрата солодкості) і при нагріванні, внаслідок розщеплення дисульфідних зв'язків. Втрати при висушування становлять не більше 9,0% (105^0C до постійної маси). Вважають,

що тауматин солодший за сахарозу у 1600-2500 разів. Вплив температури, значення pH середовища, наявність мінеральних солей і кисню на солодкість тауматину складний. Комплекс тауматину з іоном алюмінію (талін) солодший сахарози у 35 000 разів.

Джерело. Наведений підсолоджувач міститься у спілих плодах африканського чагарника катемфе *Thaumatococcus danielli* (Maranthaceae).

Добування. Тауматин добувають водною екстракцією при pH 2,5-4,0 плодів катемфе (вихід підсолоджувача з 1 кг плодів становить 6 г). Разом з поліпептидами кінцева суміш містить невелику кількість вуглеводів на зразок арабіногалактану та арабіноглюкуроноксилану.

Тауматин добувають також мікробіологічним синтезом.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 93,0% (15,1% азоту), вуглеводів – не більше 3,0%, сульфатного попелу – не більше 2,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, алюмінію – не більше 100 мг/кг, плюмбуму – не більше 3 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Вважають, що тауматин в організмі людини розщеплюється подібно до білків без побічних ефектів.

Е958 Гліциризин

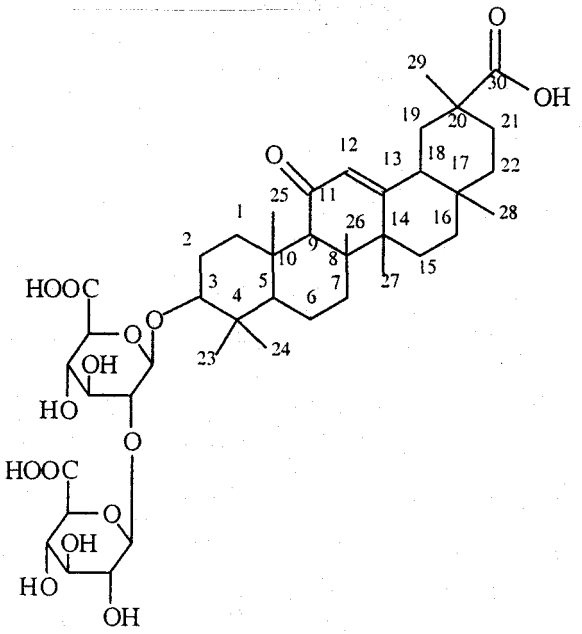
Підсолоджувач, підсилювач смаку та аромату, піноутворювач.

Синоніми: гліциризинова кислота, глікозид гліциризинової кислоти, екстракти кореню солодки (локриці), glycyrrhicine, glycyrrhicinic acid.

Будова. Гліциризин є складною нативною сумішшю. Головним компонентом гліциризину є гліциризинова кислота (до 15-17%).

Гліциризинова кислота – це глікозид гліциретинової кислоти, сполученої з ланкою дисахариду глюкуронової кислоти (O-β-*D*-глюкуронозил-(1→2)-β-*D*-глюкуроновою кислотою). Аглікон – гліциретинова кислота належить до похідних пентациклічних сполук тритерпенової будови на зразок β-амірину (тритерпенового сапоніну) і проявляє властивості кортикостероїдів (гормонів кори надниркових залоз). Крім гліциризинової кислоти до складу суміші входять також крохмаль, білки, вуглеводи (глюкоза 3%, сахароза 5%), глікозиди

флавонів на зразок ліквіритигеніну (4,7-дигідроксифлавону), ліквіритину, ліквіритозиду; сапоніни - глікозиди, агліконом яких виступають стероїдні структури, тощо:



Хімічна назва: 3-О-β-*D*-глюкуронозил-(1→2)-β-*D*-глюкуронозил-гліциретинова кислота.

Фізико-хімічні властивості. Гліциризин є прозорими кристалами, які добре розчиняються у гарячій воді, спиртах і не розчиняються у холодній воді. У вигляді екстракту кореню солодки, в якому переважає гліциризин, це – в'язка маса темно-коричневого кольору. Гліциризин у 50-100 разів солодший за сахарозу.

Джерело. Гліциризин міститься в соці локричних рослин (6-14%): солодці голій *Glycyrrhiza glabra L.*, солодці уральської *Glycyrrhiza uralensis Tisch.*

Добування. Гліциризин добувають шляхом екстракції з очищеного соку рослин обробкою етанолом або ацетатною кислотою із виділенням в основному гліциризинової кислоти, її калієвих або амонієвих солей. Застосовують також водні екстракти гліциризину.

Вміст гліциризинової кислоти у кінцевому продукті становить не менше 18,0%, води – 32,0-38,0%, нерозчинних у гарячій воді речовин – не більше 2,5%, загального попелу – не більше 9,0%.

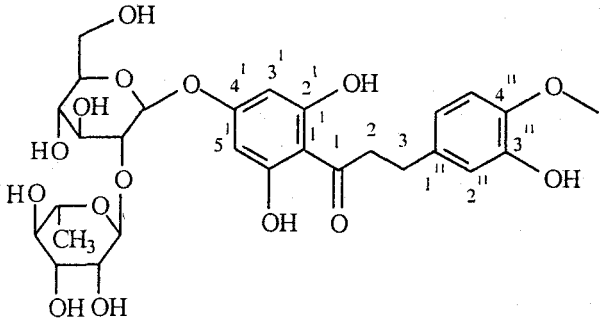
Метаболізм і токсичність. Вважають, що гліциризин є небезпечним для хворих на гіпертонію.

Е959 Дигідрохалкон неогесперидину

Підсолоджувач, підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: неогесперидин дигідрохалкон, цитроза, неогесперидин, neohesperidine dihydrochalcone, NHDC.

Будова. За хімічною будовою даний підсолоджувач є ізомером гесперидину (гідроксипохідного дигідрофлавону – дигідрофлавоноглікозиду), в молекулі якого до аглікону приєднана ланка дисахариду, яка складається з *D*-глюкози та *L*-рамнози:



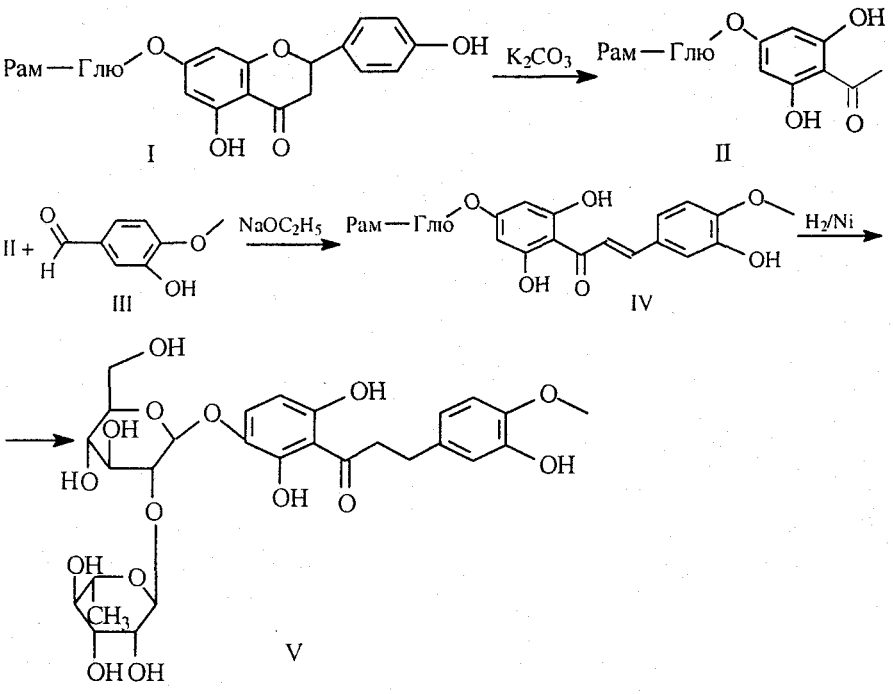
Хімічна назва: 1-[4′-O-(*L*-рамнопіранозил-1,6-*D*-глюкопіранозил)-2′,6′-дигідроксифеніл]-3-(3″-гідрокси-4″-метоксифеніл)-1-пропанон, або 4-O-*L*-рамнопіранозил-1,6-*D*-глюкопіранозилдигідрохалкон.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок з т. топ. 152-154^{0}C. Добре розчиняється у гарячій воді, поліолах; середньо - у воді, спиртах; не розчиняється в жирних розчинниках. Втрати при висушуванні становлять не більше 11,0% (105^{0}C, 3 години). Неогесперидин солодший за цукор приблизно у 1800-2000 разів.

Джерело. Дигідрохалкон неогесперидину міститься у шкірці грейпфруктів, помаранчів *Citrus aurantum*.

Добування. Цей підсолоджувач одержують при хімічній модифікації нарінгину (одного з основних флавоноїдних глікозидів, які містяться в шкірці грейпфрутів). Нарінгін є глікозидом 4′,5,7-тригідроксифлавону, молекула якого при С7 етерним зв'язком сполучена з дисахаридною ланкою *L*-рамнопіранозил-1,2-*D*-глюкопіранозилу (на схемі позначено Рам-Глю).

Для проведення модифікаціїї нарінгін I шляхом лужного гідролізу за допомогою калія карбонату переводять до сполуки II в результаті розщеплення піранового циклу. При взаємодії сполуки II з 3-гідрокси-4-метоксибензальдегідом III внаслідок конденсації Кляйзена-Шмідта утворюється похідна халкону IV, яку методом каталітичного гідрування переводять у кінцевий продукт V:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96,0% (на суху речовину), води – не більше 11,0%, сульфатного попелу – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

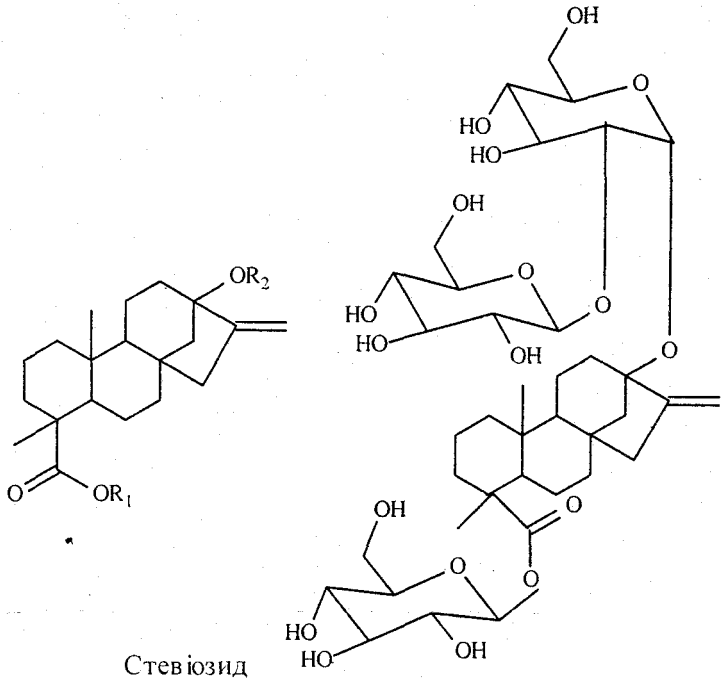
Метаболізм і токсичність. Дигідрохалкон неогесперидину в організмі людини швидко всмоктується, глікозидний залишок розщеплюється і виводиться з організму при диханні. Аглікон (гідрований флавон) проходить шлях аналогічний іншим компонентам цих рослин.

E960 Стевіозид

Підсолоджувач.

Синоніми: stevioside.

Будова. Стевіозид є складною сумішшю, в якій основною сполукою є стевіозид (глікозид тетрациклічної дитерпенової гідроксикислоти, агліконом якого слугує стевіол, або 4α,13-гідрокси-16-каурен-18-ова кислота). Окрім того, суміш містить вільний стевіол, інші дитерпенові глікозиди - ребаудіозиди A, B і C, які також виконують підсолоджуючу функцію; дулкозид A, рубузозид, стевіолбіозид, хлорофіли і ксантофіли, гідроксицинамонатну кислоту, нейтральні олігосахариди і вільні моносахариди. Загальна формула стевіозидів така:



Стевіозид

Ребаудіозиди за хімічною будовою подібні до стевіозиду. Їх розглядають як глікозиди, агліконом яких слугує стевіол, і які містять відповідні вуглеводні ланки R_1 і R_2. Наприклад, для ребаудіозида А залишок R_1 = β-*D*-глюкопіранозил, R_2 = трисахарид β-*D*-глюкопіранози (β-Глю), піранозні ланки якого сполучені між собою 1,2- і 1,3-глікозидними зв'язками. Крім глюкози, до складу ребаудіозидів входить також α-*L*-рамноза (α-Рам):

Стевіол: $R_1 = R_2 = H$;

Стевіозид: R_1 = β-Глю, R_2 = β-Глю-(2→1)-β-Глю;

Ребаудіозид А: R_1 = β-Глю, R_2 = β-Глю-(2→1)-β-Глю
$^{3}\downarrow_{1}$
β-Глю;

Ребаудіозид В: $R_1 = H$, R_2 = β-Глю-(2→1)-β-Глю
$^{3}\downarrow_{1}$
β-Глю;

Ребаудіозид С: R_1 = β-Глю, R_2 = β-Глю-(2→1)-α-Рам
$^{3}\downarrow_{1}$ β-Глю;

Дулкозид А: R_1 = β-Глю, R_2 = β-Глю-(2→1)- α-Рам;

Рубузозид: R_1 = β-Глю, R_2 = β-Глю;

Стевіолбіозид: $R_1 = H$, R_2 = β-Глю-(2→1)-β-Глю

Хімічні назви:

1) стевіол - триглікозид 4α-13-гідрокси-16-каурен-18-ової кислоти; 2) стевіозид – β-*D*-глюкопіранозиловий естер 13-[(2-О-β-*D*-глюкопіранозил-β-*D*-глюкопіранозил)окси]-16-каурен-18-ової кислоти; 3) ребаудіозид А - β-*D*-глюкопіранозиловий естер 13-[(2-О-β-*D*-глюкопіранозил-β-*D*-3-О-глюкопіранозил-β-*D*-глюкопіранозил)окси]-16-каурен-18-ової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний гігроскопічний порошок з т. топ. 196-198^{0}С. Стевіозид легко розчиняється у холодній воді. pH 4,5-7,0 для 1% водного розчину. Втрати при висушуванні становлять не більше 6,0% (105^{0}С, 2 години). Вважається термічно стійким. Не змінює своїх властивостей при pH 2,4-9,0. Стевіозид приблизно у 200-300 разів солодший за сахарозу.

Джерело. Стевіозид міститься у листях рослини стевії медової *Stevia rebaudiana* Bertoni до 7 - 10% на сухий залишок.

Добування. Стевіозид добувають з очищеного соку рослини стевії або з її сухих листків методом екстракції гарячою водою. Надалі водний екстракт пропускають крізь іонообмінну смолу для адсорбції стевіозиду. Шляхом промивки смоли спиртом отримують розчин, з якого виділяють методом кристалізації кінцевий продукт. При цьому з 1 кг сухих листків одержують приблизно 65 г стевіозиду.

Вміст дитерпенових глікозидів (солодких) у кінцевому продукті становить не менше 70,0% або не менше 95,0% всіх глікозидів стевіолу, флавоноїдів – 10,0-14,0%, водорозчинних хлорофілів і ксантофілів – 2,0-3,0%, гідроксицинамонатної (гідроксикоричної) кислоти – 1,5-2,2%, нейтральних водорозчинних олігосахаридів – 4,0-5,0%, вільних вуглеводів – 3,0-5,0%, амінокислот – 0,5-0,7%, загального попелу – не більше 1,0%, залишків метанолу – не більше 200 мг/кг та етанолу – не більше 5000 мг/кг, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. В організмі людини стевіозид метаболюється до стевіолу, який виводиться з організму. Вважається, що стевіозид не проявляє токсичних, мутагенних, канцерогенних властивостей. Навпаки, екстракти рослин стевії вважають перспективними нутрицевтиками з широким спектром лікувальних властивостей (стимулює виділення інсуліну, проявляє антивірусну активність тощо).

Порошок і сироп з листків стевії

Підсолоджувач.

Синоніми: медова трава, екстракт стевії, stevia extrate.

Будова. Хімічний склад цього нативного підсолоджувача подібний до складу компонентів стевіозиду, але ще складніший. Вважають, що до основних солодких компонентів належать 8 речовин. Кількість найсолодшого з ребаудіозидних глікозидів (А, С і Е) – ребаудіозида А, який солодший за сахарозу у 350-450 разів, становить приблизно 3%, ребаудіозида С – 1-2%. Крім них до суміші входять також дуліобіозид, стевіолбіозид, вітаміни С, РР, B_1, B_2; β-каротин, мінеральні речовини (калій, кальцій, магній, алюміній, хром, кобальт, цинк, титан, селен тощо), флавоноїди, таніни та інші.

Фізико-хімічні властивості. Це в'язкі рідини або білі порошки, які добре розчиняються у воді.

Джерело. Див. Е960 Стевіозид.

Добування. Сироп з листків стевії одержують методом нагрівання відповідної подрібленої сировини у воді до сиропоподібного стану з подальшим фільтруванням і висушуванням.

Вміст солодких глікозидів у кінцевому продукті коливається у значних межах, залежно від марки виробляючих екстрактів, і становить сумарних стевіозидів від 80% до 98%, ребаудіозидів А від 35% до 99%.

Метаболізм і токсичність. Див. Е960 Стевіозид.

Сахарол*

Підсолоджувач.

Будова. За хімічною будовою сахарол є складною сумішшю стевіозиду (60%), ребаудіозидів А і В (30%), флавоноїдів, гідроксицинамонатної (гідроксикоричної) кислоти, хлорофілу (3-5%), вільних три- і тетрасахаридів (1-2%), моносахаридів (1%); амінокислот (0,3%).

Фізико-хімічні властивості. Це порошок жовто-зеленого кольору. Сахарол є стійким до дії температури і кислот. Він солодший за цукор у 200-300 разів.

Джерело. Див. Е960 Стевіозид.

Добування. Сахарол одержують шляхом виділення відповідних терпенових глікозидів з рослин стевії аналогічно добуванню стевіозиду.

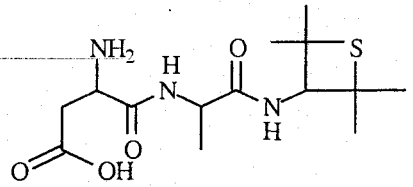
Метаболізм і токсичність. Див. Е960 Стевіозид.

Е956 Алітам

Підсолоджувач.

Синоніми: alitame

Будова. За хімічною будовою алітам є похідним тіациклобутану (тієтану), до молекули якої прищеплений дипептид *L*-α-аспартил-*D*-аланіну:

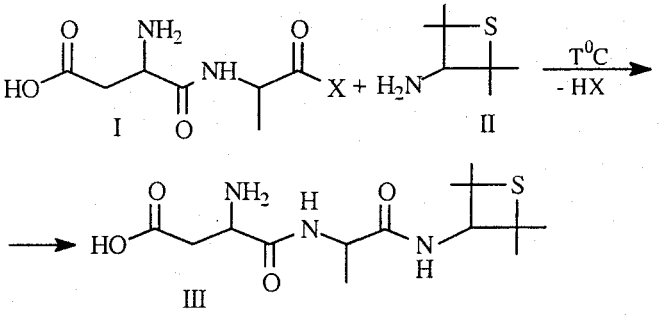


Хімічна назва: *L*-α-аспартил-N-(2,2,4,4-тетраметил-3-тієтаніл)-*D*-аланінамід 2,5-гідрат (2,5H_2O).

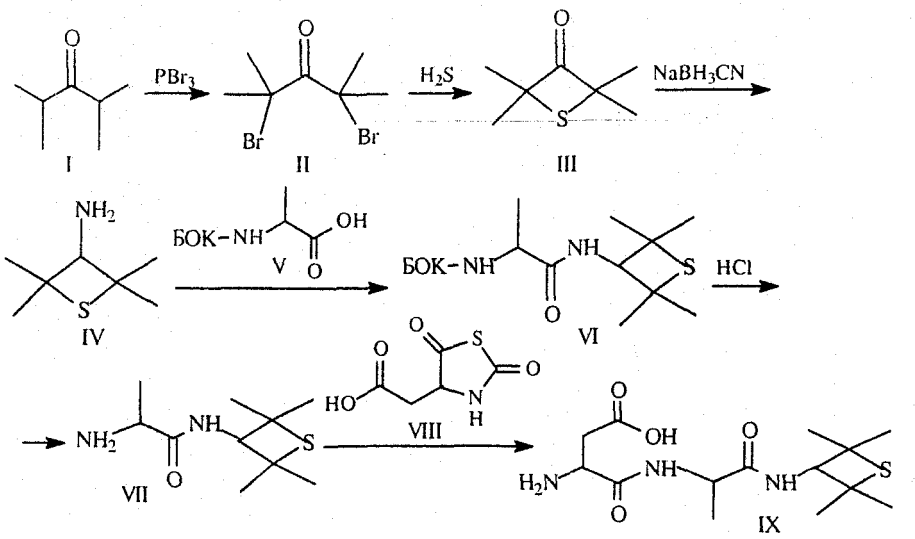
Фізико-хімічні властивості. Алітам існує у безводній і гідратній (2,5 H_2O) формах. Це білий кристалічний порошок, який добре розчиняється у воді, спиртах і жирах. pH 5,0-6,0 для 5% водного розчину. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від $+40,0^0$ до $+50,0^0$ для 1% водного розчину.

Як дипептид алітам нестійкий до дії кислот, основ, ензимів протеаз, але в нейтральних середовищах стає стійким (час напіврозпаду при 100^0C становить 13 годин). Він приблизно у 2000 разів солодший за цукор.

Добування. Алітам синтезують з 3-аміно-2,2,4,4-тетраметилтіетану і похідних *L*-α-аспарагінової кислоти і *D*-аланіна. Для цього спочатку відомими методами утворюють дипептид аспартилаланін I, який при взаємодії з 3-аміно-2,2,4,4-тетраметилтіетаном (тіациклобутаном) II утворює кінцевий продукт III:



Існує також метод синтезу алітаму з діізопропілкетону через ряд послідовних реакцій:



Так, при бромуванні діізопропілкетону I утворюється 2,4-дибромо-2,4-диметил-3-оксопентан II, при нагріванні якого в присутності сіководню та метилату натрія $NaOCH_3$ одержують 2,2,4,4-тетраметил-3-оксотіациклобутан III. В умовах відновлювального амінування сполуки III під дією натрійбороціаніда та ацетату амонія спостерігається утворення 3-амінотіетану IV. Потім на сполуку IV діють *D*-аланіном V, молекула якого має захищену аміногрупу за допомогою *трет*-бутоксикарбонільної групи $(CH_3)_3C\text{-}O\text{-}CO\text{-}$ (БОК). У результаті цієї взаємодії утворюється інтермедіат VI, який гідролізують (знімають відповідний захист) дією розведеної хлоридної кислоти до VII. На останній стадії проводять утворення пептидного зв'язку при взаємодії сполуки VII з тіокарбоциклічним ангідридом VIII в кінцевій сполуці IX. Зазначимо, що сполуку VIII, своєю чергою, одержують з *L*-аспартатної (аспарагінової) кислоти та O,S-диметилового естеру дитіокарбонатної кислоти в присутності трибромідy фосфора.

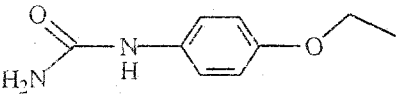
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0% (на суху речовину), води – не більше 11-13% (за Фішером), β-ізомеру (β-аспартатної кислоти) – не більше 0,3%, аланінаміду – не більше 0,2%, сульфатного попелу – не більше 1,0%, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Вважають, що дипептидна частина алітаму *in vivo* засвоюється повністю.

Дульцин

Підсолоджувач.

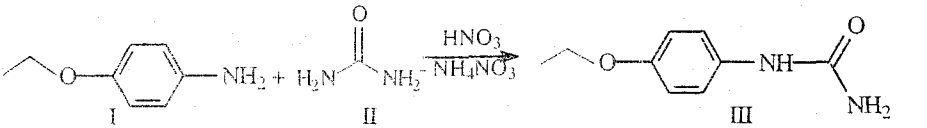
Синоніми: 4-етоксифенілсечовина, 4-етоксифенілкарбамід, сукрол, вальцин.



Хімічна назва: N-4-етокифенілкарбамід.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 173-174^{0}С. Приблизно у 250 разів солодший за сахарозу.

Добування. Дульцин одержують при взаємодії у водному розчині *п*-фенетидина (*п*-етоксианіліна) I з карбамідом II у вигляді солі з нітратною кислотою при кип'ятінні протягом трьох годин. При охолодженні розчину випадають кристали дульцину III, які відфільтровують і висушують:



Метаболізм і токсичність. Дульцин швидко всмоктується в організмі людини і повільно виділяється через нирки. При регулярному вживанні спостерігається утворення злоякісних пухлин нирок, внаслідок чого він не застосовується.

1.3. Цукрозамінники

Цукрозамінники – це такі речовини, які надають харчовим продуктам солодкий смак сахарози, зберігаючи при цьому її основні технологічні функції (зв'язування води та летючих ароматних речовин, вплив на в'язкість рідкого середовища та інші). За хімічною будовою цукрозамінники є переважно п'яти- і шестиатомними спиртами (поліолами) та продуктами їх глікозилювання у вигляді природних сумішей рослинного і синтетичного походження.

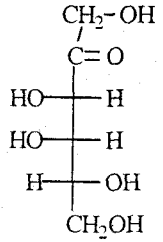
За силою солодкості, на відміну від підсолоджувачів, вони незначно відрізняються від сахарози. Набуло поширення застосування цукрозамінників і підсолоджувачів у вигляді суміші різних за хімічною природою речовин, що часто призводить до виникнення ефекта синергізма (взаємного підсилення солодкості). Крім того, застосування таких сумішей надає можливість придати готовій продукції профіль солодкості, який неможливо створити, застосовуючи тільки індивідуальні цукрозамінники або підсолоджувачі.

E963 Тагатоза, *D*-

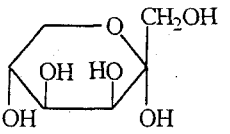
Цукрозамінник.

Синоніми: *D*-тагатоза, α-*D*-тагатоза; tagatose, *D*-; α-*D*-tagatose.

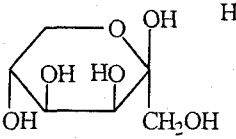
Будова. За хімічною будовою тагатоза є кетогексозою *D*-ряда, епімером *D*-фруктози і відрізняється від останньої конфігурацією атома С4. У кристалічному стані тагатоза існує у напівацетальних аномерних формах з піранозним і фуранозним циклами (структури Хеуорса), у водних розчинах існує також відкрита (карбонільна) форма - проекція Фішера:



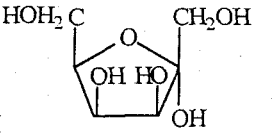
α- *D*-Тагато-піраноза



β-*D*-Тагато-піраноза



α-*D*-Тагато-фураноза



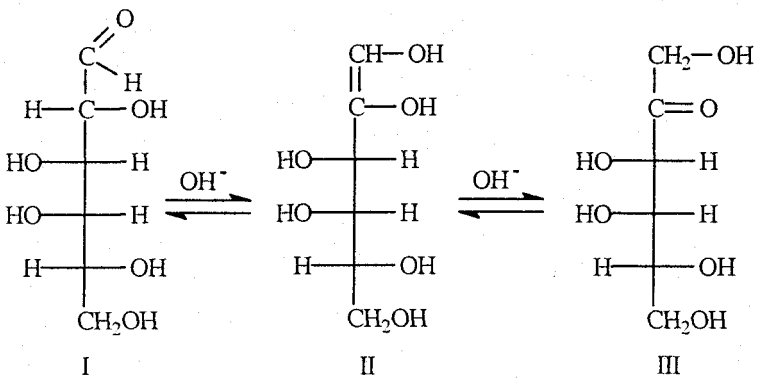
Хімічна назва: (3*S*,4*S*,5*R*)-1,3,4,5,6-пентагідрокси-2-гексанон, або *D*-*ліксо*-2-гексулоза.

Фізико-хімічні властивості. Це практично біла кристалічна речовина з т. топ. 133-135^{0}С, яка добре розчиняється у воді (160 г/100 мл при 20^{0}С); слабо – в етанолі (0,02 г/100 мл при 20^{0}С); не розчиняється в більшості органічних розчинниках. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від -4^0 до -5,6^0 для 1% водного розчину. Втрати при висушуванні – не більше 0,5%

(102^0C, 2 години). Солодкість тагатози становить приблизно 92% від солодкості сахарози.

Джерело. Тагатоза у малих кількостях міститься в молочних продуктах, у смолі, що виділяють з какао *Sterculia setigera*, а також в олігосахаридах лишайника *Rocella species*.

Добування. Тагатозу одержують з молочного цукру лактози у два етапи. На першому лактозу гідролізують до моносахаридів *D*-глюкози і *D*-галактози під дією ензима лактази. Потім *D*-галактозу відділяють від глюкози за допомогою катіонообмінної смоли. На другому етапі проводять епімеризацію *D*-галактози I до *D*-тагатози III в присутності гідроксиду кальція при pH 12. Процес епімеризації наведених моносахаридів відбувається внаслідок перебігу кето-енольної таутомерії при C1 і C2 атомах, що призводить до утворення спільного ендіолу II для *D*-галактози і *D*-тагатози:



По закінченню реакції ізомеризації в реакційне середовище для нейтралізації додають сульфатну кислоту, утворений осад $CaSO_4$ відфільтровують і надалі фільтрат концентрують та очищують методом хроматографічного фракціонування за допомогою катіонообмінних смол. З отриманного сиропу кристалізується *D*-тагатоза, яку висушують і, при необхідності, подрібнюють.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, води – не більше 0,5%, *D*-галактози – не більше 0,5%, інших моносахаридів – не більше 0,5%, протеїнів – не більше 0,2%, селену – не більше 100 мг/кг, арсену – не більше 5 мг/кг,

пломбуму – не більше 1 мг/кг, хрому – не більше 5 мг/кг, нікелю – не більше 5 мг/кг, аргентуму – не більше 5 мг/кг.

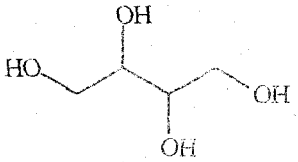
Метаболізм і токсичність. Для організму людини тагатоза вважається нетоксичною речовиною. Її застосовують у харчових продуктах у кількості 0-80 мг/кг маси тіла людини на добу.

Е968 Еритрол

Цукрозамінник.

Синоніми: еритрит, еритритол, мезо-1,2,3,4-тетрагідроксибутан, erythritol, erythrol, erythrit.

Будова. Еритрол за хімічною будовою належить до багатоатомних спиртів (поліолів) з конфігураційним походженням від моносахарида еритрози. Наявність двох хіральних атомів вуглецю зумовлює існування для еритритолу трьох відповідних стереоізомерних форм та рацемату: двох енантіомерів *R,R*- і *S,S*-, діастереозомера *мезо*-форми та рацемату:



Хімічна назва: (2*R*, 3*S*)-1,2,3,4-бутантетраол.

Фізико-хімічні властивості. Це біла кристалічна речовина з т. топ. 121,5^{0}С і т. кип. 329-331^{0}С, яка добре розчиняється у воді (61 г/100 г при 25^{0}С); середньо – в етанолі; не розчиняється в жирах, оліях та органічних розчинниках. Еритрол має солодість на рівні 80% від цукру. pH водного розчину 5,0-7,0. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,2% (70^{0}С, 6 годин, під вакуумом в ексикаторі).

Джерело. Еритрол міститься у водоростях, траві, лишаї, грибах тощо.

Добування. Наведений цукрозамінник одержують відновленням еритрози, окисненням 1,4-бутандіолу пероксидом водню – див. одержання сорбітолу (Е420), або ферментацією глюкози під дією мікроорганізмів *Moniliella pollinis* чи *Trichosporonoides megachiliensis*.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0% еритрону та рибітолу – не більше 0,1%,

відновлюючих моносахаридів на зразок *D*-глюкози – не більше 0,3%, сульфатного попелу – не більше 0,1%, водонерозчинних речовин – не більше 15 мг/кг, арсену – не більше 20 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 5 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Еритрол організмом людини не всмоктується і виводиться з нього у незмінному стані.

Е420* Сорбітол і сорбітоловий сироп

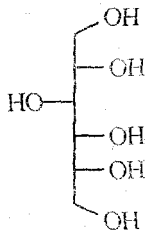
Цукрозамінники такого типу поділяються на сорбітол (і) та сорбітоловий сироп (іі).

Е420*(і) Сорбітол

Цукрозамінник, наповнювач, носій, вологоутримуючий агент, засіб для капсулювання.

Синоніми: сорбіт, гексангексол, *D*-глюцит, *D*-глюцитол, sorbitol, *D*-glucitol, *D*-sorbitol, *D*-sorbite, sorbol.

Будова. За хімічною будовою сорбітол є шестиатомним спиртом, з конфігураційним походженням від глюкози (з *глюко*-конфігурацією хірального атома С5):



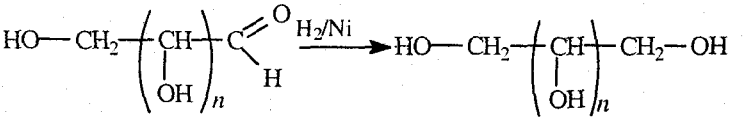
Хімічна назва: *D*-глюко-гекситол.

Сорбітол існує у безводному стані або у вигляді семі- і моногідратної форм.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 111^{0}С для безводної форми, який добре розчиняється у воді (235 г/100 г при 25^{0}С), гарячому етанолі; середньо - в етанолі при 20^{0}С і не розчиняється в жирних розчинниках.

Джерело. Сорбітол міститься як резервне депо вуглеводів у плодах рослин родини *Rosales*, наприклад, ягодах горобини (від 0,5 до 10%), глоду (4,7-7,6%), дерену (3,6-5,1%).

Добування. Сорбітол, як і інші поліоли, отримують електрохімічним відновленням або каталітичним гідруванням чистої глюкози (відповідної альдози) за загальною схемою:



Альдоза Поліол

Крім того, сорбітол виділяють із соку ягід свіжої горобини, який попередньо зброджують за допомогою хлібо-пекарських дріжджів. Отриману брагу очищують активованим вугіллям і випаровують. До утвореного залишку додають гарячий піридин і охолоджуть. В результаті в осад випадає комплекс сорбітола з піридином, який шляхом висушування повітрям перетворюється до чистого сорбітолу.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 91,0% *D*-сорбітолу та не менше 97,0% від загальних поліолів, води – не більше 1,0% (за Фішером), відновлюючих моносахаридів – не більше 0,3%, загальних моносахаридів у перерахунку на глюкозу – не більше 1,0%, сульфатного попелу – не більше 0,1%, хлоридів – не більше 50 мг/кг, сульфатів – не більше 100 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, нікелю – не більше 2 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Сорбітол всмоктується організмом людини повільніше, ніж глюкоза та фруктоза, у печінці метаболізується до фруктози під дією ензима сорбітолдегідрогенази та глікогену.

E420*(ii) Сорбітоловий сироп

Цукрозамінник, вологоутримуючий агент, наповнювач, розчинник.

Синоніми: сорбітний сироп, глюцитоловий сироп, sorbitol syrup, glucitol syrup non crystallizing, sorbitol solution.

Будова. Такий сироп є сумішшю більше 50% (на сухий залишок) сорбітолу, до 50% мальтитолу (E965) і незначної кількості гідрованої по кінцевим групам олігоглюкози або мальтодекстринів.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорий в'язкий сироп 70% концентрації з густиною 1,28-1,30 г/см^3. Він змішується з водою, поліолами, у малих концентраціях з етанолом. Гідровані олігосахариди уповільнюють його кристалізацію.

Добування. Сорбітоловий сироп отримують каталітичним гідруванням глюкозного сиропу, в якому міститься не менше 50% (на сухий залишок) дисахаридів глюкози.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0% на сухий залишок від гідрогенізованих моносахаридів і не менше 50% *D*-сорбітолу, води – не більше 31% (за Фішером), відновлюючих моносахаридів – не більше 0,3%, сульфатного попелу – не більше 0,1%, хлоридів – не більше 50 мг/кг, сульфатів – не більше 100 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

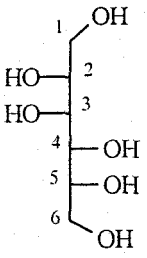
Метаболізм і токсичність. Див. Е420 (і) Сорбітол.

Е421* *D*-Манітол

Цукрозамінник, наповнювач, носій, добавка для запобігання грудкуванню, розділювач.

Синоніми: *D*-маніт, маніт, *D*-манітол, mannitol.

Будова. За хімічною будовою *D*-манітол є шестиатомним спиртом, з конфігураційним походженням від *D*-манози:



Хімічна назва: *D-мано*-гекситол.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 164-169^{0}С, який добре розчиняється у гарячій воді; середньо - у спиртах, холодній воді (17% при 20^{0}С або 22 г/100 г при 25^{0}С) і не розчиняється у неполярних вуглеводневих розчинниках. pH 5,0-8,0.

Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від $+23^0$ до $+25^0$ для 1% водного розчину. Втрати при висушуванні – не більше 0,3% (105^0С, 4 години).

Джерело. Манітол, як основний компонент манни – наростів у вигляді грудочок, міститься на ясені (до 30,0-50,5%), платані (до 80-90%), лишаях, моху тощо.

Добування. Манітол одержують каталітичним гідруванням манози або збагаченого фруктозою інвертованого цукру з подальшою кристалізацією важкорозчинного манітолу.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96,0%, відновлюючих моносахаридів – не більше 0,3%, загальних моносахаридів – не більше 1,0%, сульфатного попелу не більше 0,1%, хлоридів – не більше 70 мг/кг, сульфатів – не більше 100 мг/кг, нікелю – не більше 2 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

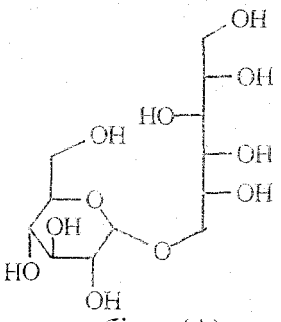
Метаболізм і токсичність. В організмі людини манітол незначно всмоктується тонким кишечником, у товстому кишечнику він розщеплюється під дією ензимів і засвоюється.

E953* Ізомальтитол

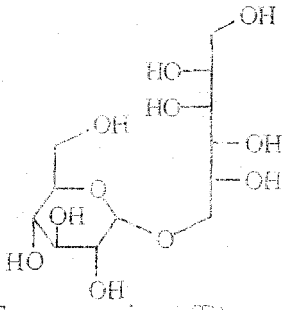
Цукрозамінник.

Синоніми: ізомальтит, палатиніт, ізомальт, isomalt, isomaltitol, palatinit.

Будова. Ізомальтитол – це суміш приблизно рівних частин глюкосорбітолу А (α-*D*-глюкопіранозидо-1,6-*D*-сорбітолу) і глюкоманітолу В (α-*D*-глюкопіранозидо-1,1-*D*-манітолу):



Глюкосорбітол (А)

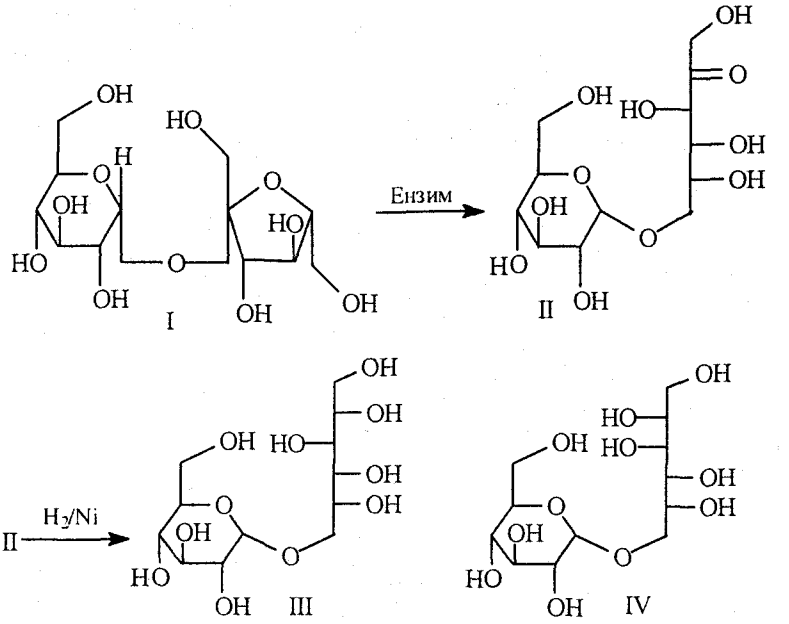


Глюкоманітол (В)

Хімічна назва: А – 6-О-α-*D*-глюкопіранозил-*D*-сорбітол і В – 1-О-α-*D*-глюкопіранозил-*D*-манітол дигідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це біла кристалічна речовина з т. топ. 145-150^{0}С, яка добре розчиняється у воді (39 г/100 г при 25^{0}С); середньо – в спиртах і не розчиняється в жирних розчинниках. Ізомальтитол вважається стійким до нагрівання (до 150^{0}С) і гідролізу.

Добування. Отримують ізомальтитол ензиматичною ізомеризацією сахарози I в ізомальтулозу („палатинозу") II, яку за допомогою каталітичного гідрування переводять у кінцеві глюкосорбітол III і глюкоманітол IV:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0% від загальної кількості моно- і дисахаридів, та не менше 86,0% від суміші глюкосорбітолу А і глюкоманітолу В; *D*-манітолу – не більше 3,0%, *D*-сорбітолу – не більше 6,0%, відновлюючих моносахаридів – не більше 0,3%, води – більше 7,0% (за Фішером), сульфатного попелу – не більше 0,05%, нікелю – не більше 2 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. В організмі людини ізомальтитол у тонкому кишечнику частково гідролізується до глюкози, сорбітолу і манітолу. Решта ізомальтитолу розщеплюється мікрофлорою товстого кишечника до низькомолекулярних карбонових кислот.

E965* Мальтитол і мальтитоловий сироп

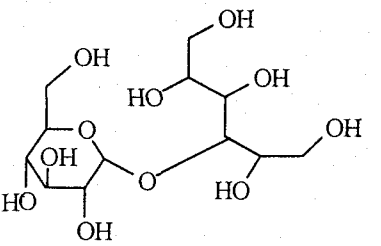
Цукрозамінники наведеного типу поділяються на мальтитол (i) та мальтитоловий сироп (ii).

E965*(i) Мальтитол

Цукрозамінник, вологоутримуючий агент.

Синоніми: гідрована мальтоза, мальтит, глюкопіранозилсорбітол, maltitol, hydrogenated maltose.

Будова. За хімічною будовою мальтитол є етером *D*-глюкози та *D*-глюцитолу (сорбітолу):



Хімічна назва: α-*D*-глюкопіранозил-1,4-*D*-глюцитол.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 148-151^{0}C, який добре розчиняється у воді (175 г/100 г при 25^{0}C); середньо - у спиртах і не розчиняється в жирних розчинниках. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від +105,5^0 до +108,5^0 для 5% водного розчину. Вважають стійким до гідролізу до значення pH 3.

Добування. Мальтитол отримують каталітичним гідруванням відновлюючого дисахариду мальтози або високомальтозних сиропів.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, води – не більше 1,0% (за Фішером), відновлюючих моносахаридів на зразок глюкози – не більше 0,1%, сульфатного

попелу – не більше 0,1%, хлоридів – не більше 50 мг/кг, сульфатів – 100 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, нікелю – не більше 2 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. В організмі людини мальтитол не повністю гідролізується в тонкому кишечнику до глюкози, сорбітолу і манітолу. У товстому кишечнику він розщеплюється мікрофлорою до низькомолекулярних карбонових кислот аналогічно ізомальтитолу.

E965*(ii) Мальтитоловий сироп

Вологоутримуючий агент.

Синоніми: мальтитний сироп, maltitol syrup, hydrogenated maltose-content glucose syrup, dried maltitol syrup.

Будова. Мальтитоловий сироп є сумішшю сорбітолу, мальтитолу і поліглюкозидів, гідрованих по кінцевим вуглеводним ланкам.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі в'язкі рідини, які добре розчиняються у воді, слабо розчиняються в спиртах.

Добування. Мальтитоловий сироп отримують каталітичним гідруванням багатих на мальтозу продуктів оцукрування крохмалю із вмістом дисахаридів менше 50%.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0% від загальної кількості гідрогенізованих моно- і дисахаридів, і не менше 50,0% мальтитолу; відновлюючих моносахаридів – не більше 0,3%, води – більше 31,0% (за Фішером), сульфатного попелу – не більше 0,1%, хлоридів – не більше 50 мг/кг, сульфатів – не більше 100 мг/кг, нікелю – не більше 2 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. Мальтитол E965(i).

E964 Полігліцитоловий сироп

Цукрозамінник, стабілізатор.

Синоніми: hydrogenated starch hydrolysate; surop, hydrolysed starch, hydrogenated.

Будова. За хімічною будовою полігліцитоловий сироп є сумішшю сахаридних поліолів переважно мальтитолу (α-*D*-глюкопіранозил-1,4-*D*-глюцитолу – див. E965(i), сорбітолу (*D-глюко*-гекситолу –

див. Е420(і)) і меншої кількості гідрованих оліго- і полісахаридів, мальтотриолу, або α-*D*-Глю$_p$-(1→4)-α-*D*-Глю$_p$-(1→4)-*D*-Глю$_p$.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі в'язкі рідини або білий кристалічний порошок у сухому стані, молекулярна маса якого 900-1 800. Полігліцитоловий сироп добре змішується з водою, розчинність відповідного порошку становить 65-175 г/100 г при 25^{0}С; розчиняється у більшості органічних розчинниках; слабо розчиняється в етанолі.

Добування. Наведений сироп одержують методом каталітичного гідрування суміші моносахаридів (глюкози, мальтози), полісахаридів (високомолекулярних полімерів глюкози). Отриманий сироп може бути при відповідному висушуванні перетворений до порошкоподібного стану.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 50%, сорбітолу – не більше 20% (на сухий залишок), води – не більше 31,0% (за Фішером), відновлюючих цукрів – не більше 0,3%, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

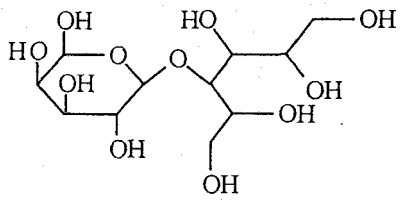
Метаболізм і токсичність. За дією на людський організм полігліцитоловий сироп прирівнюють до мальтитолового сиропу - Е965(іі).

Е966 Лактитол

Цукрозамінник.

Синоніми: гідрована лактоза, лактит, lactitol, lactic, lactobiosit, lactositol.

Будова. За хімічною будовою лактитол є етером β-*D*-галактози і *D*-глюцитолу (сорбітолу):



Хімічна назва: 4-О-(β-*D*-галактопіранозил)-1,4-*D*-глюцитол.

Лактитол у кристалічній формі існує у вільному стані, а також у вигляді моно- та дигідратів.

Фізико-хімічні властивості. Це білі слабо гігроскопічні кристали з т. топ. 146^{0}С для зневодненого, 115-125^{0}С – моногідрату і 70-80^{0}С – дигідрату. Лактитол існує також у вигляді водних розчинів. Кристалічний продукт добре розчиняється у воді (140 г/100 г при 25^{0}С для моногідрату). Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від +13^0 до +16^0 для 10% водного розчину.

Добування. Лактитол отримують каталітичним гідруванням відновлюючого дисахариду лактози при високій температурі або ферментацією лактози.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, води – не більше 10,5% для гідратів і 31% (за Фішером) для розчину, інших поліолів – не більше 2,5%, відновлюючих моносахаридів – не більше 0,1%, сульфатного попелу – не більше 0,1%, хлоридів – не більше 100 мг/кг, сульфатів – не більше 200 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, нікелю – не більше 2 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

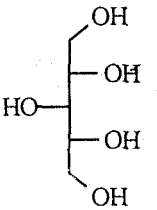
Метаболізм і токсичність. У тонкому кишечнику людини лактитол практично не всмоктується і не гідролізується до галактози і сорбітолу. Основна його частина розщеплюється в товстому кишечнику відповідною мікрофлорою до низькомолекулярних карбонових кислот.

Е967* Ксилітол

Цукрозамінник.

Синоніми: ксиліт, xylitol.

Будова. За хімічною будовою ксилітол є п'ятиатомним спиртом з конфігураційним походженням від *D*-ксилози:



Хімічна назва: *D-ксило*-пентитол.

Фізико-хімічні властивості. Це білий гігроскопічний кристалічний порошок з т. топ. 93-94^{0}С, який добре розчиняється у воді (200 г/100 г при 25^{0}С); середньо – спиртах; не розчиняється в діетиловому етері, неполярних вуглеводневих розчинниках. pH 5,0-7,0 для 10% водного розчину. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,5% (60^{0}С, 4 години). Вважається стійким до дії температури і кислот.

Джерело. Ксилітол міститься в овочах і фруктах до 1% на сухий залишок. Значну його кількість містять високомолекулярні ксилани з березової деревини.

Добування. Березову деревину (поліксилани) гідролізують кислотою до *D*-ксилози, яку після очистки віднвлюють до ксилітолу аналогічно іншим альдозам. Крім того, ксилітол добувають з пентозановмісних гідролізатів геміцелюлоз бавовняної лузги і кукурудзяних качанів, що містять ксилозу.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,5%, води – не більше 0,5% (за Фішером), інших поліолів – не більше 1,0%, відновлюючих моносахаридів – не більше 0,2%, сульфатного попелу – не більше 0,1%, хлоридів – не більше 100 мг/кг, сульфатів – не більше 200 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, нікелю – не більше 2 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. В організмі людини ксилітол токсичних властивостей не проявляє і бере участь в процесах обміну речовин.

1.4. Речовини солоні

Солоними речовинами називаються такі, які надають харчовим продуктам солоний смак. Такі речовини застосовують у випадку необхідності заміни традиційної харчової солоної речовини, якою є хлорид натрію, на іншу, яка б не містила катіони натрію. Це пов'язано переважно з певними хворобами. Як замінники звичайної повареної солі NaCl використовують калієві, кальцієві або магнієві солі неорганічних і органічних кислот.

E515* Сульфат калію

Замінник солі, регулятор кислотності, поживне середовище для дріжджів, носій.

Синоніми: калій сірчанокислий, калієва сіль сірчаної кислоти, potassium sulfate.

K_2SO_4

Хімічна назва: калію сульфат.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристали або кристалічний порошок з т. топ. 1074^{0}C, який добре розчиняється у воді (11,1 г/100 г при 20^{0}C і 14,8 г/100 г при 40^{0}C); не розчиняється в етанолі. pH 5,5-8,5 для 5% водного розчину.

Джерело. Сульфат калію входить до складу таких мінералів як глазерит $2K_2SO_4 \cdot Na_2SO_4$, шеніт $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$, леоніт $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$, лангбейніт $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ тощо. Крім того, він входить до складу мінералів, які містяться у водах солоних озер.

Добування. Сульфат калію одержують з природних копалин, взаємодією KCl з H_2SO_4 у водному розчині, реакцією обміну при взаємодії KCl з $MgSO_4$ чи Na_2SO_4, або з лангбейніту при його прокалюванні с вуглецем:

$$K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4 + 2C \longrightarrow K_2SO_4 + 2Mg + 2CO_2 + 2SO_2$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, селену – не більше 30 мг/кг, арсену – 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. E508 Хлорид калію.

До речовин, які надають харчовим продуктам солоний смак і мають іншу основну технологічну функцію, належать також:

- (E335) тартрати натрію - гл. 1.1,
  (E336) тартрати калію - гл. 1.1,
  (E337) тартрат натрію-калію - гл. 1.1,
  (E354) тартрат кальцію - гл. 1.1.

1.5. Ароматизатори

Ароматизатори – це речовини, які при внесенні до харчового продукту надають йому певний аромат і смак, тобто є смакоароматними речовинами. Ароматизатори існують здебільшого у вигляді складних сумішей певних смакоароматних речовин природнього походження. Тому до ароматизаторів недоцільно включати соки, сиропи, варення, кон'яки, вина, пряноші та приправи тощо, незважаючи на їх суттєвий вплив на смак і аромат, оскільки самі по собі вони вважаються харчовими продуктами. З тих самих міркувань до ароматизаторів не включають також запашні есенції (ефірні олії, або запашні олії); настої та інші.

За хімічною будовою ароматизатори є переважно аліфатичними і ароматичними спиртами, кетонами, альдегідами, кислотами, естерами, тіолами (меркаптанами), органічними моно-, ди- і полісульфідами; заміщеними піразинами, тіазолами; похідними фурану, тіофену та інших гетероциклічних сполук. При цьому вміст індивідуальних хімічних сполук у природних ароматизаторах може досягати кількох сотень. Наприклад, цитрусові ароматизатори містять до 157 речовин, з яких аліфатичні та аренові вуглеводні становлять 49, карбонільні сполуки – 31, спирти та феноли – 35, кислоти та відповідні лактони – 10 та інші. Натуральна кава містить таких речовин до 370 (аліфатичні та ароматичні вуглеводні – 40, гетероциклічні сполуки – 16, карбонільні сполуки – 136, спирти та феноли – 56, кислоти та відповідні лактони – 21, етери – 33, сірковмісні сполуки – 21 та інші до 47).

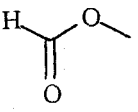
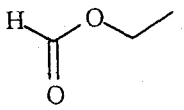
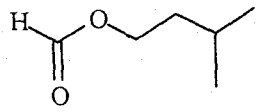
Ароматизатори поділяються на натуральні, ідентичні натуральним і штучні. Зауважимо, що поняття „натуральний ароматизатор" у різних країнах визначається по-різному, а термін „ідентичний натуральному" у США взагалі не використовується.

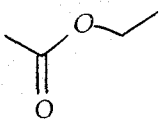
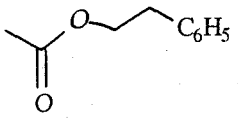
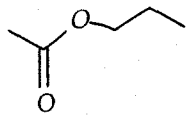
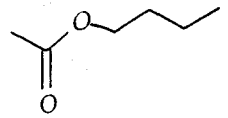
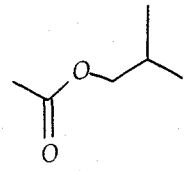
Широкий асортимент виробляємих ароматизаторів, кількість яких у світі становить кілька десятків тисяч, полікомпонентність систем, різна хімічна природа і будова складових, різні джерела добування – все це значно ускладнює їхню оцінку з точки зору гігієнічної безпеки окремих компонентів і відповідних сумішей, контролю якості тощо. Тому ароматизатори не включені до класифікатору харчових добавок і Е-індекси їм не присвоюються.

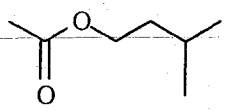
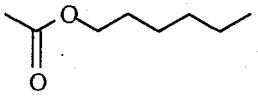
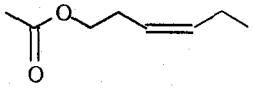
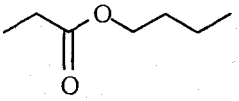
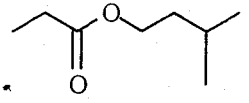
Вважають, що до харчових ароматизаторів належать такі компоненти, як смакоароматичні препарати і речовини, технологічні ароматизатори та коптильні ароматизатори.

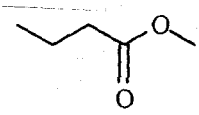
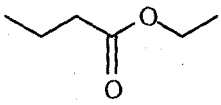
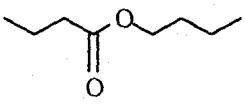
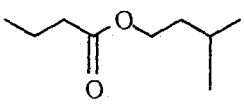
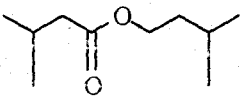
Значну групу ароматних речовин, що використовуються у харчовій галузі, складають естери нижчих карбонових кислот і спиртів (табл. 1.5.1). Зауважимо, що наведені естери не вичерпують перелік усіх сполук-ароматизаторів.

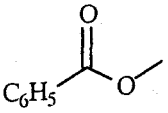
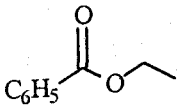
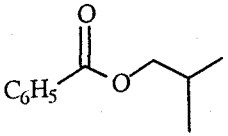
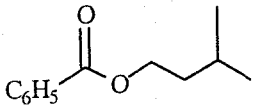
Таблиця 1.5.1. Ароматні естери аліфатичних та ароматичних кислот

№	Формула	Назва	Запах	Фізико-хімічні властивості
1		Метил-форміат	Фруктово-яблучний	Т. кип. 31,8^{0}C Т. топ. – 99,8^{0}C. Розчиняється в етанолі, етері; у воді - 30,4 г/100 г (20^{0}C).
2		Етилформіат	Фруктово-ромовий	Т. кип. 54,3^{0}C Т. топ. – 80,5^{0}C Розчиняється в етанолі, етері, у воді – 11,8 г/100г (25^{0}C).
3		Ізоаміл-форміат	Сливовий	Т. кип. 123,5^{0}C. Розчиняється в етанолі, етері; у воді - 0,307 г/100г (22^{0}C).

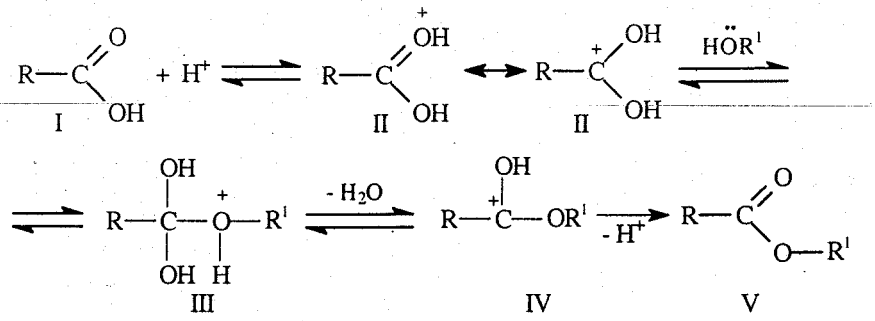
4		Етилацетат	Фруктовий	Т. кип. 77,1^{0}С. Т. топ. – 84^{0}С. Розчиняється в етанолі, етері, бензені, $CHCl_3$; у воді – 12%.
5		2-Феніл-етилацетат	Троянди, жасміну (відтінок зелені)	Т. кип. 232^{0}С. Розчиняється ветиленгліколі та інших органічних розчинниках; у 70% етанолі – 1:2; мало – у воді.
6		Пропілацетат	Фруктовий	Т. кип. 101,7^{0}С. Т. топ. –92,5^{0}С. Розчиняється в етанолі, етері; у воді - 1,69 г/100 г (20^{0}С).
7		Бутилацетат	Фруктовий	Т. кип. 126,3^{0}С. Т. топ. – 76,8^{0}С. Розчиняється в органічних етанолі, етері; у воді – 1%.
8		Ізобутил-ацетат	Фруктовий	Т..кип. 116,5^{0}С. Т..топ. – 98,9^{0}С. Розчиняється в етанолі, етері; у воді – 0,6%.

9		Ізоамілацетат	Грушевий	Т. кип. - 142^{0}С. Т. топ. – 78,5^{0}С. Розчиняється в етанолі, етері; у воді – 0,16 г/ 100г (25^{0}С).
10		Гексилацетат	Фруктово-грушевий	Т. кип. 169,2^{0}С. Легко розчиняється в етанолі, етері; не розчиняється у воді.
11		*цис*-3-гексен-1-ілацетат	Фруктов і зелені	Т. кип. 165-167^{0}С. Розчиняється в спиртах, пропіленгліколі; у воді – 0,09 г/100г (20^{0}С).
12		Бутил-пропіонат	Фруктовий	Т. кип. 146,5^{0}С. Т.топ. – 88,5^{0}С. Легко розчиняється в етанолі, етері; погано - у воді.
13		Ізоаміл-пропіонат	Абрикосо-сливовий	Т. кип. 160,2^{0}С. Легко розчиняється в етанолі, етері; у воді – 0,09 г/ 100г (25^{0}С).

14		Метил-бутират	Яблучний	Т. кип. 102,3^{0}С. Т. топ. < -95,5^{0}С. Розчиняється в етанолі, етері; у воді – 1,56 г/ 100г (21^{0}С).
15		Етилбутират	Ананасовий	Т. кип. 121,5^{0}С. Т. топ. – 97,9^{0}С. Розчиняється в етанолі, етері; у воді - 0,51 г/100 г (20^{0}С).
16		Бутилбутират	Фруктовий, масляний	Т. кип. 166,4^{0}С. Т. топ. – 91,5^{0}С. Розчиняється в етанолі, етері; важко – у воді.
17		Ізоаміл-бутират	Сливовий, грушевий	Т. кип. 184,8^{0}С. Т. топ. – 73,2^{0}С. Розчиняється в етанолі, етері; у воді – 0,054 г/100г (50^{0}С).
18		Ізоамілілізова леріат	Фруктово-яблучний	Т. кип. 204^{0}С. Розчиняється в етанолі, погано - у воді.

19		Метилбензоат	Квітковий (іланг-ілангового відтінку)	Т. кип. 199^{0}С або 95^{0}С при 25 мм рт. стовпчика. Т. топ. – 12,2^{0}С. Розчиняється в етанолі, етері; у воді – 0,016 г/100г (30^{0}С).
20		Етилбензоат	Квітковий (іланг-ілангового відтінку)	Т. кип. 212,4^{0}С або 106^{0}С при 25 мм рт. стовпчика. Т. топ. – 34,2^{0}С. Розчинність у воді 0,08 г/100 г (20^{0}С).
21		Ізобутил-бензоат	Квітковий (трояндового відтінку)	Т. кип. 237^{0}С. Розчиняється в етанолі, етері; не розчиняється у воді.
22		Ізоаміл-бензоат	Квітковий (фруктового відтінку)	Т. кип. 262^{0}С. Розчиняється в етанолі, етері; не розчиняється у воді.

Основним методом одержання наведених ароматизаторів є реакція естерифікації, яка відбувається при взаємодії карбонових кислот або їхніх ангідридів, арилсульфонових кислот, кислих катіонообмінних смол тощо зі спиртами у кислому середовищі:

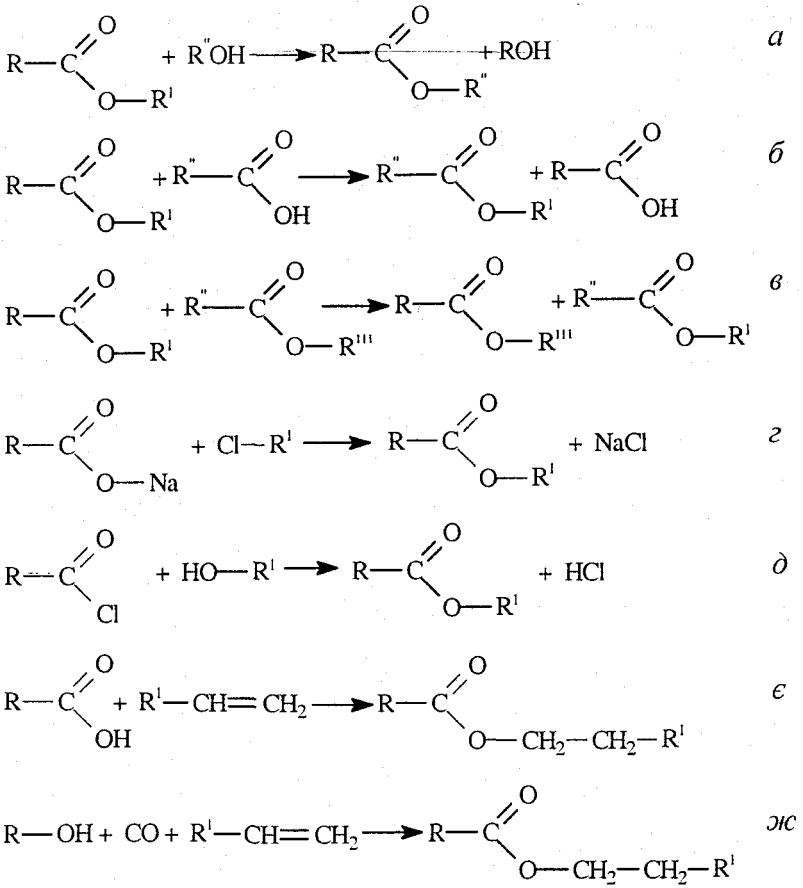


Реакція естерифікації починається із взаємодії каталітичного протону з молекулою карбонової кислоти I з утворенням аніона протонованої кислоти II, який є гібридом відповідних резонансних структур. Каталітична протонізація суттєво збільшує позитивний заряд на карбонільному атомі вуглецю, і він активніше взаємодіє з нуклеофільною молекулою спирта з утворенням нестійкої оксонієвої сполуки III. Остання при відщепленні молекули води перетворюється у протонований естер IV, який завдяки депротонізації дає кінцевий естер V.

Реакція естерифікації є зворотною, рівновага системи при цьому залежить від природи і кількості основних компонентів і характеризується рівноважною концентрацією продуктів реакції (межою естерифікації). З метою зміщення рівноваги в бік утворення естеру застосовують певні прийоми (нагрівання, вилучення води або естеру методом азеотропної дистиляції, використання значного надлишку одного з компонентів).

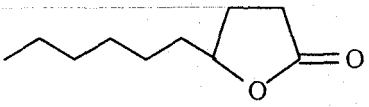
Найкраще в реакцію естерифікації вступають первинні і найгірше - третинні спирти.

Для одержання естерів використовуються також реакції переестерифікації, які відбуваються за різними варіантами: 1) дія на певний естер іншого спирту *а*; 2) іншої кислоти *б* або 3) іншого естеру *в*); 4) взаємодії алкілхлоридів з карбоновими кислотами або їх солями *г*; 5) взаємодії спиртів з галогенангідридами карбонових кислот *д*; 6) взаємодії карбонових кислот з алкенами (в присутності кислот, під тиском) *е*; 7) карбонілювання спиртів в присутності алкенів *є*, а також численними іншими методами:

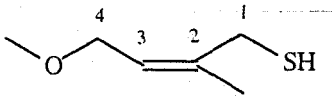


Смак і аромат готової продукції оцінюється за допомогою „сенсорного аналізу" і аналітичних методів. Значна роль при цьому належить ключовим компонентам, які визначають основний „тон" аромату відповідної суміші. Наприклад, ключовим компонентом запаху абрикосів вважають 4-деканолід (γ-деканолактон, або γ-гексіл-γ-бутиролактон), чорної порічки – ненасичений тіол 4-метокси-2-метил-2-бутентіол, кави – фурфурилтіол, часника – діалілди- і діалілтрисульфід; цитрини (лимону) – цитраль (3,7-диметил-2,6-октадієналь у вигляді двох геометричних *E*- і *Z*-ізомерів – гераніаля і нераля у співвідношені 90:10 відповідно), малини – *n*-гідроксифеніл-3-

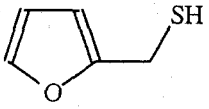
бутанон, кмину – карвон (у вигляді енантіомерів 6,8(9)-*п*-ментадієн-2-ону), ванілі – ванілін (4-гідрокси-3-метоксибензальдегід) тощо:



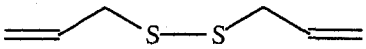
4-Деканолід



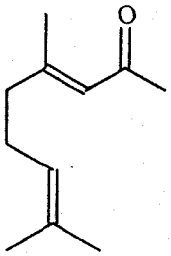
4-Метокси-2-метил-2-бутентіол



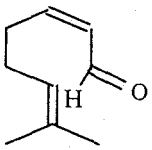
Фурфурилтіол



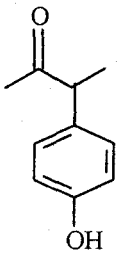
Діалілдисульфід (*Е*-ізомер)



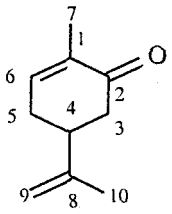
Гераніаль (Z-ізомер)



Нераль



п- Гідроксифеніл-3-бутанон



Карвон

Джерелом ароматизаторів є запашні есенції (запашні олії), настої, пряноші та продукти їх переробки, речовини хімічного і мікробіологічного синтезу.

Е1519 Бензиловий спирт

Ароматизатор.

Синоніми: фенілметанол, фенілкарбінол, benzyl alcohol, phenylmethyl fIcohol, phenylmethanol.

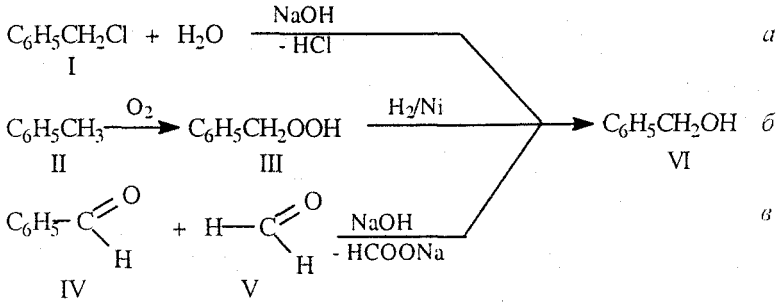
$C_6H_5CH_2OH$

Хімічна назва: фенілметанол.

Фізико-хімічні властивості. Це прозора рідина з т. кип. 205,2^{0}С або 89^{0}С при 10 мм рт. стовп., яка добре розчиняється у хлороформі, ацетоні, метанолі, водному (50%) етанолі (66,7 г/100 г при 20^{0}С); менше - у воді (4 г/100 г при17^{0}С). Значення n_D^{20} становить1,538-1,541. Кислотне число – не більше 0,5 мг КОН/г.

Джерело. Бензиловий спирт у вільному стані або у вигляді різноманітних естерів міститься у багатьох запашних есенціях (ефірних оліях) - гвоздиковій, жасминовій, іланг-іланговій; природних смолах і бальзамах; входить до складу значної кількості рослин, фруктів тощо.

Добування. Бензиловий спирт VI одержують різними синтетичними методами. Так, за одним з них проводять реакцію лужного гідролізу бензилхлорида I при 100^{0}С (*а*), за другим – окиснення (некаталітичне) толуену II з утворенням проміжного бензилгідропероксиду III, який надалі відновлюють (*б*); а також використовуючи окисно-відновну реакцію Канніццаро в сильнолужному середовищі за участю бензальдегіда IV і мурашиного альдегіда V(*в*).



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0% або не менше 95,5% для фракції з т. кип. 202-208^{0}С, бензальдегіду – не більше 0,2%, плюмбуму – не більше 5 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Бензиловий спирт при малих концентраціях для людини вважається малотоксичною речовиною. В умовах *in vivo* він швидко окиснюється до бензойної кислоти

Наявність високих концентрацій може привести до задухи, гіпотонії, конвульсіям і навіть паралічу.

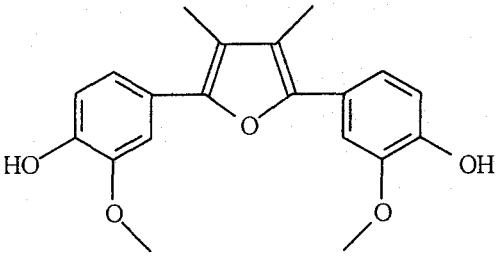
Е314 Гваякова смола

Ароматизатор, антиоксидант

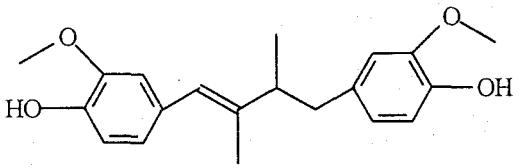
Синоніми: гваяконова кислота, гваяретова кислота, guaiac resin, guaiac gum, gum guaicum.

Будова. Натуральна гваякова смола складається з двох основних компонентів: α- і β-гваяконових (guaiaconic) кислот (приблизно 70%) і гваяретової (guaiaretic) кислоти (до 10%). До складу смоли також входять ванілін (20%), гваякол (2-метоксифенол) та інші феноли, неорганічні речовини.

Хімічна структура наведених кислот остаточно ще не встановлена; їх відносять до представників лігніну, одного з основних компонентів деревини. Такі кислоти можна розглядати як похідні фурану або дифенілбутену. Вони утворюються в деревині при біосинтезі з гваяцилпропанолу, коніферилового та інших фенілпропанових спиртів (див. Ванілін):



α-Гваяконова кислота



Гваяретова кислота

Хімічні назви: α-гваяконова кислота – 3,4-диметил-2,5-*біс*-(4-гідрокси-3-метокси)фуран (Pub. Chem. Compound 165795); гваяретова кислота - 1,4-*біс*(4′-гідрокси-3′-метоксифеніл)-2,3-диметил-1-

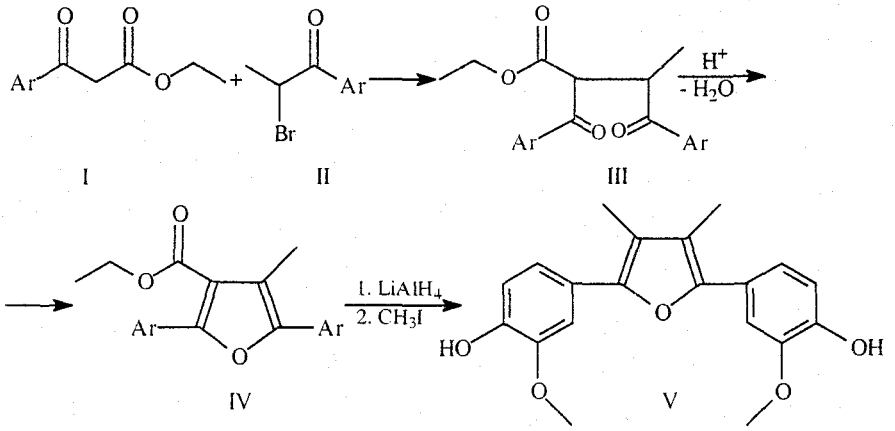
бутен, або 1,4-*біс*(3′,4′-дигідроксифеніл)-2,3-диметил-1-бу-тен або 3,3′-диметокси-7-лігнен-4,4′-діол.

Фізико-хімічні властивості. Це аморфна маса від коричневого до зеленовато-коричневатого забарвлення з т. топ. 85-90^{0}С, яка добре розчиняється в спиртах, діетиловому етері; середньо - в жирах та оліях; не розчиняється у воді.

Джерело. Наведена речовина міститься в смолі дерев *Guajacum officinale* L. або *Guajacum sanctum* L.

Добування. Гваякову смолу добувають зі смоли відповідних дерев методом витоплювання (екстракцією) у воді з наступною очисткою та висушуванням.

Відомий також синтетичний шлях одержання кислот подібного виду на прикладі α-гваяконової кислоти (синтез за Фейстом-Бенарі з 1,4-дикарбонільних сполук):



Спочатку при взаємодії β-дикетоестеру I, у молекулі якого в бензенове ядро попередньо введені HO- і CH_3-групи, з аналогічною α-бромопохідною етил(*п*-гідрокси-*м*-метоксифеніл)кетону II утворюється відповідний дикетоестер III. Останній в присутності кислого каталізатора циклізується до похідної фурану IV. При відновленні естерного фрагменту в сполуці IV під дією тетрагідроалюмінату літія до енольного та його відповідного метилювання одержують кінцеву кислоту V.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 90,0%, загального попелу – не більше 5,0%, попелу кислотонерозчинних речовин – не більше 2,0%, нерозчинних в етанолі речовин – не більше 15,0%, пломбуму – не більше 2 мг/кг.

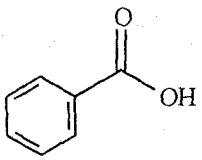
Метаболізм і токсичність. Гваякова смола людським організмом не засвоюється або майже не засвоюється.

Е906 Бензойна смола

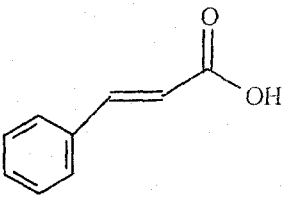
Ароматизатор.

Синоніми: росний ладан, benzoin resin, benzoin gum, styrax resin, benzoin, benzo-charz.

Будова. Бензойна смола є складною сумішшю, основними компонентами якої є естери цинамонатної (цинамонової, або *транс*-3-фенілпропенової) і бензоатної (бензойної) кислот та переважно бензилового $C_6H_5CH_2OH$, коніферилового (3-метокси-4-гідроксицинамілового – див. Ванілін) та цинамілового спиртів; вільних згаданих кислот і спиртів, терпенів, їхніх кисневмісних похідних, а також ваніліну:



Бензоатна кислота



Цинамонатна кислота

Фізико-хімічні властивості. Це в'язка рідина від молочно-білого до бурого кольору з бальзамо-смолистим запахом і т. топ. 75-90^{0}С. Вона швидко темніє та твердне на повітрі. Добре розчиняється в етанолі і не розчиняється у воді.

Джерело. Бензойна смола міститься в деревах родини стираксових *Styrax tonkinensis і Styrax benzoin* або *S. Parallеloneurus*. Залежно від джерела добування хімічний склад смоли відрізняється: смоли з *Styrax tonkinensis*, які називаються „бензоїн Сіам", містять переважно естери бензоатної кислоти, смоли з *Styrax benzoin* („бензоїн Суматра") – естери цинамонатної кислоти.

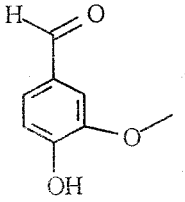
Добування. Бензойну смолу добувають методом підсічки дерев цієї родини (нанесення надрізу на стовбурі). Надалі смолу екстрагують теплим етиловим спиртом, відфільтровують від нерозчинної частини і відганяють розчинник.

Вміст основних компонентів у кінцевому продукті становить: коніферилбензоату і коніферилцинамонату у різному співвідношенні – 65-75%; вільних коніферилового, цинамілового та бензилового спиртів 10-20%, вільної бензоатної та цинамонатної кислот 8-12%, ваніліну 1-2%.

Ванілін*

Ароматизатор, підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: vaniline, vanillaldehyde.



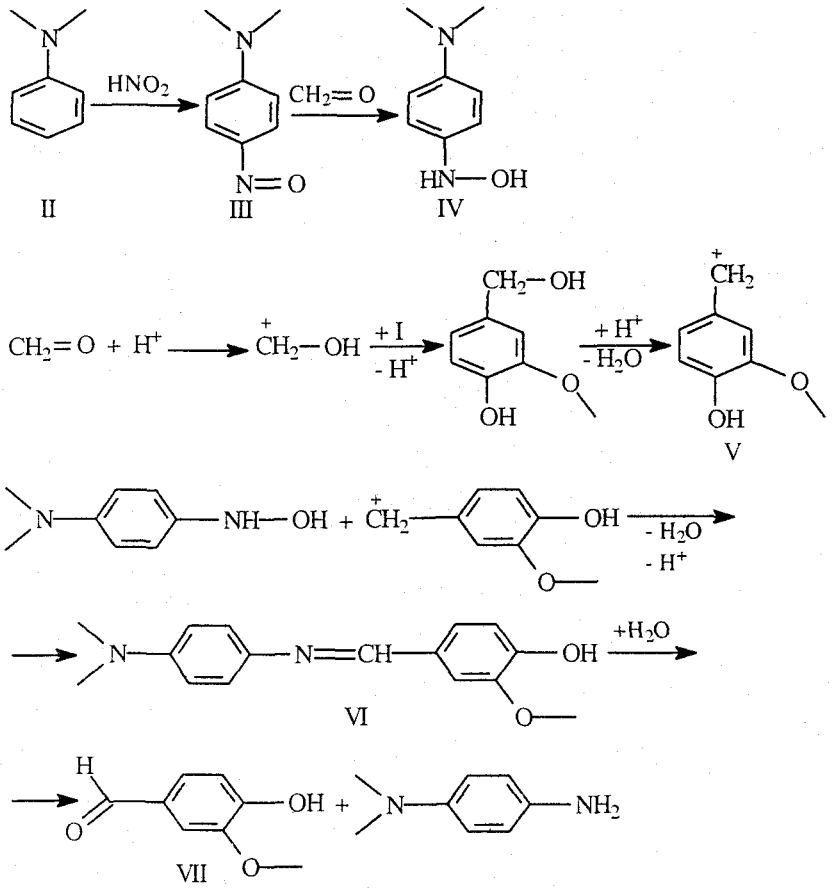
Хімічна назва: 4-гідрокси-3-метоксибензальдегід.

Фізико-хімічні властивості. Це білі або яскраво-жовті кристали з т. топ. 81-83^{0}С і приємним ароматом. Ванілін розчиняється у воді (1% при 20^0 і 5% при 80^{0}С), етанолі при слабкому нагріванні, гліцеролі (5%), пропіленгліколі – 220 г/л при 20^{0}С і 700 г/л при 40^{0}С. Втраги при висушуванні становлять не більше 0,5% (105^{0}С, 2 години).

Джерело. Ванілін у вигляді глікозидів міститься (до 3%) у ванільних бобах – плодах ліан родини орхідейних *Vanilla planifolia і V. Ротрона.*

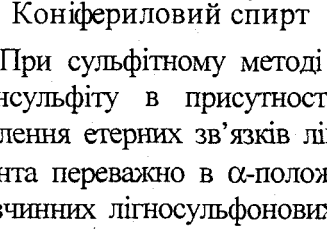
Добування. Натуральний ванілін виділяють з ванілі методом екстракції (ванільні екстракти) або отримують біотехнологічним методом. Крім того, існує низка синтетичних і напівсинтетичних шляхів його одержання, серед яких найважливішими є: 1) з гваяколу (нітрозний метод, реакцією Тімана – Реймера), 2) з лігніну та 3) евгенолу.

Так, за нітрозним методом (з гваяколу) спочатку з диметиланіліну II одержують *n*-нітрозодиметиланілін III, який під дією формальдегіду $CH_2=O$ окиснюється до *n*-диметиламінофенілгідроксиламіну IV. Одночасно з гваяколу (*o*-метоксифенолу) I під дією формальдегіда внаслідок відповідних взаємодій утворюється карбокатіон бензильного типу V. Взаємодія останнього з гідроксиламіном IV веде до азометину (основи Шиффа)VI, гідролізом якого одержують ванілін VII:

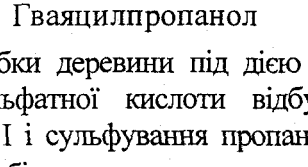


Добування з лігніну (відходів целюлозно-паперового виробництва) грунтується на таких засадах. Лігнін є одним з основних компонентів деревини, вміст якого у хвойних деревах досягає 30-35% (решта – целюлоза та геміцелюлоза). Лігнін є

нерегулярним полімером з розгалуженою будовою, містить різні структурні елементи ароматичного характеру, основу яких складають фенолопропанові спирти на зразок коніферилового і гваяцилпропанолу:

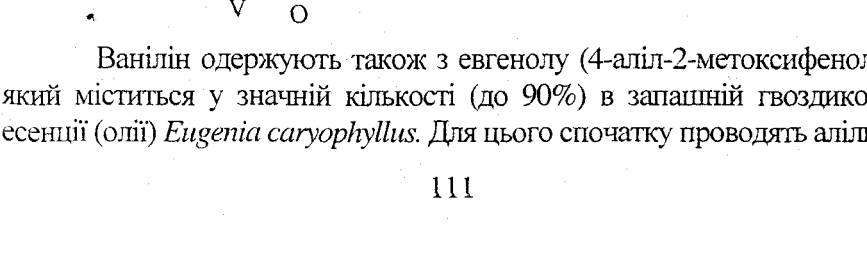


Коніфериловий спирт



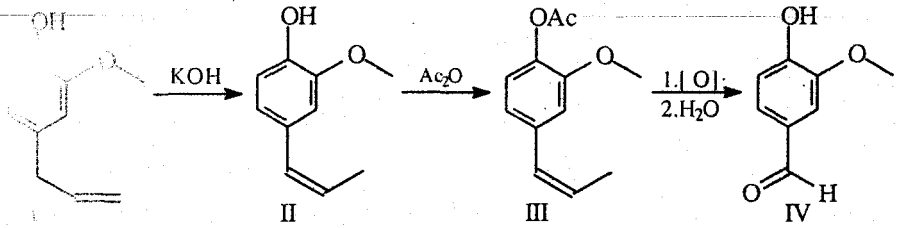
Гваяцилпропанол

При сульфітному методі обробки деревини під дією кальція гідрогенсульфіту в присутності сульфатної кислоти відбувається розщеплення етерних зв'язків лігніну I і сульфування пропанолового фрагмента переважно в α-положення бічного ланцюга з утворенням водорозчинних лігносульфонових кислот II з меншою молекулярною масою, ніж лігнін ($n > m$). Якщо утворені лігносульфонові кислоти у лужному середовищі окиснювати в м'яких умовах окисниками на зразок нітробензену або оксиду купруму(II) при 140-160^{0}C відбувається низка послідовних реакцій оксидаційної деструкції та десульфування (утворення проміжних продуктів III і IV) до кінцевого ваніліну V:



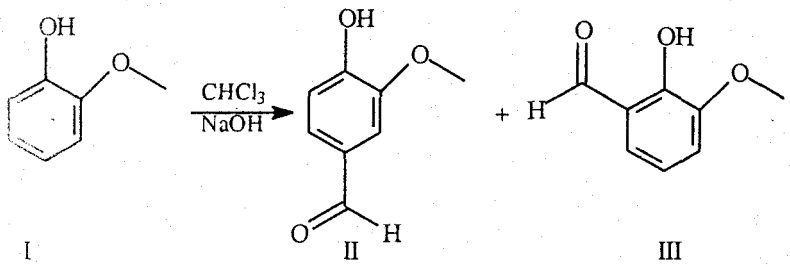
Ванілін одержують також з евгенолу (4-аліл-2-метоксифенолу), який міститься у значній кількості (до 90%) в запашній гвоздиковій есенції (олії) *Eugenia caryophyllus*. Для цього спочатку проводять алільне

...рупування евгенолу I у водному середовищі гідроксиду калія при ... °С або його спиртовому розчині при 140°С до ізоевгенолу (4-пропеніл-2-метоксифенолу) II переважно з *цис*-конфігурацією:



Ізоевгенол надалі ацилюють ацетатним ангідридом з метою захисту фенольного гідроксилу від окиснення (сполука III) і шляхом м'якого окиснення за допомогою біхроматів або озону ...водять у відповідний альдегід, при гідролізі якого (знятті ...исту) утворюється ванілін IV.

За реакцією Тімана – Реймера ванілін синтезують з гваяколу ...ом дії на нього хлороформу і лугу (70°С). При цьому утворюється ...нілін II і значно менша кількість *о*-ваніліну (2-гідрокси-3-метоксибензальдегіду) III. Останній легко вилучається з реакційного ...овища перегонкою з водяною парою завдяки своїй значній ...ості, а основний продукт II перекристалізовують:

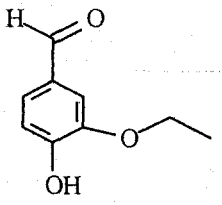


Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не ...енше 97,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Етилванілін*

Ароматизатор, підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: арованілон, бурбональ, ванілон, ванілаль, етилванілон, ...ован, ethyl vanilin, bourbonal.



Хімічна назва: 3-етокси-4-гідроксибензальдегід.

Фізико-хімічні властивості. Це біла або жовтувата кристалічна речовина з інтенсивним запахом ваніліну і т. топ 76-78^{0}С. Розчиняється в етанолі при 30^{0}С, пропіленгліколі при 40^{0}С і воді (0,4% при 20^0 і до 10 г/л при 50^{0}С). Втрати при висушуванні становлять не більше 0,5% (105^{0}С, 2 години).

Джерело. Етилванілін у незначних кількостях міститься в плодах гаїтянської ванілі.

Добування. Етилванілін синтезують з пірокатехолу (пірокатехіну) через моноетиловий етер аналогічно методам одержання ваніліну з гваяколу.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

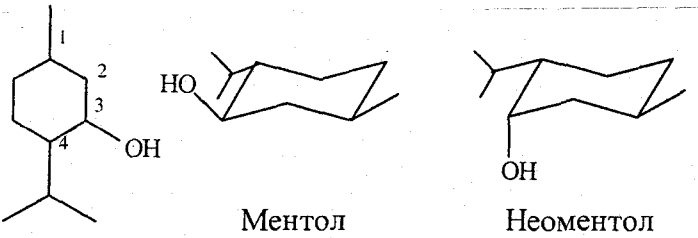
Ментол*

Ароматизатор.

Синоніми: *l*-ментол, (-)-ментол, 3-*n*-ментанол, menthol, *l*-menthol.

Будова. Ментол належить до кисневмісних похідних циклічних монотерпенів (похідних *n*-ментану). Молекула ментолу містить три хіральних атоми вуглецю (С1, С3 і С4) й може утворювати вісім енантіомерів (оптичних ізомерів) у вигляді чотирьох пар рацематів. До таких енантіомерів, крім ментолу, в молекулі якого всі три замісники займають екваторіальні положення, належать ізоментол, неоментол і неоізоментол, які відрізняються екваторіальним або аксіальним розташуванням CH_3- і ОН-груп. При цьому ізоментол і неоізоментол в запашних есенціях (оліях) не виявлений.

Виділений з таких есенцій неоментол, в якому гідроксильна група при С3 займає аксіальне положення, міститься в тих самих запашних есенціях, що і ментол, але у меншій кількості:



Ментол Неоментол

Хімічна назва: 3-гідрокси-4-ізопропіл-1-метилциклогексан.

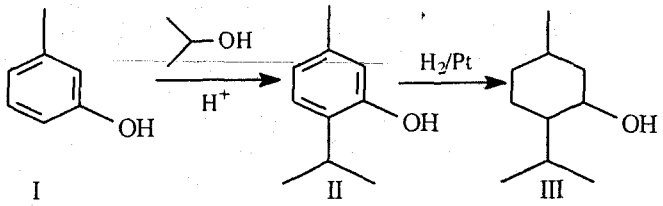
Фізико-хімічні властивості. Лівообертаючий (–)-ментол – прозора кристалічна речовина з т. топ. 41-43^{0}С, яка добре розчиняється в спиртах, хлороформі, діетиловому етері, нижчих алканах, ацетатній кислоті, запашних есенціях; погано розчиняється у воді (0,05%). Рацемічний ментол має т. топ. 38^{0}С і його запах слабкіший, ніж (–)-ментолу. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ для (-)-ментолу становить від -45^0 до -51^0 для 10% спиртового розчину.

Джерело. Ментол міститься у природних запашних есенціях на зразок перцевої м'яти (*Mentha piperita*) до 50%, геранієвої (*Pelargonium roseum*) тощо як у вільному стані, так і у вигляді естерів.

Добування. Ментол одержують шляхом виділення із запашної м'ятної есенції або синтетичними методами.

Виділення із запашної м'ятної есенції полягає у початковому збільшенні вмісту ментолу в цій олії за допомогою лужного гідролізу у спиртовому середовищі. Пізніше після відгонки етанолу до залишку додають воду та екстрагують ментол діетиловим етером. Отриманий екстракт висушують, після чого етер відганяють. Надалі залишок обробляють боратною кислотою, яка зв'язує ментол внаслідок утворення нелетючих ментилборатів (естерів боратної кислоти). Інші летючі компоненти (приблизно 30% від маси олії) відганяють вакуумною перегонкою. Утворені борати ментолу за допомогою лужного гідролізу (при дії соди) переводять у ментол, який відфільтровують від борату натрія та відділяють від води.

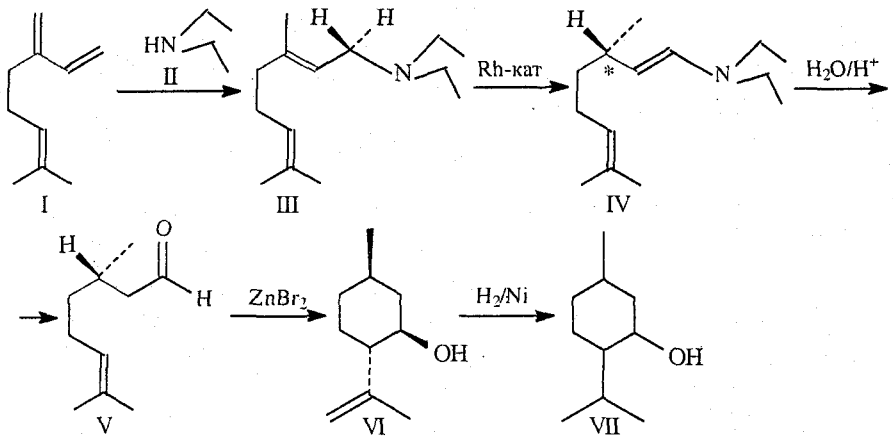
До синтетичних методів належить гідрування тимолу:



Так, при електрофільному алкілюванні *м*-крезолу I ізопропіловим спиртом у присутності сульфатної кислоти утворюється тимол (2-ізопропіл-5-метилфенол) II, який методом каталітичного гідрування перетворюється в рацемічну суміш ментолу III. Замість ізопропілового спирту за аналогічною схемою використовують також ізопропілхлорид в присутності кислот Льюїса.

Крім того, ментол можна одержувати з ментону (4-ізопропіл-1-метил-3-циклогексанону), піперитону (4-ізопропіл-1-метил-1-циклогексен-3-ону), пулегону (4-ізопропіліден-1-метил-3-циклогексанону) або з 3-карену (3,7.7-триметилбіцикло [4.1.0]гепт-3-ену).

Заслуговує на увагу метод асиметричного синтезу (-)-ментолу VII з мірцену I в присутності хірального каталізатора на основі родія:



* Так, при дії на мірцен I діетиламіну II в присутності літію утворюється гераніламін (N,N-діетилгераніламін) III. Надалі відбувається його асиметрична ізомеризація до хірального енаміну (*R*-ізомеру)

IV під дією каталітичного родієвого комплексу [2,2′-*біс*(дифенілфосфіно)-1,1′-*біс*нафтил]*біс*(тетрагідрофуран) родію, який передає свою хіральність на атом азоту гераніламіна III, з утворенням *R*-енантіомеру IV. Дія родієвого каталізатора полягає в утворенні проміжного комплексу, в якому суворо фіксується у просторі фрагмент сполуки III з наступним формуванням у молекулі IV *R*-конфігурації відповідного атома C*. При гідролізі IV утворюється енантіомерно чистий цитронелаль (*R*-ізомер) V. Останній під впливом кислот Льюїса циклізується до сполуки VI, гідруванням якої одержують (-)-ментол VII.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,2%, нерозчинних речовин – не більше 0,05%.

Запашні есенції* (ефірні олії)

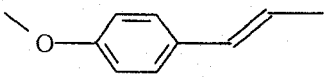
Ароматизатори.

Синоніми: запашні олії, есенціальні олії, есенції, essential oils.

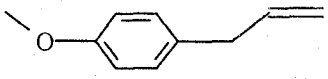
До цих ароматних речовин належать як запашні есенції, так і їхні відповідні екстракти (спиртові, водно-спиртові, CO_2-екстракти), дистиляти.

Будова. Запашні есенції є складними сумішами речовин з різною або подібною хімічною будовою. В окремих есенціях може існувати від трьох-п'яти до двадцяти і більше хімічних компонентів у різному співвідношенні.

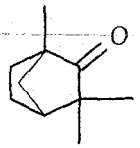
За хімічною будовою запашні речовини належать до різних класів органічних сполук: аліфатичних і ароматичних вуглеводнів, з яких переважають терпенові та їхні кисневмісні похідні (терпеноїди) – спирти, кислоти, етери й естери, альдегіди і кетони. Наприклад, анісова есенція (з насіння *Pimpinella anisum L.*) містить як основні компоненти (% мас.): *транс*-анетол (80-90), метилхавікол (до 10), фенхон, *п*-цимен, анісовий альдегід, γ-бізаболен та інші:



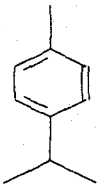
транс-Анетол



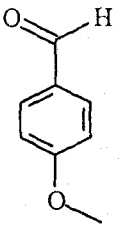
Метилхавікол



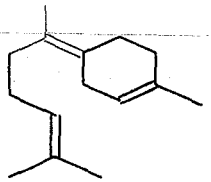
Фенхон



n-Цимен

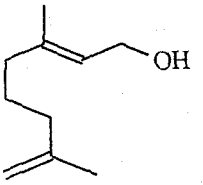


Анісовий альдегід

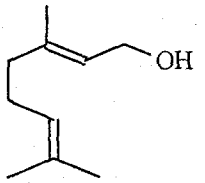


γ-Бізаболен

Терпенові вуглеводні – це природні біологічно активні сполуки переважно рослинного походження загальної формули $(C_5H_8)_n$, де n = 2-8. Залежно від значення n розрізняють гемітерпени (n = 1), монотерпени $C_{10}H_{16}$ (n = 2), сесквітерпени $C_{15}H_{24}$ (n = 3), дитерпени $C_{20}H_{32}$ (n = 4), тритерпени тощо. Терпени, своєю чергою, поділяються на сполуки ациклічної (нециклічної) та циклічної будови. Останні бувають моно-, бі-, трициклічними тощо. Як приклад наведено деякі терпенові та ароматичні сполуки, які найчастіше входять до складу запашних есенцій:

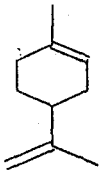


(α-ізомер)

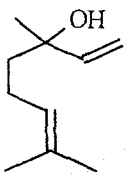


Гераніол

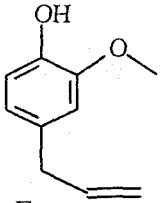
(β-ізомер)



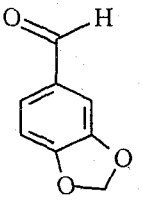
Лімонен



Ліналоол



Евгенол



Геліотропін

Запашні есенції здебільшого називають за видами рослин, з яких їх виділяють (геранієва, трояндова, перцевої м'яти та інші), або за назвою головного запашного компонента (камфорна, санталова, евгенольна тощо).

Кількість відомих запашних есенцій сягає більше тисячі. У харчовій галузі використовують біля сорока їхніх видів на зразок м'ятної, цитринової, анісової, помаранчевої, імбірної, кминної, кріпної тощо.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі або забарвлені (блакитна – ромашкова есенція, зелена – бергамотова тощо) рідини з густиною менше одиниці, які практично не розчиняються у воді; добре розчиняються в етанолі, діетиловому етері, метиленхлориді, бензені та інших органічних розчинниках. Всі запашні есенції мають характерний запах і відчутний пекучий смак. Вони є леткими, повністю випаровуються при нагріванні відповідних екстрактів, на відміну від нелетких жирних олій (триацилгліцеролів).

Під дією світла та повітря легко окиснюються із зміною запаху та кольору.

Джерело. Запашні есенції містяться в рослинах, в яких розміщуються у різних їх частинах (листі, стеблі, квітах, насінні, коренях, корі або деревині тощо). Залежно від цього хімічний склад есенцій може суттєво відрізнятися. Крім того, хімічний склад таких багатокомпонентних сумішей залежить від географічного розташування (клімату), пори року, ступеня дозрівання рослини тощо.

У рослинах хімічні компоненти запашних есенцій перебувають як у вільному стані, так і у вигляді відповідних глікозидів.

Добування. Запашні есенції найчастіше виділяють перегонкою з водяною парою (гідродистиляцією) подрібнених рослин у сирому, підв'яленому, сухому або попередньо обробленому ензимами стані. При цьому отриману суміш води та есенції розділяють шляхом декантування. Дистиляційну воду часто переганяють повторно для повного вилучення запашних компонентів. У випадку негативного впливу підвищеної температури на ароматні компоненти застосовують екстракцію рослинної сировини леткими розчинниками на зразок етилового спирту, петролейного ефіру, рідкого CO_2 тощо. З отриманого при цьому екстракту повністю відганяють розчинник. У результаті одержують воско- або мазеподібну речовину (конкрет),

яку розчиняють в етанолі і відфільтровують від баластних речовин. Після вилучення етанолу з такого спиртового розчину отримують кінцеву запашну есенцію.

Для екстракції застосовують також жири або парафіни – метод анфлеражу, при якому чисті жири поглинають ароматні речовини з утворенням відповідної помади. Запашні есенції добувають з останньої екстракцією розчинником.

Для вилучення запашних есенцій зі шкірок цитрусових плодів застосовують метод пресування.

Крім того, як ароматні суміші використовуються безпосередньо і самі екстракти.

Коптильні препарати*

Ароматизатори.

Синоніми: конденсати диму, коптильні рідини, аромати коптіння, smoke flavourings, wood smoke flavour, smoke condensates, smoke flavours.

Будова. Коптильні препарати є складними сумішами і містять органічні сполуки різної хімічної будови. До їх складу входять карбонові кислоти (2-12%), карбонільні сполуки - переважно альдегіди, наприклад гептаналь (2-17%); різноманітні феноли, наприклад 2,6-диметоксифенол (0,1-16%), терпенові вуглеводні, інші кисне- та азотовмісні органічні сполуки. Зазначимо, що відомо понад 500 хімічних компонентів диму.

Фізико-хімічні властивості. Це – рідини (сухий залишок становить 4-18%) з консистенцією від легколетючих яскраво-коричневих до в'язких олійних або напівтвердих темно-коричневого кольору, або порошки золотисто-коричневого забарвлення із запахом диму, які добре розчиняються у воді. За допомогою коптильних препаратів можна впливати не тільки на колір і смак харчового продукту, але і на термін його зберігання, текстуру і фізико-хімічні властивості.

Добування. Коптильні препарати одержують шляхом конденсації диму, отриманого піролізом деревини, та відповідного очищення. При контрольованому піролізі деревинної тирси

(нагрівання до 450^{0}С без доступу повітря) утворюються частинки диму, які при поглинанні водою взаємодіють з нею утворюючи відповідний розчин. Надалі в процесі багатократної фільтрації відбувається очищення конденсату від багатьох шкідливих речовин (золи, смол, деяких азотовмісних гетероциклічних сполук, поліциклічних ароматичних вуглеводнів на зразок 3,4-бензпірену, бензфлуорену, 1,2-бензантрацену тощо). Як домішки в кінцевому продукті присутні у незначній кількості поліароматичні сполуки.

Коптильні препарати випускають не тільки на водяній основі, но і на олійній (висушений конденсат диму розчиняють у харчових оліях), а також у вигляді „сухого диму" (порошків), отриманих розпиленням і висушуванням „рідкого диму".

Вміст сухого залишку у кінцевому продукті становить 4,0-18,0%, бензпіренів – не більше 10 мг/кг, діетилового етеру – не більше 20 мг/кг, важких металів – не більше 4 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Вважають, що коптильні препарати безпечніші, ніж коптильний дим, оскільки містять мінімальну кількість шкідливих смол, канцерогенних поліаренових вуглеводнів і нітрозоамінів.

До ароматизаторів належить також (Е160с) масло смоли паприки - гл. 1.7.

1.6. Підсилювачі смаку та аромату

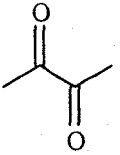
Підсилювачі смаку та аромату – це такі речовини, що підсилюють, відновлюють і стабілізують смак і аромат харчових продуктів, які частково втрачаються при переробці та зберіганні. Самі по собі вони переважно не мають відповідного смаку та аромату.

До таких підсилювачів належать сполуки різної хімічної будови: дикетони, гетероциклічні сполуки, амінокислоти та їхні похідні, нуклеотиди (складові нуклеїнових кислот), деякі ензими тощо.

Діацетил*

Підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: диметилгліоксаль, diacetyl.

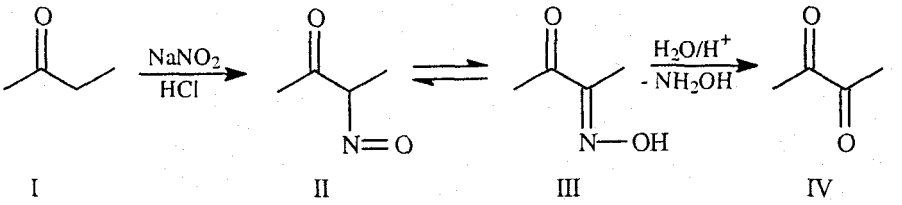


Хімічна назва: 2,3-бутандіон.

Фізико-хімічні властивості. Це жовто-зелена рідина приємного запаху вершкового масла з т. топ. $-2{,}4^0$С і т. кип. $88\text{-}89^0$С, яка розчиняється у воді (25%) та органічних розчинниках. Має значну леткість. Показник n_D^{20} становить 1,393-1,397. Діацетил є важливим продуктом життєдіяльності деяких молочнокислих бактерій.

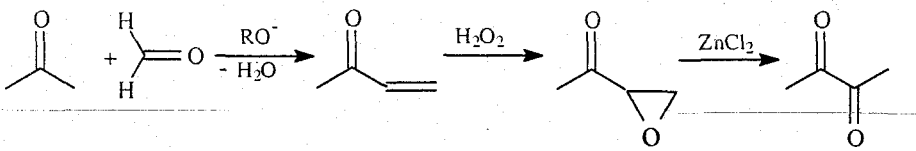
Джерело. Діацетил міститься у коров'ячому жирі, деяких запашних есенціях, обсмажених зернах кави та цикорію; продуктах гідролізу деревини.

Добування. Існує декілька методів синтезу діацетила. Так, при дії нітритної кислоти на етилметилкетон I утворюється нітрозосполука II, яка здатна до нітрозо-оксимної таутомерії, внаслідок чого виникає оксим III. В присутності розведеної сульфатної кислоти сполука III легко гідролізується до дикетону IV:



Інші методи одержання діацетилу полягають у м'якому окисненні етилметилкетону; гідратації діацетилену або вінілацетилену в умовах реакції Кучерова (в присутності сильних мінеральних кислот і солей Hg^{2+}).

Крім того, існує тристадійний метод синтезу діацетилу за допомогою альдольно-кротонової конденсації ацетона I і формальдегіда II. Утворений на першій стадії вінілметилкетон III епоксидують пероксидом водню до відповідного оксирану IV, який під дією хлориду цинка легко ізомеризується до кінцевого продукту V:



I II III IV V

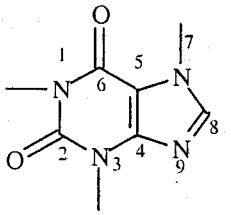
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, ізовалеріатного альдегіду – не більше 0,3%, арсену – не більше 3 мг/кг. плюмбуму – не більше 10 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

Кофеїн*

Підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: 1,3,7-триметилксантин, coffeine.

Будова. Кофеїн належить до алкалоїдів групи пурину (імідазо[4,5-*d*]піримідину), молекула якого складається з двох гетероциклів – піримідину та імідазолу. За хімічною будовою він є похідним ксантину (2,6-діокспурину):



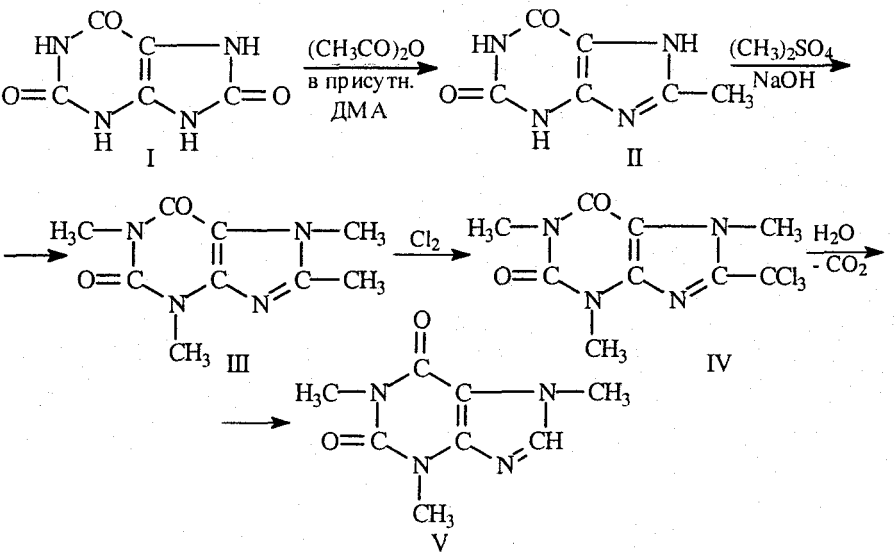
Кофеїн існує у вигляді як безводної форми, так і у вигляді моногідрату.

Хімічна назва: 1,3,7-триметил-2,6-діокспурин, або 1,3,7-триметил-2,6-діоксімідазо[4,5-*d*]піримідин.

Фізико-хімічні властивості. Це гірка на смак біла кристалічна речовина з т. топ. 234^{0}С для безводної форми, яка важко розчиняється у холодній воді (у співвідношенні 1:46), етиловому спирту (1:50); добре розчиняється у гарячій воді (1:2), хлороформі. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,5%.

Джерело. Алкалоїд кофеїн міститься в зернах кави *Coffe arabica* (до 1,5%), листках чаю *Thea sinensis* (до 5%), у горіхах західноафриканських рослин *Cola acuminata* і *C. Nitida*, екстракти якої використовують для напоїв кока-кола та пепсі-кола.

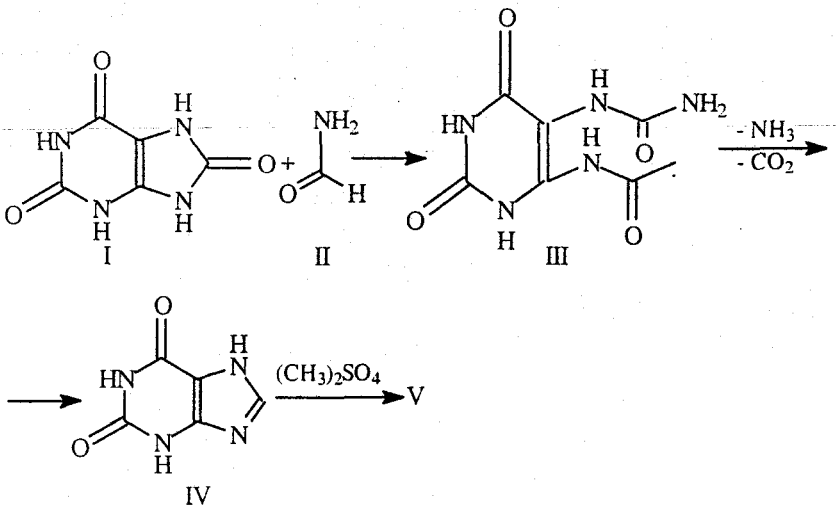
Добування. У промисловості кофеїн синтезують із сечової кислоти:



I II III IV V

При нагріванні сечової кислоти I з ацетатним ангідридом у присутності диметиланіліну в результаті відповідних перетворень виникає 8-метилксантин II, якого шляхом метилювання диметилсульфатом трансформують до 1,3,7,8-тетраметилксантину III. При обережному хлоруванні продукту III в положення 8 утворюється трихлорометильна група в структурі сполуки IV, яку легко перевести шляхом гідролізу до карбоксильної. При декарбоксилюванні проміжної карбонової кислоти (на схемі не показано) одержують кофеїн V.

За іншим методом синтез кофеїну полягає у нагріванні сечової кислоти I з формамідом II в результаті чого відбуваються послідовні процеси відновлювальної дециклізації-рециклізації з утворенням нестійкого похідного піримідину III, який перетворюється при нагріванні до ксантину IV. Останній метилюють диметилсульфатом або метанолом в присутності КОН (pH 8-9) при 40-70^{0}С до кінцевого продукту V:



I II III IV

Кофеїн добувають також водною екстракцією відходів чаю, низькосортних бобів в присутності оксиду магнія. Надалі екстракт підкислюють до pH 6,5 та екстрагують хлороформом. Отриманий сирий кофеїн очищують кристалізацією з гарячої води. Випускна форма кофеїну – порошкова або гранульна.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,5%, подібних за хімічною будовою речовин – не більше 0,5%, летючих речовин (метиленхлориду) – не більше 1 мг/кг, сульфатного попелу – не більше 0,5%, сульфатів – не більше 500 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

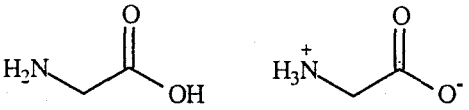
Метаболізм і токсичність. Кофеїн належить до психомоторних стимуляторів. У відносно невеликих дозах проявляє збуджуючу, тонізуючу дію на центральну нервову систему і серцеву діяльність; сприятливо діє на функцію нирок і поліпшує травлення. У вигляді водорозчинних солей добре адсорбується в кишках. Переважна частина кофеїну метаболюється у печінці внаслідок процесів деметилювання і окиснення до 1-метилсечової кислоти. Вважають, що приблизно 10% кофеїну виводиться з організму у незмінному стані через нирки та кишки.

Е640 Гліцин та його натрієва сіль

Підсилювач смаку та аромату, носій, поживне середовище для корисних мікроорганізмів.

Синоніми: аміноацетатна кислота, амінооцтова кислота, натрієва сіль аміноацетатної кислоти, Gly, G, glycine, glycine sodium salt hydrate, glycocoll, sodium dlycinate.

Будова. Гліцин належить до біогенних амінокислот і у вільному стані існує у вигляді внутрішньої солі - цвітер-іона:



Цвітер-іон

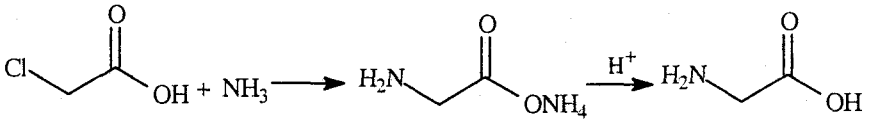
Натрієва сіль гліцину існує у вільному стані та у вигляді моногідрату.

Хімічна назва: аміноетанова кислота, або аміноетаноат натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвні кристали або порошки з т. топ. 232-236^{0}С (розкл.) для гліцину та 197-201^{0}С для солі, які добре розчиняються у воді; не розчиняються в етанолі та діетиловому етері. Значення pK_α для COOH становить 2,34, а $pK_в$ для NH_2 – 9,6 при 25^{0}С. Втрати при висушуванні - не більше 0,2% (105^{0}С, 3 години) для гліцину та його солі.

Джерело. Гліцин міститься в усіх білкових живих організмах, оскільки входить до складу таких білків і пептидів.

Добування. Гліцин одержують при взаємодії хлорацетатної кислоти з амоніком:



В присутності відповідного лугу утворюється натрієва сіль.

Крім того, гліцин добувають кип'ятінням тваринного клею під дією розведеної сульфатної кислоти або гідроксиду барія.

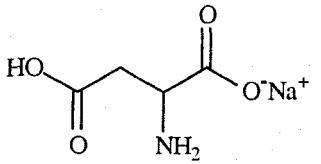
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,5%, попелу після прокалювання – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. У людському організмі гліцин бере участь у синтезі важливих для організму креатину і глютатіону. Біосинтез гліцину відбувається шляхом переамінування гліоксилової кислоти (оксоетанової), а також ензиматичним розщепленням таких амінокислот, як серин та треонін.

Е638 Аспартат натрію

Підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: *L*-аспартат натрію, натрій гідроген *L*-аспартам, аспарагінової кислоти натрієва сіль, натрій *L*-аспартат, sodium *L*-aspartate.



Хімічна назва: натрій (2*S*)-2-аміно-3-карбоксипропаноат.

Аспартат натрію існує у вигляді моногідрату.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який добре розчиняється у воді. pH водного розчину 6,0-7,5. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від $+18,5^0$ до $+21,0^0$. Втрати при висушуванні - не більше 0,5% (105^0C, 3 години).

Добування. Аспартат натрію одержують реакцію нейтралізації аспартатної кислоти відповідною кількістю гідроксида натрію.

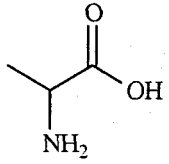
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, хлоридів – не більше 0,05%, сульфатів – не більше 0,05%, амонію – не більше 0,05%, арсену – не більше 5 мг/кг, плюмбуму – не більше 20 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. В організмі людини аспартат натрію всмоктується і перетворюється при метаболізмі в інші сполуки як звичайна амінокислота. У харчових продуктах його застосовують як замінник глутамату натрія у кількостях не більше 1,0%.

Е639 Аланін, *D,L*-

Підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: α-амінопропіонова кислота, 2-амінопропіонова кислота, *D,L*-2-амінопропіонатна кислота, *D,L*-2-амінопропіонова кислота, рацемічний аланін, *D,L*-alanine, *D,L*- (α)-alanine, *D,L*-2-aminoprpropionic acid, Ala, A.

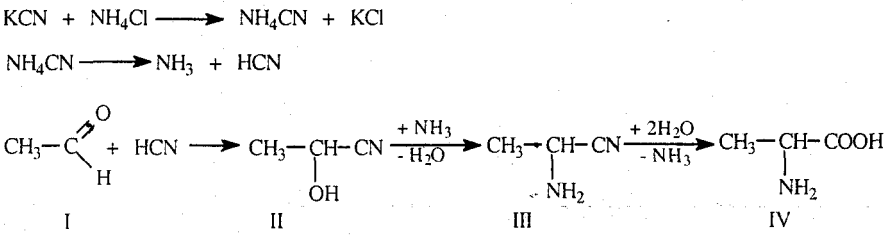


Хімічна назва: (*S*)-2-амінопропанова кислота.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 295-297^{0}С, який добре розчиняється у воді (15,6 г/100 г при 20^{0}С); погано – в етанолі; не розчиняється в діетиловому етері. pH 5% водного розчину 5,5-7,0. Ізоелектрична точка p*I* 6,00. Значення pK_a для COOH-групи становить 2,33 і pK_b для NH_2-групи – 9,71. Втрати при висушуванні – не більше 0,3% (105^{0}С, 3 години).

Джерело. Аланін є однією з протеїногенних амінокислот і міститься у всіх живих організмах у вільному стані та у вигляді білків.

Добування. Рацемічний аланін синтезують реакцією амінування α-хлоропропіонатної кислоти. Крім того, його одержують реакцією Штреккера-Зелінського при взаємодії ацетатного альдегіду I із сумішшю амонійхлорида та ціаніду калію:



При взаємодії альдегіду I з ціанідною кислотою утворюється гідроксинітрил II, який внаслідок нуклеофільного заміщення гідроксильної групи амінною перетворюється в амінонітрил III. У результаті реакції гідролізу останнього одержують рацемічний аланін IV.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,5%, попелу після прокалювання – не більше 0,2%, сульфатів – не більше 0,2%, арсену – не більше 4 мг/кг, плюмбуму – не більше 20 мг/кг.

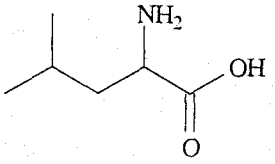
Метаболізм і токсичність. У людському організмі аланін бере участь у синтезі важливих для організму креатину і глютатіону. Біосинтез аланіну відбувається шляхом амінування і переамінування піровиноградної кислоти (2-оксопропанової), а також β-декарбоксилювання аспартатної кислоти.

Е641 *L*-Лейцин

Підсилювач смаку та аромату, поживне середовище для мікроорганізмів.

Синоніми: (+)-α-аміноізокапронова кислота, *L*-α-аміноізокапронатна кислота, Leu, L, *L*-leucine.

Будова. *L*-Лейцин належить до незамінних α-амінокислот, хіральний атом вуглецю якої має *S*-конфігурацію:

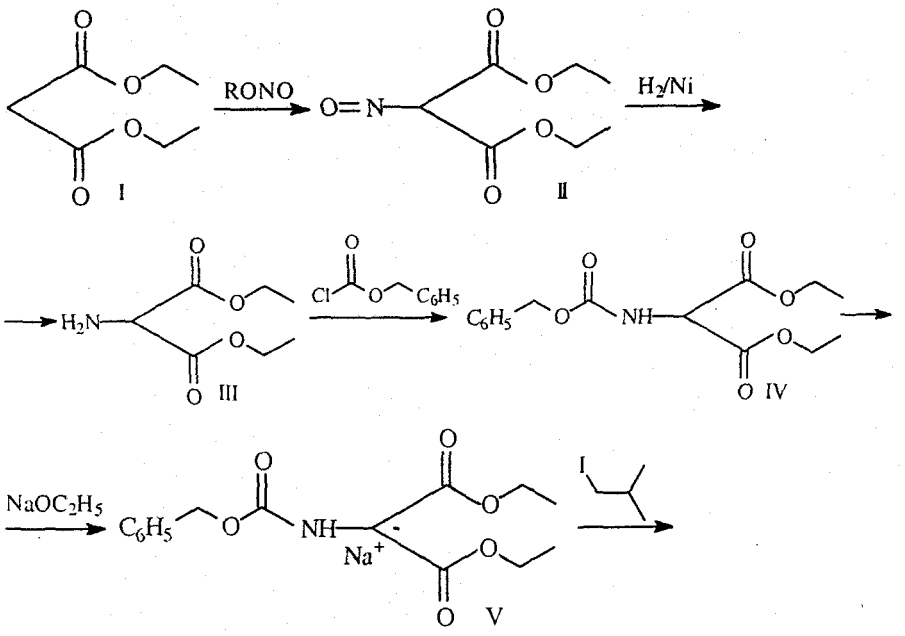


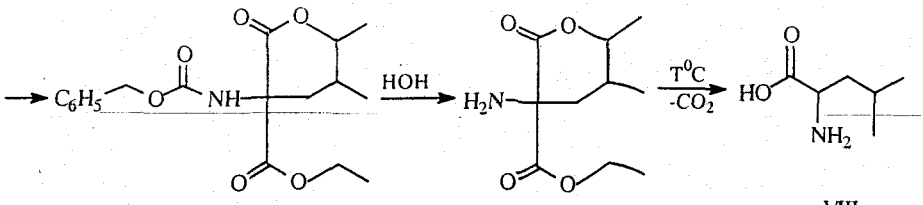
Хімічна назва: (2*S*)-2-аміно-4-метилпентанова кислота.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвні кристали або порошок з т. топ. 293-295^{0}С (з розкл.), який обмежено розчиняється у воді та етанолі; не розчиняється в діетиловому етері. pH водного розчину становить 5,5-6,5. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ – від +14,5^0 до +16,5^0 для 10% водного розчину. Втрати при висушуванні – не більше 0,2% (105^{0}С, 3 години).

Джерело. Див. (Е640) Гліцин.

Добування. Лейцин синтезують з ізовалеріатного альдегіду (3-метилбутаналю) методом Штреккера – Зелінського або виходячи з естеру малонатної кислоти. Останній метод полягає у низці відповідних перетворень. Так, при дії на діетиловий естер малонатної кислоти I алкілнітритом отримують відповідну нітрозопохідну II, каталітичним гідруванням якої одержують амін III. З метою захисту аміногрупи надалі проводять її ацилювання за допомогою сполук на зразок бензилхлороформіата до сполуки IV і алкілювання ізобутилйодидом утвореної проміжної натріймалонатної похідної V. В результаті цієї реакції одержується відповідна алкілпохідна VI, яка після гідролізу (зняття захисту) перетворюється в амінодикарбонову кислоту VII. Шляхом нагрівання останньої в результаті декарбоксилювання отримують лейцин VIII:





VI VII VIII

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,5%, попелу після прокалювання – не більше 0,1%, хлоридів – не більше 0,02%, сульфатів – не більше 0,02%, амонію – не більше 0,02%, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 20 мг/кг.

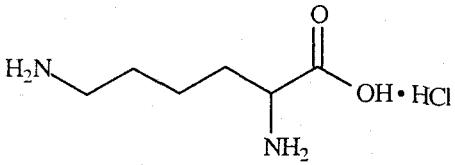
Метаболізм і токсичність. Як незамінна амінокислота лейцин в організмі людини бере участь в багатьох важливих процесах метаболізму.

Е642 Гідрохлорид лізину

Підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: моногідрохлорид (+)-*L*-α,ε-діамінокапронової кислоти, (+)-*L*-α,ε-діамінокапронатної кислоти, Lys, lysin hydrochlorid.

Будова. (+)-*L*-Лізин належить до незамінних амінокислот і як сполука, що проявляє основні властивості, утворює солі з мінеральними кислотами:



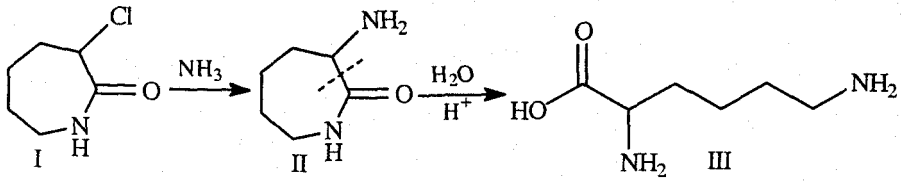
Хімічна назва: гідрохлорид 2,6-діаміногексанової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це порошок або безбарвні кристали з т. топ. 224^{0}С (розкл.), які добре розчиняються у воді; обмежено - в етанолі; не розчиняються в діетиловому етері. pH 5,0-6,0 для 10% водного розчину. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від +20,4^0 до +21,4^0 для 10% водного розчину. Втрати при висушуванні - не більше 0,5% (105^0, 3 години).

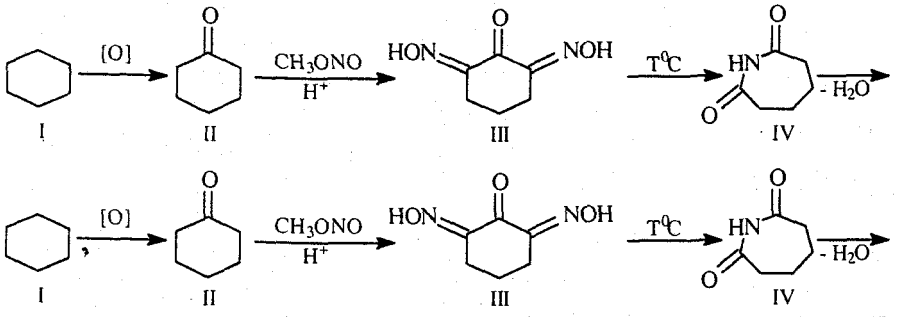
Джерело. Лізин міститься у всіх рослинних і тваринних білках і пептидах.

Добування. Лізин одержують мікробіологічним шляхом, з полісахаридних і білкових гідролізатів (меляси, кукурудзяних екстрактів, інших відходів переробки сільськогосподарської продукції) при pH 7 і температурі 30^0C протягом 2-3 діб з наступними операціями концентрування, очищення сорбентами та осадження лізину за допомогою хлоридної кислоти у вигляді солей – гідрохлоридів. Продуцентами лізину слугують бактерії на зразок *Micrococcus, Brevibacterium.* На виробництво 1 т лізину необхідно витратити приблизно 2 т кукурудзяного екстракту або 12 т меляси.

Синтетичний метод одержання лізину полягає в амінуванні α-галогенокапролактаму I. При дії на нього амоніаку утворюється відповідний α-амінокапролактам II, гідролізом якого в кислому середовищі отримують лізин у вигляді моногідрохлориду III:



Існує також метод синтезу лізину з циклогексану I, який спочатку окиснюють у рідкій фазі до циклогексанону II з наступним нітрозуванням цієї сполуки за допомогою метилнітрита у кислому середовищі до діоксиму циклогексантриона III:



При нагріванні такого діоксима III в середовищі ацетатного ангідрида в присутності етанолу відбувається перегрупування

Бекмана з утворенням семичленного лактаму IV, який внаслідок розщеплення циклу перетворюється в етиловий естер 2-гідроксиіміно-5-ціанопентаноату V. При каталітичному гідруванні останнього одержують рацемічний лізин VI, який за допомогою *L*-тартратної (винної) кислоти відокремлюють від непотрібного *D*-енантіомеру.

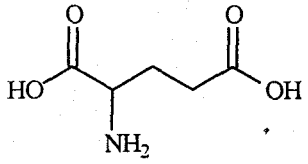
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,5%, попелу після прокалювання – не більше 0,1%, хлоридів – не більше 19,6%, сульфатів – не більше 0,03%, амонію – не більше 0,02%, арсену – не більше 2 мг/кг, феруму – не більше 30 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е641) Лейцин.

Е620 *L*-(+)-Глутаматна кислота

Підсилювач смаку та аромату, замінник солі.

Синоніми: *L*-глютамінова кислота, *L*-α-аміноглутарова кислота, *L*-α-аміноглутаратна кислота, *L*-glutamic acid, *L*-2-aminopentanedioic acid, *L*-α-aminoglutaric acid.



Хімічна назва: *L*-2-амінопентандіова кислота.

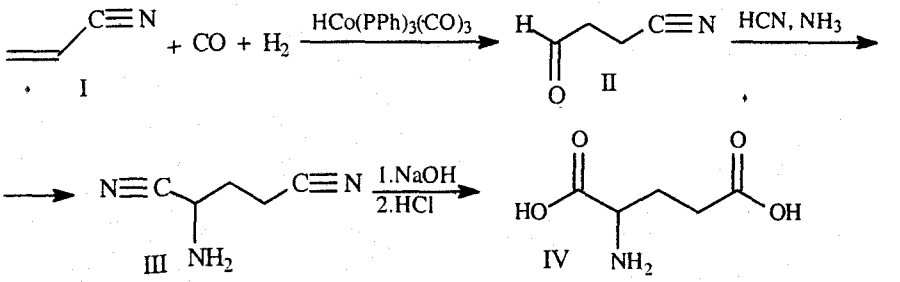
Фізико-хімічні властивості. Це безбарвні або білі кристали з т. топ. 247-249^{0}C (розкл.), які середньо розчиняються у воді (11,1 г/л при 25^{0}C) і не розчиняються в етанолі, діетиловому етері. pH 3,0-3,5 для 0,5% водного розчину. Значення pK_a становить 2,19 для α-COOH і 4,25 для γ-COOH (γ-положення COOH-групи щодо NH_2) при 25^{0}C. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ - від +31,5^0 до +32,2^0 для 10% розчину в 2*N* хлоридній кислоті. Втрати при висушуванні – не більше 0,2% (80^{0}C, 3 години).

Джерело. Глутаматна кислота входить до складу багатьох білків, міститься у морських водоростях, дріжджових екстрактах, плазмі крові.

Добування. Глутаматну кислоту одержують переважно мікробіологічним синтезом з α-кетоглутарової (2-оксопентандіової) кислоти при 28-30^{0}С протягом 2-3 діб за допомогою *Corynebacterium Gluta-micum, Brevibacterium* та інших бактерій. Джерелом азоту слугують солі амонію, карбамід (сечовина).

Існують також методи її одержання гідролізом природних протеїновмісних речовин (пшениці, кукурудзи, соєвого борошна, цукрових буряків, меляси тощо). Наприклад, нерозчинну у воді клейковину, яку отримали після відмивки водою крохмалю з пшеничного борошна, гідролізують при нагріванні в присутності концентрованої хлоридної кислоти протягом кількох годин. Після фільтрування від залишкового осаду, фільтрат знебарвлюють за допомогою активованого вугілля при кип'ятинні, охолоджують і глутаматну кислоту виділяють у вигляді відповідної солі – гідрохлориду шляхом насичення розчину фільтрата хлороводнем. Дією органічних основ на утворений гідрохлорид одержують вільну глутаматну кислоту.

Із синтетичних методів одержання заслуговує на увагу акрилонітрильний:



Так, акрилонітрил I реакцією оксосинтезу в присутності триарилфосфінкарбонілу кобальта або ренія перетворюють до альдегідонітрила II, який за допомогою метода Штреккера трансформується в амінодинітрил III. Останній шляхом лужного гідроліза при 100^{0}С переводять у рацемічний динатрійглутамат, який після підкислення хлоридною кислотою утворює рацемічну суміш кислот IV. Таку суміш розділяють на відповідні енантіомери в

присутності *L*-глутаматної кислоти за допомогою кристалізації (*L*-форма відповідної солі випадає в осад).

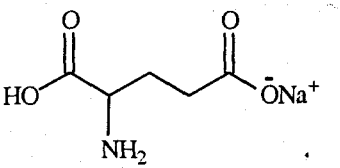
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, піролідонкарбонової кислоти – не більше 0,2%, сульфатного попелу – не більше 0,2%, хлоридів – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Глутаматна кислота в організмі людини всмоктується і бере участь у метаболічних процесах як звичайна амінокислота. Вона при цьому декарбоксилюється до γ-амінобутиратної кислоти; у циклі трикарбонових кислот перетворюється в сукцинатну (бурштинову) кислоту. Значні її кількості людському організму протипоказані.

Е621* Глутамат натрію однозаміщений

Підсилювач смаку та аромату, замінник солі.

Синоніми: *L*-глутамат натрію, глютамат натрію, глутамінат натрію, *L*-α-аміноглутарат натрію, monosodium *L*-glutamate, MSG.



Хімічна назва: гідроген (2*S*)-*L*-2-амінопентандіоат натрію моногідрат, або 2-аміно-5-гідрокси-5-оксопентаноат натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок або прозорі кристали з т. топ. 232^{0}С, які добре розчиняються у воді (740 г/л при 25^{0}С); середньо - в етанолі, і не розчиняються в діетиловому етері. pH 6,7-7,2 для 5% водного розчину. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від +24,8^0 до +25,3^0 для 10% розчину в 2*N* хлоридній кислоті. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,5% (100^{0}С, 5 годин).

Добування. Однозаміщений глутамат натрію одержують мікробіологічним методом з відходів цукрового виробництва, пшеничної клейковини, соєвого білка під дією мікроорганізмів на

зразок *Micrococcus glutamicus*. Отриману при цьому кислоту переводять у солеву форму дією гідроксида натрію (до pH 6,9).

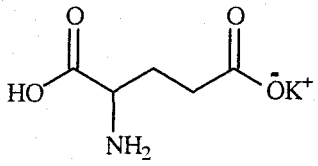
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, піролідонкарбонової кислоти – не більше 0,2%, хлоридів – не більше 0,2%, арсену – не більше 2,5 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. В організмі людини глутамат натрію всмоктується і перетворюється при метаболізмі в інші сполуки як звичайна амінокислота. Значні його кількості людині протипоказані ("синдром китайських ресторанів").

Е622 Глутамат калію однозаміщений

Підсилювач смаку та аромату, замінник солі.

Синоніми: *L*-глутамат калію, глютамат калію, глутамінат калію, *L*-α-аміноглутарат калію, monopotassium *L*-glutamate, potassium glutamate, MPG.



Хімічна назва: гідроген *L*-2-амінопентандіоат калію моногідрат, або 2-аміно-5-гідрокси-5-оксопентаноат калію.

Фізико-хімічні властивості. Це кристали або кристалічний порошок білого кольору, що добре розчиняється у воді і не розчиняється в етанолі. pH 2% водного розчину 6,7-7,3. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від $+22,5^0$ до $+24,0^0$ для 10% розчину в 2*N* хлоридній кислоті. Втрати при висушуванні - не більше 0,2% (80^0C, 5 годин).

Добування. Глутамат калію одержують мікробіологічним методом аналогічно до відповідної натрієвої солі (Е621).

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, піролідонкарбонової кислоти – не більше 0,2%,

хлоридів – не більше 0,2%, арсену – не більше 4 мг/кг, важких металів – 20 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг

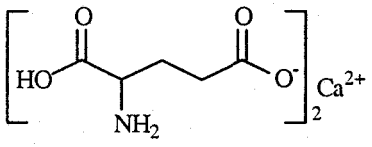
Метаболізм і токсичність. Див. (Е620) Глутаматна кислота.

Е623 Глутамат кальцію

Підсилювач смаку та аромату, замінник солі.

Синоніми: *L*-глутамат кальцію, глютамат кальцію, глутамінат кальцію, *L*-α-аміноглутарат кальцію, calcium *L*-glutamate, calcium glutamate, MPG.

Будова. Глутамат кальцію є сумішшю кількох гідратів загальної формули $C_{10}H_{16}N_2O_8Ca \cdot nH_2O$, де $n = 0, 1, 2$ або 4:



Хімічна назва: *L*-2-амінопентандіоат кальцію (відповідний гідрат).

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який добре розчиняється у воді і не розчиняється в етанолі. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від $+27,4^0$ до $+29,2^0$ для 10% розчину в 2*N* хлоридній кислоті.

Добування. Глутамат кальцію одержують мікробіологічним методом за аналогією до відповідних солей натрію та калію.

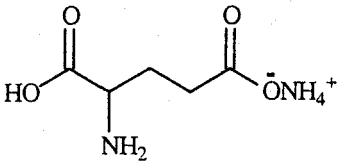
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, піролідонкарбонової кислоти – не більше 0,2%, води – не більше 19,0% (за Фішером), хлоридів – не більше 0,2%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е620) Глутаматна кислота. Крім того, глутамат кальцію застосовують при лікуванні хвороб центральної нервової системи (епілепсії, психозу); дитячого поліомієліту та затримці розумового розвитку.

Е624 Глутамат амонію однозаміщений

Підсилювач смаку та аромату, замінник солі.

Синоніми: *L*-глутамат амонію, глютамат амонію, глутамінат амонію, *L*-α-аміноглутарат амонію, monoammonium *L*-glutamate, ammonium glutamate.



Хімічна назва: гідроген *L*-2-амінопентандіоат амонію моногідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який добре розчиняється у воді, не розчиняється в етанолі. pH 5% водного розчину 6,0-7,0. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від $+25,4^0$ до $+26,4^0$ для 10% розчину в 2*N* хлоридній кислоті. Втрати при висушуванні - не більше 0,5% (50^0C, 4 години).

Добування. Глутамат амонію одержують мікробіологічним методом за аналогією до відповідних солей.

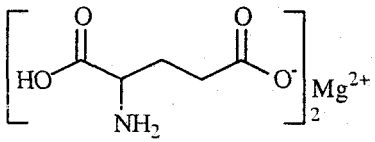
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, піролідонкарбонової кислоти – не більше 0,2%, сульфатного попелу – не більше 0,1%, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е620) Глутаматна кислота.

Е625 Глутамат магнію

Підсилювач смаку та аромату, замінник солі.

Синоніми: *L*-глутамат магнію, глютамат магнію, глутамінат магнію, *L*-α-аміноглутарат магнію, magnesium *L*-glutamate, magnesium glutamate.



Хімічна назва: *L*-2-амінопентандіоат магнію тетрагідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це білі або сірі кристали, які добре розчиняються у воді і не розчиняються в етанолі. pH 10% водного розчину 6,4-7,5. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від $+23,8^0$ до $+24,4^0$ для 10% розчину в 2*N* хлоридній кислоті.

Добування. Глутамат магнію одержують мікробіологічним методом за аналогією до відповідних солей.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, піролідонкарбонової кислоти – не більше 0,2%, води – не більше 24,0% (за Фішером), хлоридів – не більше 0,2%, сульфатів – не більше 0,2%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

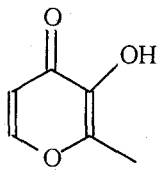
Метаболізм і токсичність. Див. (Е620) Глутаматна кислота. Крім того, глутамат магнію застосовують при лікуванні хвороб центральної нервової системи (епілепсії, психозу); дитячого поліомієліту та затримці розумового розвитку.

Е636* Мальтол

Підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: палатон, пралінол, maltol.

Будова. Мальтол належить до похідних гетероциклічної сполуки 4*H*-пірану або 4*H*-піран-4-ону (4-оксопірану):

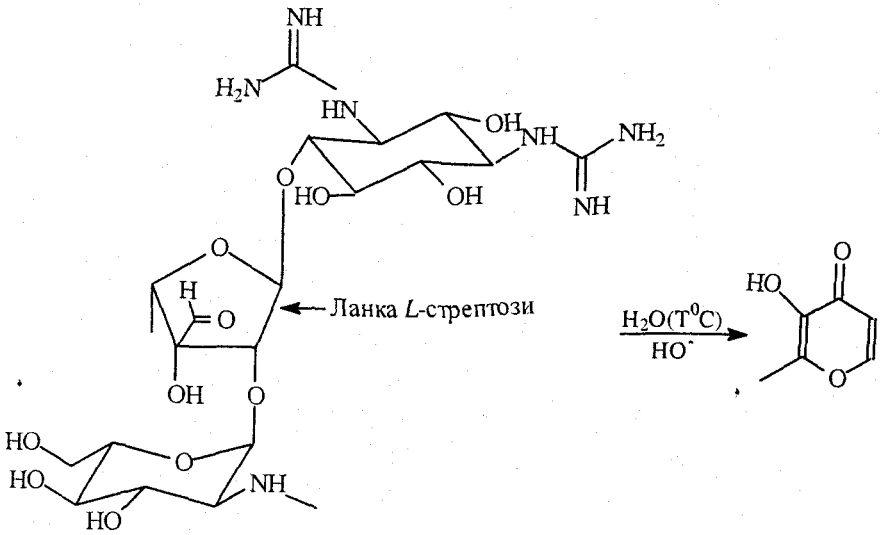


Хімічна нзва: 3-гідрокси-2-метил-4*H*-піран-4-он.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічний порошок від білого до сірого кольору з т. топ. 164^0C, який середньо розчиняється у воді, етанолі (3,3% при 20^0C), гліцеролі (1,2% при 20^0C), пропіленгліколі (2,8%). Мальтол вважається відносно стабільним у кислому середовищі і нестабільним у лужному.

Джерело. Мальтол міститься у молоці, голках хвойних дерев, хлібних скоринках, продуктах карамелізації цукру тощо.

Добування. Мальтол добувають з голок хвойних дерев або шляхом лужного гідролізу солей аміноглікозидного антибіотика стрептоміцину. Антибіотик стрептоміцин, який одержують з культуральної рідини гриба *Actinomyces globisporae*, за хімічною будовою є дисахаридом стрептобіозаміну і складається із ланок N-метилглюкозаміну і *L*-стрептози (3-С-форміл-5-дезокси- *L*-ліксози). Молекула цього дисахариду сполучена глікозидним зв'язком зі своїм агліконом стрептидином. Останній є 1,3-дигуанідино-2,4,5,6-тетрагідроксициклогексаном (*сцило*-інозитолом). В умовах лужного гідролізу відбувається розщеплення відповідних глікозидних зв'язків і формування молекули мальтолу з ланки *L*-стрептози:



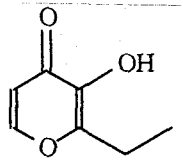
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, води – не більше 0,5% (за Фішером), сульфатного попелу – не більше 0,2%, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Мальтол проявляє властивості бактеріостатика та регулятора росту рослин.

Е637* Етилмальтол

Підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: ethylmaltol.



Хімічна назва: 3-гідрокси-2-етил-4*H*-піран-4-он.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок з т. топ. 89-93^{0}С, який добре розчиняється в етанолі, хлороформі; середньо – у воді

Добування. Синтез етилмальтолу проводять шляхом лужного гідролізу відповідних похідних стрептоміцину аналогічно мальтолу.

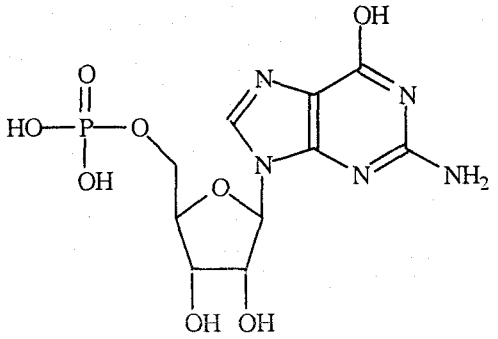
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, води – не більше 0,5% (за Фішером), сульфатного попелу – не більше 0,2%, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Е626 5′-Гуанілатна кислота (5′-гуанілова кислота)

Підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: гуанозин-5′-монофосфорна кислота, гуанозин-5′-монофосфат, нуклеїнова кислота, рибонуклеїнова кислота, ГМФ, 5′-guanylic acid, GMP.

Будова. 5′-Гуанілатна кислота належить до пурінових нуклеотидів – структурних елементів нуклеїнових кислот, і складається з гетероциклічної основи гуаніну (2-аміно-6-оксопурину), *D*-рибози та однієї ланки фосфатної кислоти:



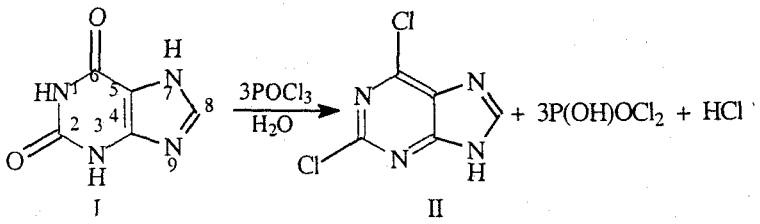
Хімічна назва: гуанозин-5′-монофосфатна кислота, або [(2*R*,3*S*,4*R*,5*R*)-5-(2-аміно-6-оксо-9*H*-пурин-9-іл)-3,4-дигідрокси-2-тетрагідрофураніл]метилдигідрогенфосфат.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвні або білі кристали, порошок, який має слабку розчинність у воді; не розчиняється в етанолі. pH 1,5-2,5 для 0,25% водного розчину. Втрати при висушуванні становлять не більше 1,5% (120^0C, 4 години).

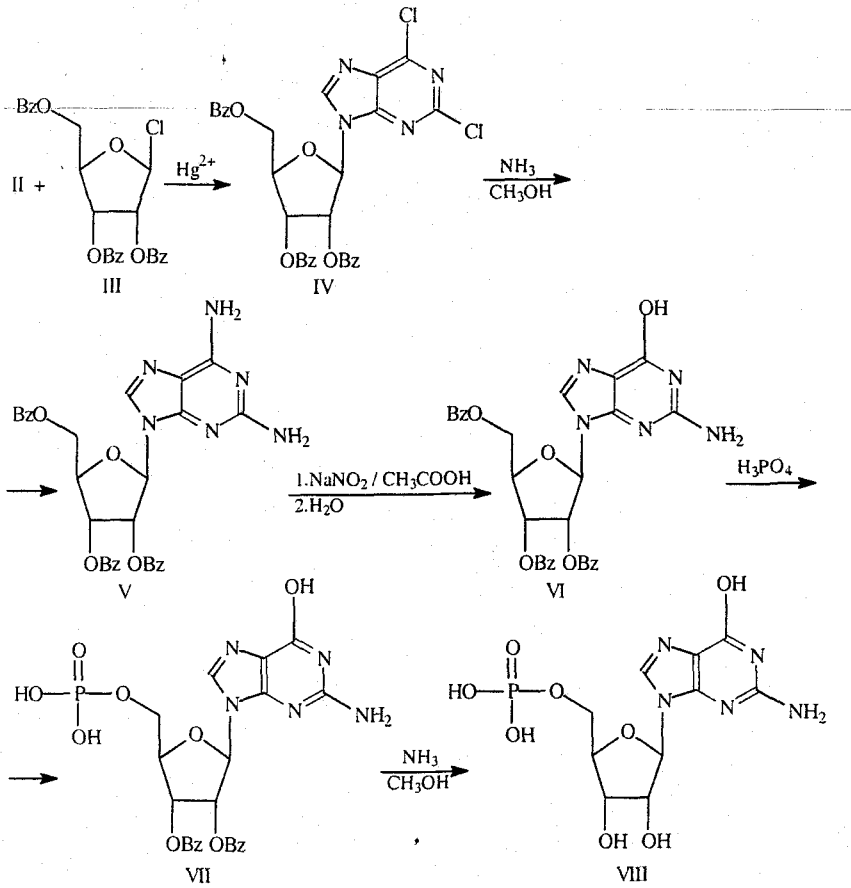
Джерело. 5′-Гуанілатна кислота міститься в різних мікроскопичних грибах, тваринних тканинах.

Добування. 5′-Гуанілатну кислоту добувають шляхом ферментації глюкози, лужним гідролізом РНК, виділяють з риб'ячої луски.

Існує також синтетичний метод одержання з ксантину I. Останній спочатку хлорують дією трихлороксида фосфору в присутності води при нагріванні до 2,6-дихлороксантину II. Надалі проводять конденсацію II з ацильованою хлорорибозою III. У сполуці III глікозидний гідроксил при C1 заміщений атомом хлору, інші OH-групи захищені бензильними залишками (Bz) за допомогою сполук на зразок бензилхлороформіату. У результаті конденсації II з III утворюється нуклеозид IV, який дією амоніаково-метанольного розчину переводять у діамінопохідну V. Наступний етап полягає у реакції діазотування NH_2-групи при C6 і гідролізу утвореної солі діазонію до сполуки VI. При дії на неї фосфатної або поліфосфатної кислоти (реакція фосфорилювання) одержується похідна гуанілатної кислоти VII, яку шляхом гідролізу амоніаково-спиртовим розчином (зняття захисту з гідроксильних груп) переводять у гуанілатну кислоту VIII:



I II



Зауважимо, що гуанілатну кислоту синтезують аналогічним чином з іншої пуринової основи – гуаніну, в молекулі якого NH-, NH= і OH-групи попередньо захищені гексаметилдисилазаном, або *біс*(триметилсиліл)аміном.

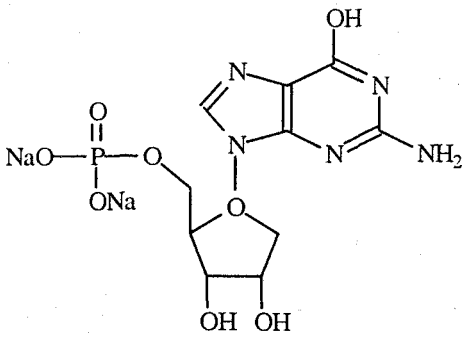
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,0%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. 5′-Гуанілатна кислота в умовах *in vivo* веде себе як звичайна нуклеїнова кислота.

Е627* 5′-Гуанілат натрію.

Підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: нуклеотид натрію, рибонуклеотид натрію, disodium 5′-guanylate, GMP, sodium guanilate.



Хімічна назва: динатрій гуанозин-5′-монофосфат гептагідрат, або динатрій [(2*R*,3*S*,4*R*,5*R*)-5-(2-аміно-6-гідрокси-9*H*-пурин-9-іл)-3,4-дигідрокси-2-тетрагідрофураніл]метилфосфат.

5′-Гуанілат натрію існує у вигляді різних гідратів, переважно семигідрату.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвні або білі кристали, які розчиняються у воді; незначно – в етанолі; не розчиняються в діетиловому етері. pH 7,0-8,5 для 5% водного розчину. Втрати при висушуванні становлять не більше 25,0% (120^0C, 4 години).

Джерело. Див. (E626) 5′-Гуанілатна кислота.

Добування. 5′-Гуанілат натрію добувають шляхом ферментації глюкози або дією на синтетичну гуанілатну кислоту гідроксидом натрію чи содою.

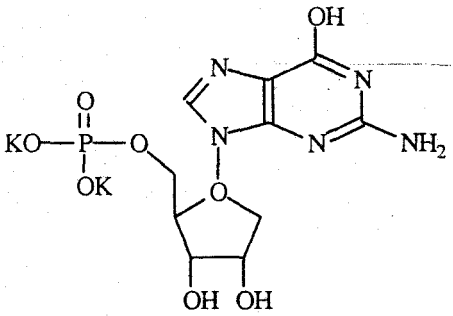
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (E626) 5′-Гуанілатна кислота.

E628 5′-Гуанілат калію.

Підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: нуклеотид калію, рибонуклеотид калію, dipotassium 5′-guanylate, potassium guanilate.



Хімічна назва: дикалій гуанозин-5′-монофосфат, або дикалій [(2*R*,3*S*,4*R*,5*R*)-5-(2-аміно-6-гідрокси-9*H*-пурин-9-іл)-3,4-дигідрокси-2-тетрагідрофураніл]метилфосфат.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвні або білі кристали, які добре розчиняються у воді; середньо – в етанолі; не розчиняються в діетиловому етері. pH 7,0-8,5 для 5% водного розчину. Втрати при висушуванні становлять не більше 5,0% (120^0C, 4 години).

Джерело. Див. (Е626) 5′-Гуанілатна кислота.

Добування. 5′-Гуанілат калію добувають шляхом ферментації глюкози або дією відповідного гідроксиду чи карбонату на синтетичну гуанілатну кислоту.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, важких металів – не більше 20 мг/кг.

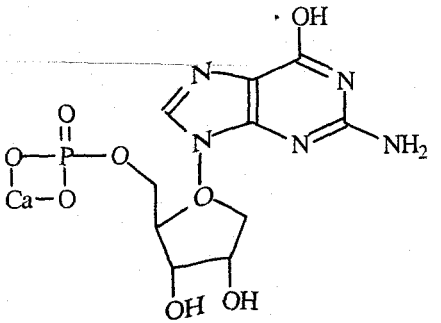
Метаболізм і токсичність. Див. (Е626) 5′-Гуанілатна кислота.

Е629 5′-Гуанілат кальцію.

Підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: нуклеотид кальцію, рибонуклеотид кальцію, calcium 5′-guanylate, calcium guanilate.

Наведена сполука існує у вигляді різних гідратів.



Хімічна назва: кальцій гуанозин-5′-монофосфат, або кальцій [(2*R*,3*S*,4*R*,5*R*)-5-(2-аміно-6-гідрокси-9*H*-пурин-9-іл)-3,4-дигідрокси-2-тетрагідрофураніл]метилфосфат.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвні або білі кристали, які добре розчиняються у воді; середньо – в етанолі; не розчиняються в діетиловому етері. pH 7,0-8,0 для 0,05% водного розчину. Втрати при висушуванні становлять не більше 23,0% (120^{0}C, 4 години).

Джерело. Див. (Е626) 5′-Гуанілатна кислота.

Добування. 5′-Гуанілат кальцію добувають шляхом ферментації глюкози або дією відповідного гідроксиду чи карбонату на синтетичну гуанілатну кислоту.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, важких металів – не більше 20 мг/кг.

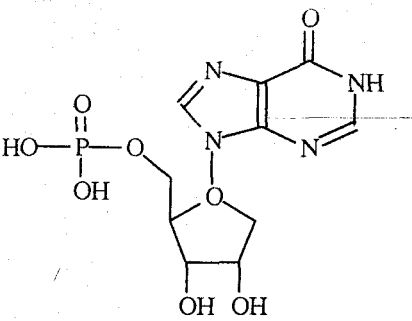
Метаболізм і токсичність. Див. (Е626) 5′-Гуанілатна кислота.

Е630 5′-Інозинатна кислота (5′-інозинова кислота)

Підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: інозин-5′-фосфатна кислота, нуклеїнова кислота, рибонуклеїнова кислота, 5′-inosinic acid, IMP.

Будова. 5′-Інозинатна кислота належить до пурінових нуклеотидів – структурних елементів нуклеїнових кислот, і складається з гетероциклічної мінорної основи 6-оксопурину (гіпоксантину), *D*-рибози та однієї ланки фосфатної кислоти:



Хімічна назва: інозин-5′-монофосфатна кислота, або [(2*R*,3*S*,4*R*,5*R*)-5-(6-оксо-9*H*-пурин-9-іл)-3,4-дигідрокси-2-тетрагідрофураніл]метил-дигідрогенфосфат.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвні або білі кристали, які добре розчиняються у воді; практично не розчиняються в етанолі, діетиловому етері. pH 5% водного розчину 1,0-2,0. Втрати при висушуванні становлять не більше 3,0% (120^{0}C, 4 години).

Джерело. Див. (Е626) 5′-Гуанілатна кислота.

Добування. 5′-Інозинатну кислоту добувають шляхом ферментації глюкози, а також лужним гідролізом РНК.

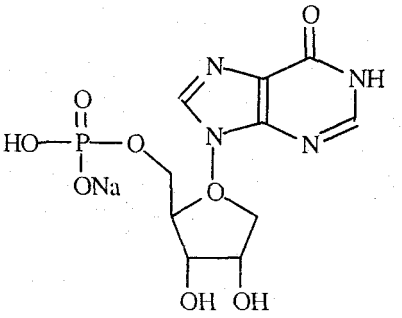
Вміст основної речовини у кінцевому продукті не менше 97,0%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е626) 5′-Гуанілатна кислота.

Е631* 5′-Інозинат натрію

Підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: натрієва сіль 5′-інозинової кислоти, нуклеотид натрію, рибонуклеотид натрію, disodium 5′-inosinate, IMP, sodium inosinate.



Хімічна назва: динатрій інозин-5′-монофосфат гептагідрат, або динатрій [(2*R*,3*S*,4*R*,5*R*)-5-(6-оксо-9*H*-пурин-9-іл)-3,4-дигідрокси-2-тетрагідрофураніл]метилфосфат гептагідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвні або білі кристали з т. топ 175^{0}С, які добре розчиняються у воді; середньо в етанолі; не розчиняються в діетиловому етері. pH 7,0-8,5 для 5% водного розчину.

Джерело. Інозинат натрію міститься як і 5′-гуанілатна кислота (Е626) в різних мікроскопічних грибах, тваринних тканинах.

Добування. 5′-Інозинат натрію добувають шляхом ферментації глюкози.

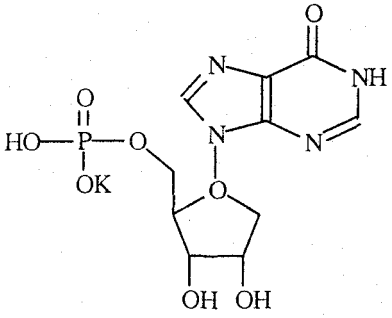
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,0%, води – не більше 28,5% (за Фішером), арсену – не більше 4 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е626) 5′-Гуанілатна кислота.

Е632 5′-Інозинат калію

Підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: калієва сіль 5′-інозинової кислоти, нуклеотид калію, рибонуклеотид калію, dipotassium 5′-inosinate, potassium inosinate.



Хімічна назва: дикалій інозин-5′-монофосфат, або дикалій [(2*R*,3*S*,4*R*,5*R*)-5-(6-оксо-9*H*-пурин-9-іл)-3,4-дигідрокси-2-тетрагідрофураніл]метилфосфат.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі або білі кристали, які добре розчиняються у воді; середньо в етанолі; не розчиняються в діетиловому етері. pH для 5% водного розчину 7,0-8,5.

Джерело. Див. (Е626) 5′-Гуанілатна кислота.

Добування. 5′-Інозинат калію добувають шляхом ферментації глюкози.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,0% на сухий залишок, води – не більше 10,0% (за Фішером), плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е626) 5′-Гуанілатна кислота.

Е633 5′-Інозинат кальцію

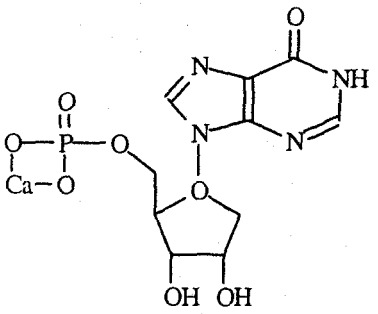
Підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: кальцієва сіль 5′-інозинової кислоти, нуклеотид кальцію, рибонуклеотид кальцію, calcium 5′-inosinate, calcium inosinate.

Хімічна формула – див. нижче.

Хімічна назва: кальцій інозин-5′-монофосфат, або кальцій [(2*R*,3*S*,4*R*,5*R*)-5-(6-оксо-9*H*-пурин-9-іл)-3,4-дигідрокси-2-тетрагідрофураніл]метилфосфат.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвні або білі кристали, які добре розчиняються у воді; середньо в етанолі; не розчиняються в діетиловому етері. pH для 0,05% водного розчину 7,0-8,0.



Джерело. Див. (Е626) 5′-Гуанілатна кислота.

Добування. 5′-Інозинат кальцію добувають шляхом ферментації глюкози.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,0% на сухий залишок, води – не більше 23,0% (за Фішером), плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е626) 5′-Гуанілатна кислота.

Е634 5′-Рибонуклеотиди кальцію

Підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: нуклеотиди кальцію, calcium 5′-ribonucleotides, calcium nucleotides.

Така харчова добавка є сумішшю 5′-інозинату кальцію (Е633) та 5′-гуанілату кальцію (Е629) у співвідношенні в межах 47-53%.

Хімічна формула: див. (Е633) і (Е629) відповідно.

Хімічна назва: суміш кальцій інозин-5′-монофосфату моногідрата і кальцій гуанозин-5′-монофосфату моногідрата.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвні або білі кристали, які добре розчиняються у воді; середньо в етанолі; не розчиняються в діетиловому етері. pH для 0,05% водного розчину 7,0-8,0.

Джерело. Див. (Е626) 5′-Гуанілатна кислота.

Добування. 5′-Рибонуклеотиди кальцію добувають мікробіологічним синтезом при ферментації глюкози.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,0% на сухий залишок, води – не більше 23,0% (за Фішером), плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е626) 5′-Гуанілатна кислота.

Е635 5′-Рибонуклеотиди натрію

Підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: нуклеотиди натрію, sodium 5′-ribonucleotides, sodium nucleotides.

Така харчова добавка є сумішшю динатрій-5′-інозинату та динатрій-5′-гуанілату у співвідношенні в межах 47-53%.

Хімічна формула: див. Е631 і Е627 відповідно.

Хімічна назва: суміш динатрій інозин-5′-монофосфату та динатрій гуанозин-5′-монофосфату.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвні або білі кристали, які добре розчиняються у воді; середньо в етанолі; не розчиняються в діетиловому етері. pH для 5,0% водного розчину 7,0-8.5.

Джерело. Див. (Е626) 5′-Гуанілатна кислота.

Добування. 5′-Рибонуклеотиди натрію добувають мікробіологічним синтезом при ферментації глюкози.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,0% на сухий залишок, води – не більше 26,0% (за Фішером), плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е626) 5′-Гуанілатна кислота.

Е650 Ацетат цинку

Підсилювач смаку та аромату.

Синоніми: оцтовокислий цинк; acetic acid, zinc salt; zinc diacetate.

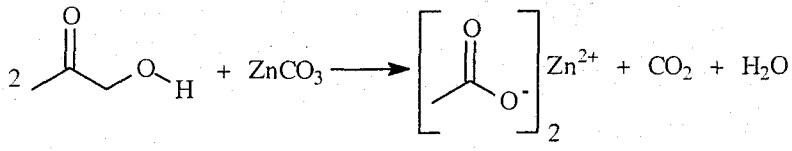
$(CH_3CO)_2Zn$

Ацетат цинку існує у вигляді безводної солі та дигідрату.

Хімічна назва: ацетат цинку.

Фізико-хімічні властивості. Обидві форми солі є білими кристалічними порошками з т. топ. приблизно 236^{0}C для безводної форми (починаючи з 200^{0}C спостерігається розклад солі з виділенням ацетону і утворенням полікомплексного оксоацетата $Zn_4O(CH_3COO)_6$. Дигідрат при 100^{0}C втрачає кристалізаційну воду. Розчинність у воді для безводної солі становить 30 г/100 г при 20^{0}C і 44,6 г/100 г (100^{0}C); для дигідрату – 43,0 г/100 г (20^{0}C). Ацетат цинку розчиняється також в етанолі (2,8 г/100 г при 25^{0}C і 166 г/100 г при 70^{0}C), метанолі, ацетоні. pH 6,0-8,0 для 5% водного розчину.

Добування. Ацетат цинку одержують шляхом взаємодії ацетатної кислоти з оксидом або карбонатом цинку.



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, нерозчинних в ацетатній кислоті речовин – не більше 0,005%, хлоридів – не більше 0,005%, сульфатів – не більше 0,01%, арсену – не більше 3 мг/кг, феруму – не більше 2 мг/кг, плюмбуму – не більше 20 мг/кг.

До підсилювачів смаку та аромату належать також речовини, які за основною технологічною функцією наведені в інших розділах:

(Е957) тауматин - гл. 1.2,

(Е958) гліциризин - гл. 1.2,

(Е959) дигідрохалкон неогесперидину – гл. 1.2.

1.7. Харчові барвники

Харчові барвники застосовуються для надання харчовим продуктам певного кольору або підсилення існуючого, оскільки при їх виготовленні може втрачатися початкове забарвлення.

Людина здавна добувала з рослинної сировини та використовувала для харчових продуктів певні барвники, про що було сказано у вступі. Для цього застосовували, крім попередньо згаданих, також барвники алканін, кармін, кермес (дубовий кошеніль) тощо. З кінця XIX ст. починається застосування в харчовій індустрії синтетичних барвників, які мають ряд суттєвих переваг стосовно нативних.

Забарвлення любої хімічної речовини органічного і неорганічного походження пов'язано із особливістю електронної будови її молекули. Відомо, що барвники інтенсивно поглинають світло у видимій частині спектра (760-400 нм). При цьому енергія поглинутого світла витрачається на збудження σ- або π-електронів, тому, змінюючи будову молекули барвника, можна змінювати інтенсивність і характер поглинання. Непоглинуті

промені у видимій частині спектра відбиваються від поверхні і сприймаються людським оком, внаслідок чого поверхня здається забарвленною в той колір, промені якого відбилися від неї. Наприклад, якщо поверхня червона, то це означає, що вона поглинає зелене світло із спектра і навпаки. Вважають, що жовтий колір притаманний барвникам, молекули яких поглинають промені з довжиною хвилі 435-480 нм, червоний – 480-500, синій – 580-595, зелений – 730-760. Барвники з чорним кольором поглинають світлові промені у цілому діапазоні 400-760 нм, з білим – повністю відбивають, а прозорість характерна для речовин, які повністю їх пропускають без поглинання.

Для появи забарвлення в молекулах органічних барвників необхідна наявність достатньо довгої спряженої системи зв'язків або функціональних груп, які здатні поглинати у видимій частині спектра (>C=C<, -N=N-, >C=O, -N=O, $-NO_2$, хіноїдний цикл та інші). Наведені групи називаються хромофорними (від грецьк. *chroma* – колір, *phoros* - носій), а система спряжених зв'язків за їх участю – хромофорною системою зв'язків. Введення інших груп –OH, -COOH, $-NH_2$, $-SO_3H$ тощо поглиблює забарвлення і вони називаються ауксохромними (від грецьк. *ауxano* – збільшую, *chroma* – колір). Ауксохромні групи сприяють батохромному зміщенню максимуму поглинання λ_{max} у бік більших довжин хвиль завдяки донорним або акцепторним властивостям.

За своїм походженням харчові барвники бувають натуральними (природними, нативними) і синтетичними. За хімічною будовою їх поділяють на органічні та неорганічні (переважно пігменти). Нативні органічні барвники одержують з природної сировини, переважно з дикорослинних і культурних рослин (листів і квітів, ягід, коренеплодів) та відходів їх переробки у таких галузях як овочепереробна при виготовленні соків та екстрактів, виноробство, консервна промисловість. Синтетичні барвники одержують відомими хімічними методами або мікробіологічною технологію, яка останнім часом інтенсивно розвивається. Більшість з них використовуються у вигляді натрієвих солей, що суттєво поліпшує водорозчинність. Для фарбування драже часто застосовують алюмінієві лаки, які одержують при взаємодії натрієвих солей відповідних барвників з гідроксидом алюмінію.

Деякі барвники мають поліфункціональний характер і проявляють поряд з фарбуючими одночасно інші властивості, тобто мають комплексну дію, наприклад, поверхнево активну як емульгатори, смакову та ароматну, біологічну активність. Так, таніни харчові (Е181) є барвником, емульгатором і стабілізатором, а рибофлавіни (Е101) - барвником і вітаміном B_2, каротини (Е160) – барвником, антиоксидантом і провітаміном A_1; турмерик (Е100) і шафран (Е164) виконують функції барвника та прянощів тощо.

Тепер в України дозволено застосування близько тридцяти харчових барвників при їх загальній кількості більше шістдесяти, дозволених до застосування міжнародними правилами. Деякі з таких барвників поки не мають свого Е-номера (метилвіолет, родамін С, фуксин кислотний).

Неорганічні барвники, або мінеральні пігменти, значно меншою кількістю (дев'ять) бувають природного походження або хімічно одержаними. З таких дозволених до використання міжнародними правилами пігментів в Україні застосовуються шість – вугіля (Е152), вугілля рослинне (Е153), карбонати кальцію (Е170), діоксид титану (Е171), оксиди заліза (Е172), золото (Е175).

Нативні органічні барвники одержують з природних джерел головним чином шляхом екстракції певними дозволеними розчинниками (вода, органічні розчинники, рослинні олії, „надкритичний" діоксид вуглецю) у вигляді відповідних екстрактів. Хімічний склад таких екстрактів (сумішей) залежить від виду сировини, технології вилучення і постійним переважно не буває. Вміст барвників в екстрактах невеликий (до 4-5%), що часто викликає необхідність застосовувати процеси концентрування. Крім того, нативні барвники містять так звані супутні речовини – цукри, пектини, білкові речовини, органічні кислоти, мінеральні солі, що веде до необхідності додадкового очищення для їх вилучення.

Естракція органічних барвників полягає переважно у проведенні ряда послідовних технологічних операцій, починаючи з подрібнення до певного стану, дія розчинника (сама екстракція), відстоювання, фільтрування, концентрування (випарювання), аналіз і тарування. Для естракції водорозчинних (гідрофільних)

барвників застосовують воду та етанол, а для жиророзчинних (ліпофільних) – органічні розчинники, рослинні олії. Набуло широкого застосування в якості ефективного розчинника нативних барвників ,,надкритичного" діоксида вуглецю (оксида вуглецю IV), про що наведено у гл. 1.1 (Е290).

Останнім часом інтенсивно розвивається застосування лакових барвників у вигляді різноманітних дисперсій (гліцеролових, олійних, жирових, воскових тощо), в яких вміст пігментів становить 12-17%. За своєю хімічною будовою це, переважно, комплексні сполуки іонів металу (здебільшого алюмінію) з молекулою барвника.

1.7.1. Органічні барвники

Нативні органічні харчові барвники поділяють на відомі групи, до яких належать каротиноїди, флавоноїди, антоціани, хлорофіли та інші. Необхідно зауважити, що частина натуральних барвників тепер одержується шляхом органічного або мікробіологічного синтезу, що дозволяє їх здешевити і отримувати високоякісні хімічно стабільні речовини, не дивлячись на існуючу тенденцію до застосування натуральних барвників.

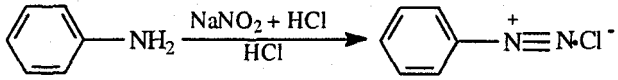
Не слід плутати харчові добавки-барвники з існуючими іншими натуральними продуктами у вигляді різноманітних сумішей, що також надають певний колір харчовим продуктам. До останніх належать екстракти та настої ягід, плодів; фруктові та овочеві соки; кава, какао, деякі пряноші, а також барвники, якими фарбують зовнішні неїстивні частини харчових продуктів (оболонки ковбас, сирів тощо).

Синтетичні барвники зідно своєї хімічної будови за класифікацією поділяються на азобарвники, арилметанові, хінолінові, індигоїдні, ксантенові та інші.

1.7.1.1 Азобарвники

Азобарвники за хімічною будовою належать до сполук, які містять у своїх молекулах -N=N-азогрупу(и). Вони є синтетичними барвниками.

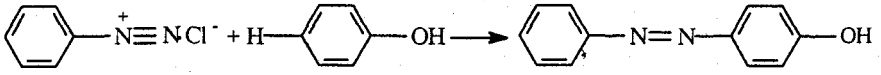
Метод одержання азобарвників складається з двох основних реакцій – діазотування (утворення діазокомпоненти) та азосполучення. Реакція діазотування притаманна первинним ароматичним амінам при дії на них нітритної кислоти, отриманої *in situ* з відповідних солей при відносно низьких температурах (0-10 ^{0}C). В результаті реакції діазотування утворюються солі діазонію. Останні є нестійкими і використовуються у вигляді водних розчинів, де вони повністю іонізовані:



Ароматичний амін Сіль діазонію

Збільшення основності аміну (дія електронодонорних замісників I роду) сприяє реакції діазотування, а зменшення (дія електроноакцепторних замісників II роду) – навпаки.

Реакція азосполучення полягає у взаємодії солі діазонію з азокомпонентою – сполукою, активованою в *о-* і *п*-положеннях сильними електронодонорними замісниками, на зразок фенолів, нафтолів, третинних ароматичних амінів:



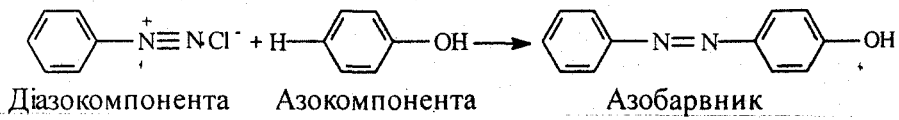
Діазокомпонента Азокомпонента Азобарвник

Азобарвники, що застосовуються для харчових продуктів бувають водорозчинними (натрієві, калієві солі) і жиророзчинними.

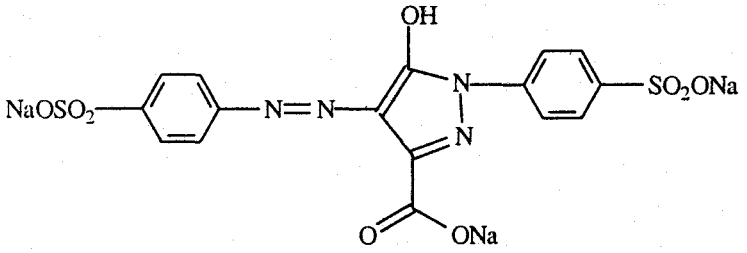
E102* Тартразин

Синоніми: tartrazine, CI food yellow 4.

Будова. Цей моноазобарвник містить у структурі своєї молекули гетероциклічне ядро піразолону, похідного піразолу. Завдяки особливостям такої будови (наявність трьох реакційних центрів – атомів N, O і C) піразолон здатний до таутомерії і бере участь в хімічних реакціях у вигляді трьох таутомерних форм, залежно від природи реакційного середовища:



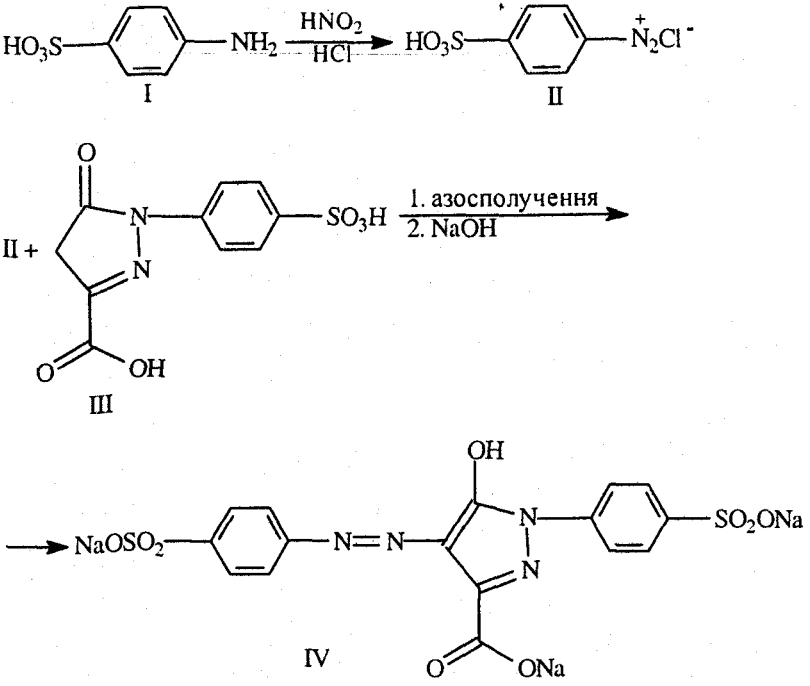
Діазокомпонента Азокомпонента Азобарвник



Хімічна назва: тринатрій 5-гідрокси-1-(4′-сульфонатофеніл)-4-(4″-сульфонатофенілазо)-1*H*-піразол-3-карбоксилат.

Фізико-хімічні властивості. Тартразин є порошком або гранулятом, водний розчин якого має жовтий колір. Він добре розчиняється у воді (140 г/л при кімн. т.), гліцеролі (150 г/л при кімн. т.); середньо - в етанолі; не розчиняється в рослинних оліях. Має достатню термостійкість (до 150^{0}С) і світлостійкість. Тартразин стійкий також до дії кислот, але в лужних середовищах утворює червонуватий відтінок. Втрати при висушуванні (разом з хлоридом і сульфатом у перерахунку на натрієву сіль) становлять не більше 15,0% (135^{0}С, до постійної маси). Вважається одним з найстабільніших синтетичних азобарвників.

Добування. Реакції одержання тартразину починаються з діазотування сульфанілової (4-амінобензенсульфонатної) кислоти I до відповідної солі діазонію II. Остання бере участь у реакції азосполучення з піразолоновмісною кислотою III, або 1-(4′-сульфофеніл)-піразол-5-он-3-карбоновою кислотою. Сполука III, у свою чергу, синтезується з ацетоцтового естеру та *n*-гідразинобензенсульфонової кислоти до відповідного піразолідону з подальшим його оксидаційним дегідруванням до III. Місцем атаки катіоном діазонія сполуки III є реакційноздатний карбаніон метиленового фрагменту при С4 піразолону. Утворений азобарвник дією лугу переводять у тартразин IV, піразолонове ядро якого приймає одну з можливих таутомерних форм - енольну.



Вміст основного барвника у кінцевому продукті становить не менше 85,0%, побічних барвників – не більше 1,0%, органічних сполук-небарвників (4-гідразинобензенсульфонової кислоти, 4-амінобензенсульфонової кислоти, 5-оксо-1-(4-сульфофеніл)-2-піразолін-3-карбонової кислоти, тетрагідроксисукцинатної кислоти, 4,4′-діазоаміноди(бензенсульфонової кислоти) – не більше 0,5%, несульфованих первинних ароматичних амінів (у перерахунку на анілін) – не більше 0,01%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, важких металів – не більше 40 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

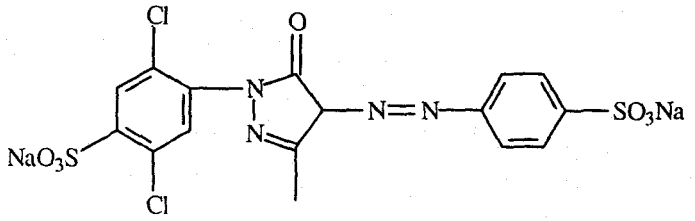
Для алюмінієвого лаку: вміст речовин, які не розчиняються в HCl – не більше 0,5%; водорозчинних хлоридів і сульфатів – не більше 2,0%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. В процесах метаболізму молекули барвника розщеплюються, продукти розщеплення під дією ензимів азовідновлюються і поглинаються в кишечнику з наступним виділенням із сечею та калом. Вважають, що у людині з алергічною реакцією на аспірин при оральному прийому тартразина можливі псевдоалергічні реакції на зразок кропивниці.

Е107 Жовтий 2G

Синоніми: C.I. acid yellow 17, C.I. 18965, lissamine fast yellow.

Будова. Наведена сполука належить до азобарвників, які містять у структурі своїх молекул бензенові та гетероциклічне піразолонове ядра:

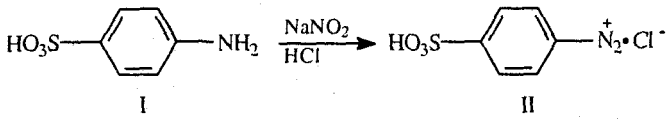


Хімічна назва: 2,5-дихлоро-4-[3-метил-5-оксо-4-(4-сульфонатофеніл-4*H*-піразол-1-іл)]бензенсульфонат динатрію.

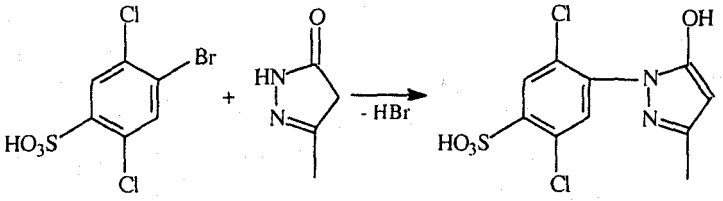
Фізико-хімічні властивості. Це порошок або гранулят, який добре розчиняється у воді (12 г/100 г). Проявляє достатню стійкість до дії окисників і відновників, кислот. Стійкість до дії світла – помірна.

Добування. Синтез барвника починається з діазотування сульфанілової кислоти I до відповідної діазонієвої солі II (діазокомпоненти). Необхідну азокомпоненту синтезують шляхом взаємодії 4-бромо-2,5-дихлоробензенсульфонової кислоти III з 3-метилпіразолоном (3-оксо-5-метилпіролом) IV з утворенням арилпіразолона V. Гетероциклічний кетон V у енольній формі має найбільшу реакційну здатність (електронну густину) щодо діазокатіону II на метиленовому атомі вуглецю внаслідок спряження енолятного атома кисню з ненасиченим зв'язком (див. Е102). Тому, при азосполученні цих компонент (pH 7-9) утворюється відповідна азосполука з розташуванням азогрупи при згаданому

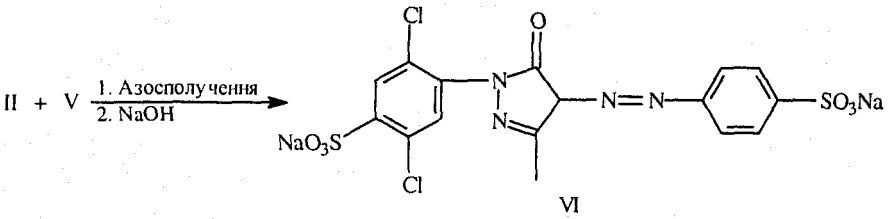
атомі вуглецю. Потім при дії лугу утворюється барвник VI у вигляді відповідної солі:



I II



III IV V



VI

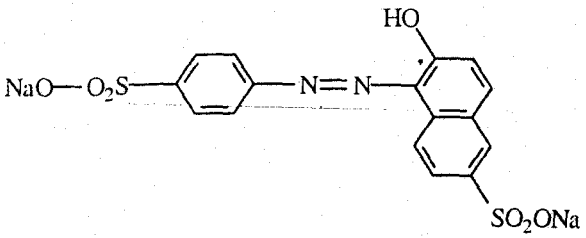
Вміст основного барвника у кінцевому продукті становить не менше 97,0%, води – не більше 5,0%, водонерозчинних речовин – не більше 1,0%.

Метаболізм і токсичність. Надмірне вживання наведеного барвника може викликати у людини алергічні реакції. Нерекомендований для використання у дитячому харчуванні, внаслідок чого заборонений у більшості країн.

E110* Жовтий „сонячний захід"

Синоніми: жовтий сонячно-західний, сонячно-західний, sunset yellow FCF, yellow 6, CI (1975) No 15985.

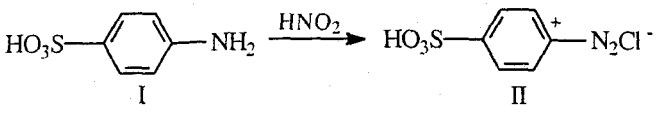
Будова. Такий азобарвник за хімічною будовою (як і ряд інших подібних барвників) є продуктом реакції азосполучення між відповідною сіллю діазонія сульфанілової кислоти та сульфопохідною β-нафтолу:



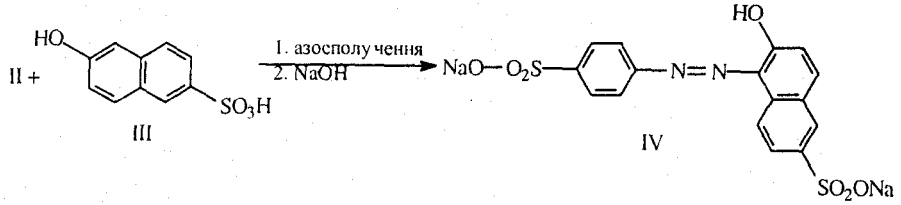
Хімічна назва: 6-гідрокси-5-(4′-сульфонатофенілазо)-2-нафтален-сульфонат динатрію.

Фізико-хімічні властивості. Це оранжево-червоний порошок або гранулят, який добре розчиняється у воді (120 г/л при кімн. т.), гліцеролі (160 г/л при кімн. т.); посередньо - в етанолі; не розчиняється в рослинних оліях. Термостійкість барвника (до 150 ^{0}C) дуже добра., світлочутливість - добра. Стійкість до дії кислот висока, але аскорбатна (аскорбінова) кислота частково відновлює цей барвник по N=N-зв'язку. Стійкість до лугів помірна. Втрати при висушуванні (разом з хлоридом і сульфатом у перерахунку на натрієву сіль) становлять не більше 15,0% (135^{0}C, до постійної маси).

Добування. Одержання наведеного барвника полягає у проведенні реакції діазотування сульфанілової кислоти I до відповідної солі діазонія II. Остання бере участь в реакції азосполучення з 2-нафтол-6-сульфоновою кислотою III (кислотою Шеффера) з утворенням відповідного азобарвника, який під дією лугу трансформується у кінцевий продукт IV:



I II



III IV

Вміст основного барвника у кінцевому продукті становить не менше 85,0%, побічних барвників – не більше 5,0%, органічних сполук-небарвників (4-аміно-1-бензенсульфонової кислоти, 3-гідрокси-2,7-нафталендисульфонової кислоти, 6-гідрокси-2-нафталенсульфонової

кислоти, 7-гідрокси-1,3-нафталендисульфонової кислоти, 4,4′-діазоамінодибензенсульфонової кислоти, 6,6′-оксиди-2-нафталенсульфонової кислоти) – не більше 0,5%, несульфованих первинних ароматичних амінів (у перерахунку на анілін) – не більше 0,01%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

Для алюмінієвого лаку: вміст речовин, які не розчиняються в HCl – не більше 0,5%; водорозчинних хлоридів і сульфатів – не більше 2,0%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

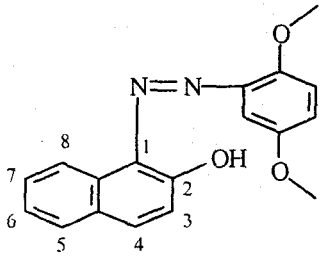
Метаболізм і токсичність. Барвник жовтий „сонячний захід" в умовах *in vivo* розщеплюється в результаті процесів азовідновлення. При цьому деякі продукти розщеплення всмоктуються і виділяються з жовчею та сечею.

Е121 Цитрусовий червоний 2

Синоніми: орселін, citrus red 2, C.I. solvent 80, CI 12156, orchil.

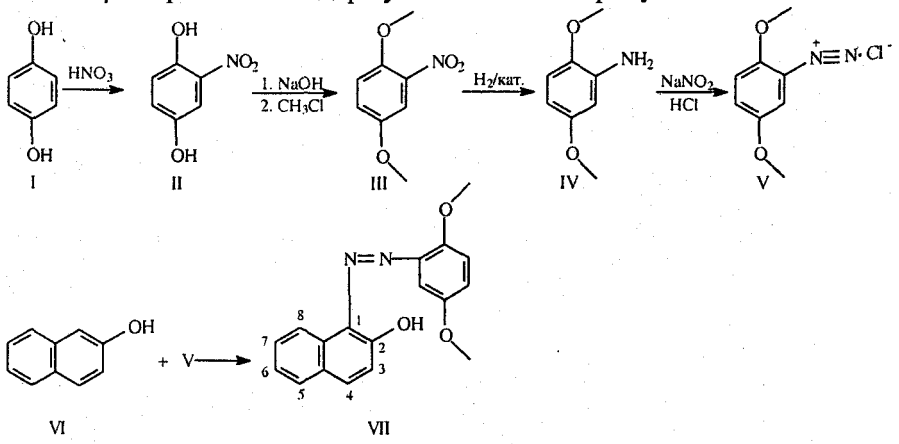
Хімічна назва: 1-(2,5-диметоксифенілазо)нафтален-2-ол.

Фізико-хімічні властивості. Це порошок або гранулят темно-коричневого забарвлення з т. топ. 156^{0}С, який добре розчиняється у багатьох органічних розчинниках; практично не розчиняється у воді (не більше 0,1 г/100 г).



Добування. Барвник „Цитрусовий червоний 2" синтезують з гідрохінону та β-нафтолу. Спочатку нітрують гідрохінон I до нітрогідрохінону II., який реакцією Вільямсона (О-алкілюванням)

переводять у 1,4-диметокси-2-нітробензен III. При відновленні останнього отримують амін IV, який реакцією діазотування трансформують у відповідну діазонієву сіль V. При азосполученні солі V з β-нафтолом VI одержують кінцевий продукт VII:

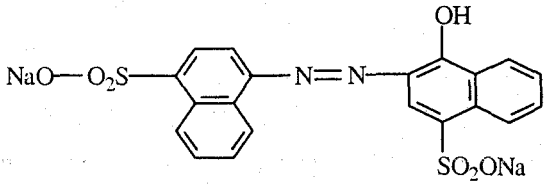


Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, побічних барвників – не більше 2,0%, органічних сполук-небарвників – не більше 0,05%, летючих речовин – не більше 0,5%, водорозчинних речовин – не більше 0,3%, нерозчинних у тетрахлорометані речовин – не більше 0,5%, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Наведений барвник проявляє канцерогенні властивості, внаслідок чого заборонений у більшості країн світу.

E122*. Азорубін (кармуазин)

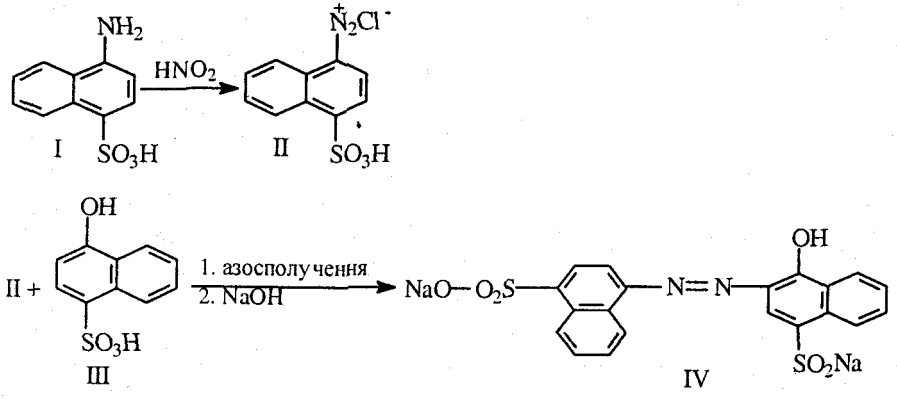
Синоніми: кармуазин, барвник органічний кислотний червоний 2С, azorubine, carmoisine.



Хімічна назва: 4-гідрокси-3-(4′-сульфонато-1′-нафтилазо)-1-нафталенсульфонат динатрію.

Фізико-хімічні властивості. Це темно-червний порошок або гранули, водні розчини мають забарвлення від блакитно-червоного до жовтувато-червоного, залежно від якості води. Він добре розчиняється у воді та гліцеролі (120 г/л при кімн. т.); посередньо - в метанолі; не розчиняється в дихлорометані. Світлостійкість, термостійкість (до 150 ^{0}C) та стійкість до кислот добрі. Стійкість барвника до дії лугу помірна. Втрати при висушуванні (разом з хлоридом і сульфатом у перерахунку на натрієву сіль) становлять не більше 15,0% (135^{0}C до постійної маси).

Добування. Азорубін одержують початковим діазотуванням нафтіонової кислоти (4-нафтиламін-1-сульфонової) I до відповідної солі діазонія II. Остання вступає в реакцію азосполучення з 4-нафтол-1-сульфоновою кислотою (кислотою Невіля-Вінтера) з утворенням азобарвника, який в лужному середовищі перетворюється у відповідну сіль IV:



Вміст основного барвника у кінцевому продукті становить не менше 85,0%, побічних барвників – не більше 1,0%, органічних сполук-небарвників (4-аміно-1-нафталенсульфонової кислоти і 4-гідрокси-1-нафталенсульфонової кислоти) – не більше 0,5%, несульфованих первинних ароматичних амінів (у

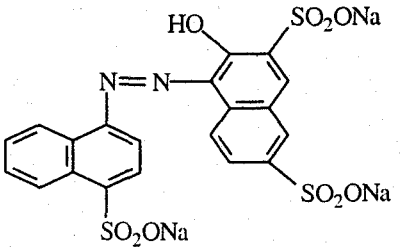
перерахунку на анілін) – не більше 0,01%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, меркурію – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

Для алюмінієвого лаку: вміст речовин, які не розчиняються в HCl – не більше 0,5%; водорозчинних хлоридів і сульфатів – не більше 2,0%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. В організмі людини продукти метаболізму барвника азорубіну виділяються разом з калом і сечею.

Е123 Амарант

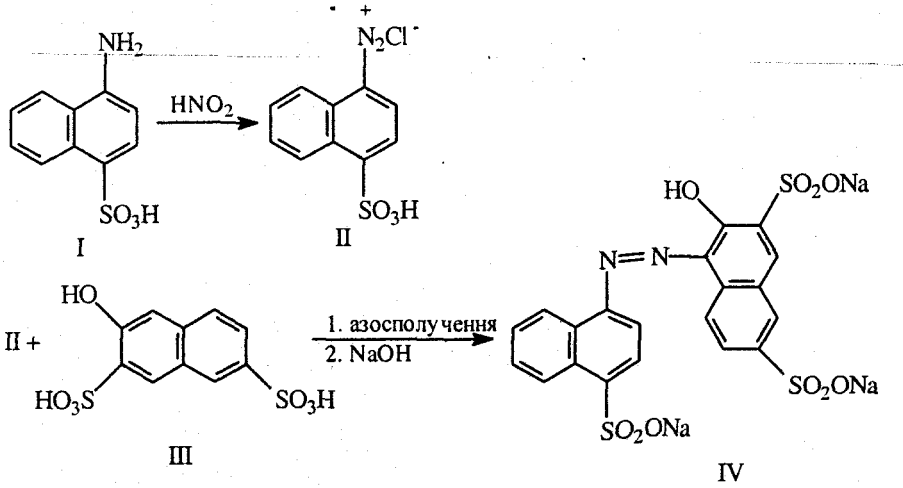
Синоніми: азорибін S, amaranth, azorubin S



Хімічна назва: 2-гідрокси-1-(4′-сульфонато-1′-нафтилазо)-3,6-нафталендисульфонат тринатрію.

Фізико-хімічні властивості. Це темно-червоний порошок або гранулят, який має т. топ. 120^{0}С (розкл.), розчиняється у воді (20 г/л); середньо – в метанолі, етанолі; не розчиняється в рослинних оліях. Втрати при висушуванні (разом з хлоридом і сульфатом у перерахунку на натрієву сіль) становлять не більше 15,0% (135^{0}С до постійної маси).

Добування. Амарант IV одержують послідовним діазотуванням нафтіонової кислоти (4-амінонафталенсульфонової) I та азосполученням утвореної солі діазонію II з 3-гідроксинафтален-2,7-дисульфоновою кислотою (Р-кислотою) III з наступною дією лугу:

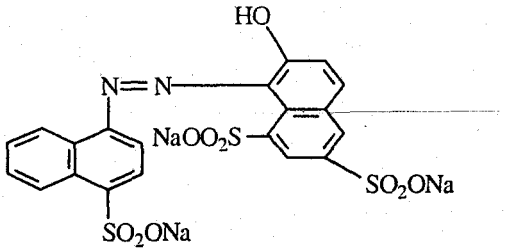


Вміст основного барвника у кінцевому продукті становить не менше 85,0%, побічних барвників – не більше 3,0%, органічних сполук-небарвників (4-аміно-1-нафталенсульфонової кислоти, 3-гідрокси-2,7-нафталендисульфонової кислоти, 6-гідрокси-2-нафталенсульфонової кислоти, 7-гідрокси-1,3-нафталендисульфонової кислоти, 7-гідрокси-1,3.6-нафталентрисульфонової кислоти) – не більше 0,5%, несульфованої нафтіонової кислоти – не більше 0,01%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. В умовах *in vivo* після азовідновлення приблизно 15-20% барвника ресорбується в кишечнику, а 75-80% виділяється із калом і сечею, головним метаболітом в яких є нафтіонова кислота. Вважають, що канцерогенної дії амарант не має. Незважаючи на це, він заборонений в Україні та ряді інших держав.

Е124* Понсо 4R

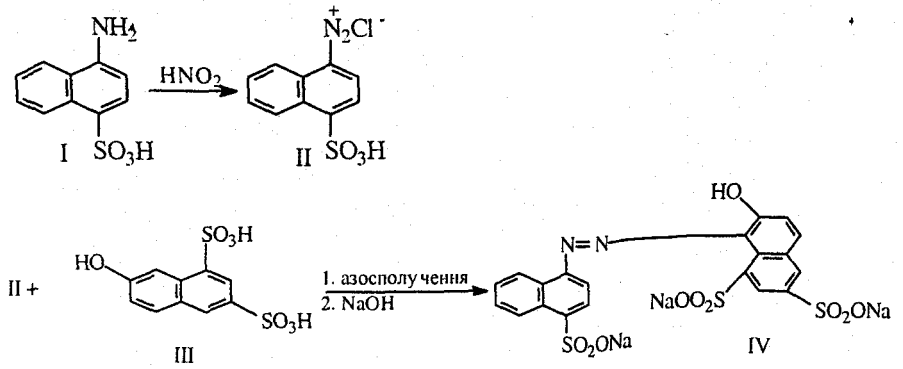
Синоніми: червоногарячий 4R, кошеніловий, кошеніль, ponceau 4R, cochineal Red A.



Хімічна назва: 2-гідрокси-1-(4′-сульфонато-1′-нафтилазо)-6,8-нафталендисульфонат тринатрію.

Фізико-хімічні властивості. Це червоний порошок або гранулят, який добре розчиняється у воді (140 г/л при кімн. т.); середньо - в етанолі; не розчиняється в рослинних оліях. Стійкість до дії світла, температури (150^{0}C) і кислот добра, до дії лугів – помірна (з часом з'являється коричневатий відтінок). Втрати при висушуванні (разом з хлоридом і сульфатом у перерахунку на натрієву сіль) становлять не більше 20,0% (135^{0}C, до постійної маси).

Добування. Одержання цього барвника полягає у початковій реакції діазотування нафтіонової кислоти I та азосполученні утвореної солі діазонію II з 7-гідроксинафтален-1,3-дисульфоновою кислотою III (G-кислотою) до барвника IV у вигляді тринатрієвої солі:



Вміст основного барвника у кінцевому продукті становить не менше 85,0%, побічних барвників – не більше 1,0%, органічних сполук-небарвників (4-аміно-1-нафталенсульфонової кислоти, 3-гідрокси-2,7-

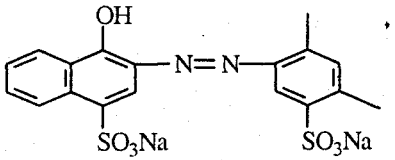
нафталендисульфонової кислоти, 6-гідрокси-2-нафталенсульфонової кислоти, 7-гідрокси-1,3-нафталендисульфонової кислоти, 7-гідрокси-1,3,6-нафталентрисульфонової кислоти) – не більше 0,5%, несульфованих первинних ароматичних амінів (у перерахунку на анілін) – не більше 0,01%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

Для алюмінієвого лаку: вміст речовин, які не розчиняються в HCl – не більше 0,5%; водорозчинних хлоридів і сульфатів – не більше 2,0%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Вважають, що продукти азовідновлення барвника повністю виділяються із сечею і калом переважно у вигляді нафтіонової кислоти.

E125 Понсо SX

Синоніми: яскраво-червоний, scarlet GN, C.I. food red 1, C.I. 14700.

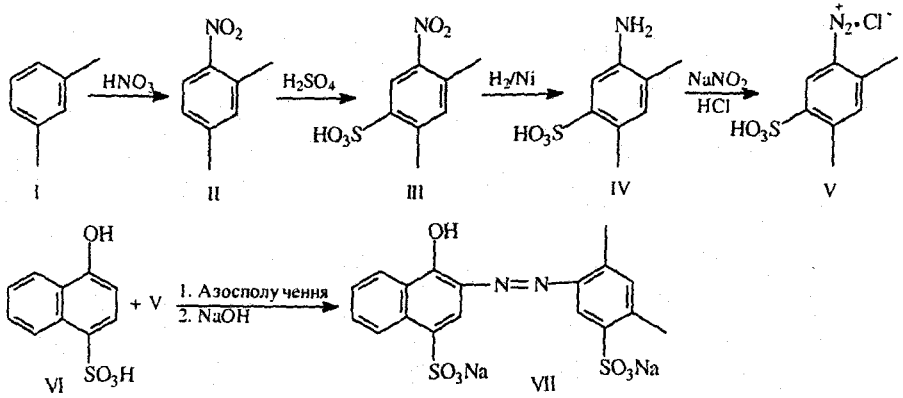


Хімічна назва: 3-(2,4-диметил-5-сульфонатофенілазо)-4-гідроксинафталенсульфонат динатрію.

Фізико-хімічні властивості. Це порошок, який розчиняється у воді. Його 10% водні розчини мають жовто-золотисте забарвлення при pH 6.

Добування. Один з можливих варіантів синтезу цього барвника починається реакцією нітрування *м*-ксилену (*м*-ксилолу) I з утворенням 2,4-диметилнітробензену II, якого потім сульфують до 2,4-диметил-5-нітробензенсульфонової кислоти III. Методом каталітичного відновлення зі сполуки III отримують сульфонову

кислоту (2,4-диметил-5-амінобензенсульфонову) IV, яку реакцією діазотування трансформують у відповідну сіль діазонію V. При азосполученні такої солі з 4-гідроксинафталенсульфоновою кислотою VI та обробкою лугом утворюється кінцевий продукт VII:

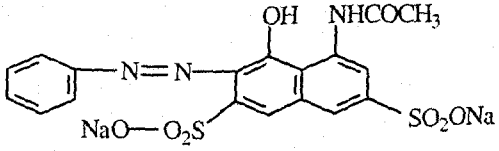


Вміст основного барвника у кінцевому продукті становить не менше 88,0%, побічних барвників – 1,0%, органічних сполук-небарвників – 0,5%, водонерозчинних речовин – 0,2% і речовин етерного екстракту – 0,2%.

Метаболізм і токсичність. Вплив наведеного барвника на організм людини остаточно ще нез'ясований. У ряді країн він заборонений до використання в харчових продуктах.

E128 Червоний 2G

Синоніми: red 2G, azogeranine.

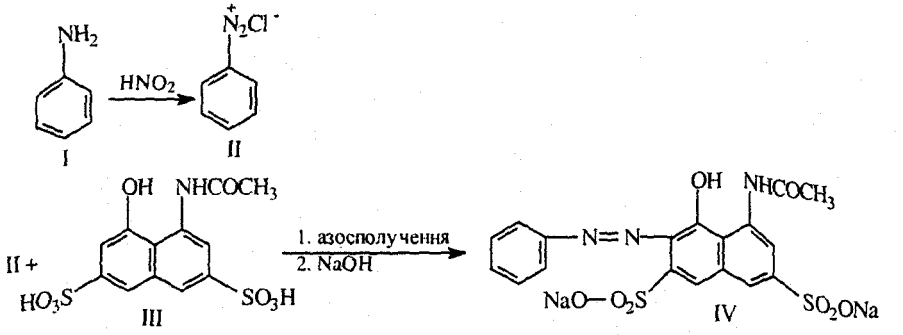


Хімічна назва: 5-ацетамідо-4-гідрокси-3-фенілазо-2,7-нафталендисульфонат динатрію.

Фізико-хімічні властивості. Це червоний порошок або гранулят, який добре розчиняється у воді, середньо - в етанолі, не розчиняється в рослинних оліях. Стійкість до дії світла, лугів висока. Термостійкість (205^0C) і стійкість до кислот цього барвника добра. Втрати при висушуванні (разом з хлоридом і сульфатом у

перерахунку на натрієву сіль) становлять не більше 20,0% (135°С, до постійної маси).

Добування. Реакції одержання наведеного барвника полягають у діазотуванні аніліну I до фенілдіазонійхлориду II, який при послідовних азосполученні з 4-гідрокси-5-ацетамідонафтален-2,7-дисульфоновою кислотою III та підлужуванні середовища перетворюється у відповідний азобарвник IV:



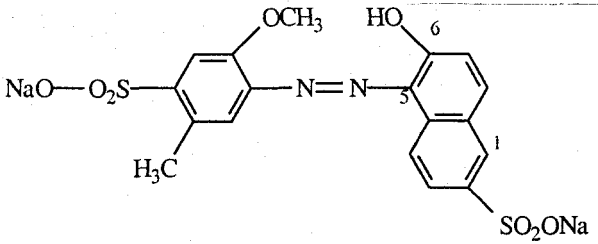
Вміст основного барвника у кінцевому продукті становить не менше 80,0%, побічних барвників – не більше 2,0%, органічних сполук-небарвників (5-ацетамідо-4-гідрокси-2,7-нафталендисульфонової кислоти і 5-аміно-4-гідрокси-2,7-нафталендисульфонової кислоти) – не більше 0,3%, несульфованих первинних ароматичних амінів (у перерахунку на анілін) – не більше 0,01%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

Для алюмінієвого лаку: вміст речовин, які не розчиняються в HCl – не більше 0,5%; водорозчинних хлоридів і сульфатів – не більше 2,0%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Для барвника червоного 2G в умовах *in vivo* після процесів азовідновлення продукти реакції на зразок амінофенолу виділяються із сечею і калом. Існує думка, що в процесах метаболізму з цього барвника утворюється анілін.

E129* Червоний спеціальний АС

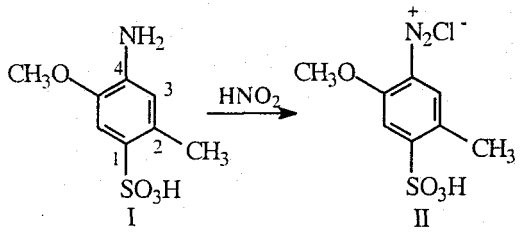
Синоніми: спеціальний червоний АС, allura red AC.

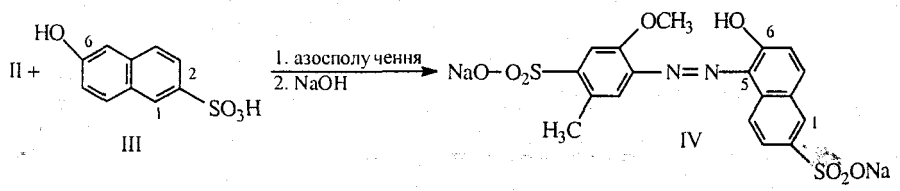


Хімічна назва: 6-гідрокси-5-(2′-метокси-5′-метил-4′-сульфонатофенілазо)-2-нафталенсульфонат динатрію.

Фізико-хімічні властивості. Це темно-червоний порошок або гранулят, який добре розчиняється у воді (220 г/л при кімн. т.), гліцеролі; середньо – в етанолі; не розчиняється в рослинних оліях. Термостійкість (135^{0}С) і стійкість до дії фруктових кислот високі. Світлостійкість цього барвника добра. Втрати при висушуванні (разом з хлоридом і сульфатом у перерахунку на натрієву сіль) становлять не більше 15,0% (135^{0}С, до постійної маси).

Добування. Синтез такого барвника полягає у початковому діазотуванні 4-аміно-5-метокси-2-метилбензенсульфонової кислоти I до відповідної діазонієвої солі II та наступним азосполученням цієї солі з 6-гідроксинафтален-2-сульфоновою кислотою III (кислотою Шеффера) з утворенням після підлужування барвника IV:





Вміст основного барвника у кінцевому продукті становить не менше 85,0%, побічних барвників – не більше 3,0%, органічних сполук-небарвників (6-гідрокси-2-нафталенсульфонату натрію – не більше 0,3%, 4-аміно-5-метокси-2-метилбензенсульфонової кислоти – не більше 0,2%, 6,6′-окси-*біс*(2-нафталенсульфонату) динатрія – не більше 0,1%), несульфованих первинних ароматичних амінів (у перерахунку на анілін) – не більше 0,01%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

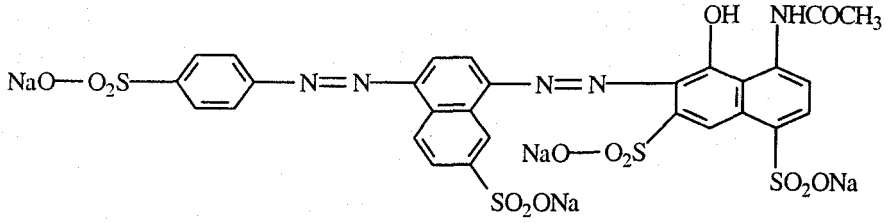
Для алюмінієвого лаку: вміст речовин, які не розчиняються в HCl – не більше 0,5%; водорозчинних хлоридів і сульфатів – не більше 2,0%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Продукти розщеплення цього барвника *in vivo*, головними з яких є амінометокситолуени на зразок 3-аміно-4-метокситолуену, виділяються разом із сечею і калом.

E151 Чорний діамантовий PN

Синоніми: чорний BN, діамантовий чорний, brilliant black BN, black PN, food black 1, C.I. 28440, C.I. food brown 1.

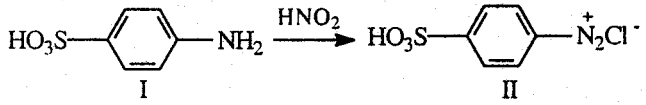
Будова. За хімічною будовою цей барвник, на відміну від вищенаведених, містить у структурі своєї молекули дві азогрупи (діазобарвник):



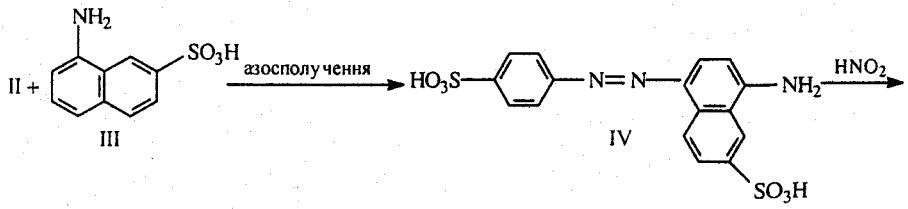
Хімічна назва: 4-ацетамідо-5-гідрокси-6-[7-сульфонато-4-(4-сульфонатофенілазо)-1-нафтилазо]-1,7-нафталендисульфонат тетранатрію.

Фізико-хімічні властивості. Це порошок або гранулят чорного кольору, який добре розчиняється у воді (50 г/л при кімн. т.) з утворенням синьо-фіолетового забарвлення. Розчинність в етанолі – середня, не розчиняється в рослинних оліях. Стійкість цього барвника до дії температури, світла і кислот є доброю, а до дії лугів – недостатньою. Втрати при висушуванні (разом з хлоридом і сульфатом у перерахунку на натрієву сіль) становлять не більше 20,0% (135^0C, до постійної маси).

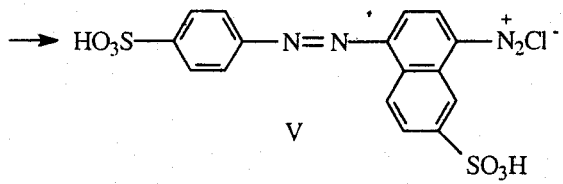
Добування. Одержання барвника полягає у проведенні реакцій діазотування сульфанілової кислоти I, азосполученні утвореної солі діазонія II з 8-амінонафтален-2-сульфоновою кислотою III (кислотою Клеве). Отриманий барвник IV діазотують до іншої діазонієвої солі V і азосполучають з 5-гідрокси-4-ацетамідонафтален-1,7-дисульфоновою кислотою VI з кінцевою дією лугу до утворення барвника VII:



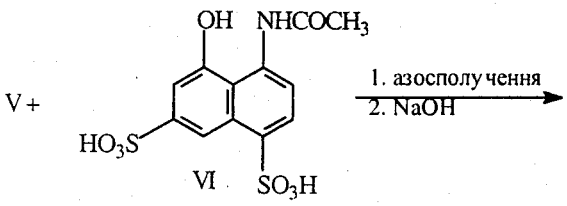
I II



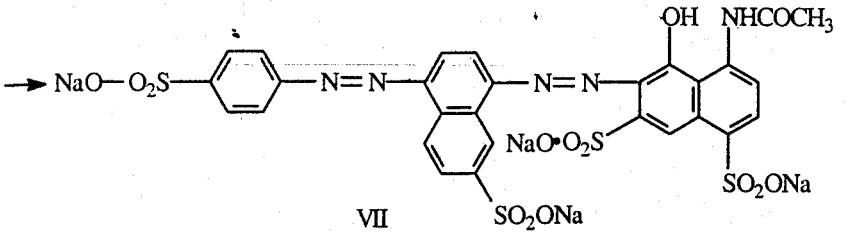
III IV



V



VI



VII

Вміст основного барвника у кінцевому продукті становить не менше 80,0%, побічних барвників – не більше 4,0%, органічних сполук-небарвників (5-ацетамідо-5-гідрокси-1,7-нафталендисульфонової кислоти, 4-аміно-5-гідрокси-1,7-нафталендисульфонової кислоти, 8-аміно-2-нафталенсульфонової кислоти, сульфанілової кислоти, 4,4-діазоаміноди(бензенсульфонової кислоти)) – не більше 0,8%, несульфованих первинних ароматичних амінів (у перерахунку на анілін) – не більше 0,01%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

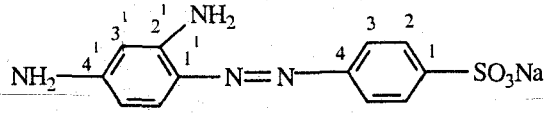
Для алюмінієвого лаку: вміст речовин, які не розчиняються в HCl – не більше 0,5%; водорозчинних хлоридів і сульфатів – не більше 2,0%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

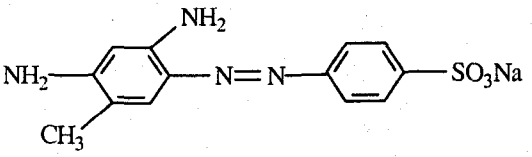
Метаболізм і токсичність. Вважають, що чорний діамантовий незначною мірою всмоктується у кішечнику людини, швидко перетворюється до знебарвлених продуктів в результаті реакцій метаболізму. Основна його частина виводиться з організму разом із сечею і калом.

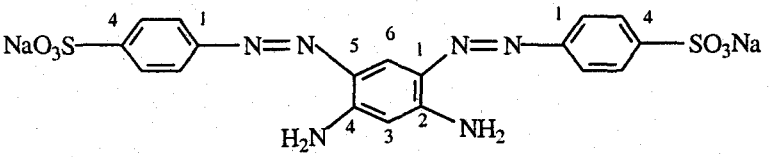
Е154 Коричневий FK

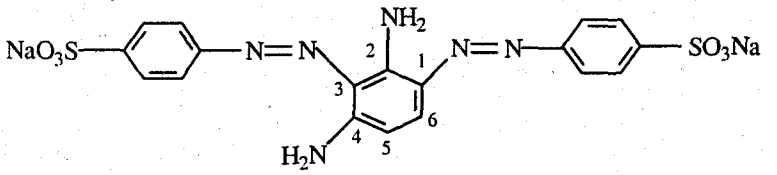
Синонім: brown FK.

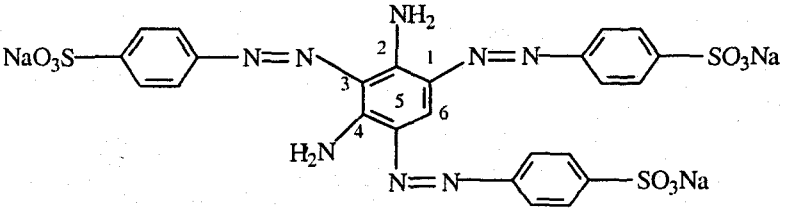
Будова. Барвник коричневий FK є сумішшю шести азобарвників I-VI, з яких два (I,II) є моноазо-, три діазо- (III, IV і VI) і один (V) триазобарвником:

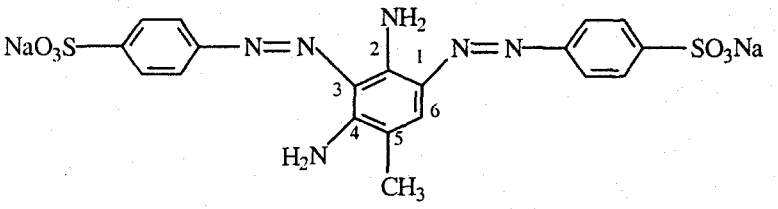
I 

II 

III 

IV 

V 

VI 

Хімічні назви: (I) - 4-(2′,4′-діамінофенілазо)бензен-1-сульфонат натрію;

(II) - 4-(2′,4′-діаміно-5′-метилфенілазо)бензен-1-сульфонат натрію;

(III) - динатрієва сіль 2,4-діаміно-1,5-*біс*(4-сульфонатофенілазо)-бензену, або 4-[5′-(4″-сульфонатофенілазо)-2′,4′-фенілендіаміно-1′-азо]-1-бензенсульфонат динатрію;

(IV) - динатрієва сіль 2,4-діаміно-1,3-*біс*(4-сульфонатофенілазо)-бензену, або 4-[3′-(4″-сульфонатофенілазо)-2′,4′-фенілендіаміно-1′-азо]-1-бензенсульфонат динатрію;

(V) - тринатрієва сіль 2,4-діаміно-1,3,5-*трис*(4-сульфонато-фенілазо)бензену;

(VI) - динатрієва сіль 5-метил-2,4-діаміно-1,3-*біс*(4-сульфонато-фенілазо)бензену, або 4-[3′-(4″-сульфонатофенілазо)-5′-метил-2′,4′-фенілендіаміно-1′-азо]-1-бензенсульфонат динатрію.

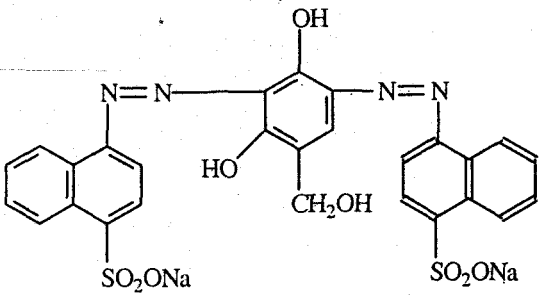
Фізико-хімічні властивості. Це червоно-коричневі порошки або грануляти, які добре розчиняються у воді; середньо - в етанолі і не розчиняються в рослинних оліях. Стійкість барвника до дії світла добра, до дії температури і кислот достатньо добра, а до дії лугу – незначна. Втрати при висушуванні (разом з хлоридом і сульфатом у перерахунку на натрієву сіль) становлять не більше 30,0% (135^0С, до постійної маси).

Добування. Одержання цієї суміші азобарвників полягає у діазотуванні сульфанілової кислоти до відповідної солі діазонію з наступним азосполученням її із сумішшю *м*-фенілендіаміну і 2,4-діамінотолуену з кінцевим підлужуванням аналогічно реакціям синтезу інших азобарвників, наведених раніше.

Вміст основних барвників у кінцевому продукті становить не менше 70,0%, з яких частка сполуки I становить 24,0%, II – 15,0%, III – 15,0%, IV- 14,0%, V – 14,0%, VI – 18,0%; побічних барвників – не більше 3,5%, органічних сполук-небарвників (4-амінобензен-1-сульфонової кислоти – не більше 0,70%, *м*-фенілендіаміну та 4-метил-*м*-фенілендіаміну – не більше 0,35%), несульфованих первинних ароматичних амінів (у перерахунку на анілін) – не більше 0,007%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Е155 Коричневий НТ

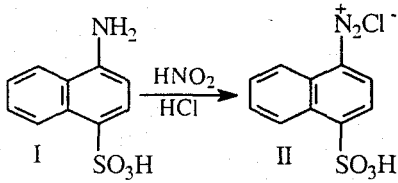
Синоніми: коричневий для шоколаду, brown HT, chocolate brown HT.

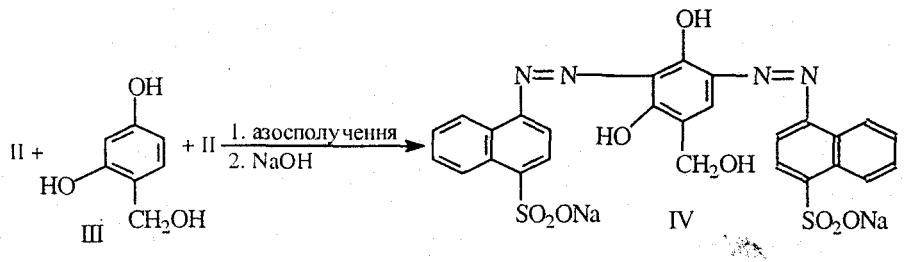


Хімічна назва: динатрієва сіль 2,4-дигідрокси-5-гідроксиметил-1,3-*біс*(4-сульфонато-1-нафтилазо)бензену.

Фізико-хімічні властивості. Це коричневий порошок або гранулят, який добре розчиняється у воді (180 г/л при кімн. т.) з утворенням червоно-коричневого забарвлення; не розчиняється в етанолі. Втрати при висушуванні (разом з хлоридом і сульфатом у перерахунку на натрієву сіль) становлять не більше 30,0% (135^0C, до постійної маси).

Добування. Після діазотування нафтіонової кислоти I і утворення діазонієвої солі II, останню азосполучають з 2,4-дигідроксибензиловим спиртом III у співвідношенні 2:1. Після відповідної дії лугу утворюється барвник IV:





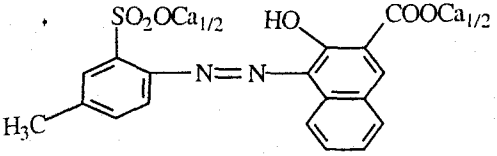
Вміст основного барвника у кінцевому продукті становить не менше 70,0%, побічних барвників – не більше 10,0%, органічних сполук-небарвників (4-амінонафтален-1-сульфонової кислоти) – не більше 0,7%, несульфованих первинних ароматичних амінів (у перерахунку на анілін) – не більше 0,01%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

Для алюмінієвого лаку: вміст речовин, які не розчиняються в HCl – не більше 0,5%; водорозчинних хлоридів і сульфатів – не більше 2,0%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Вважають, що головним продуктом процесів метаболізму коричневого НТ в організмі людини є нафтіонова кислота, яка виводиться з нього разом із сечею і калом.

Е180 Літолрубін

Синоніми: рубіновий пігмент, CI Pigment red 57, litholrubine BK, Brilliant carmine 6B, lithol rubine.

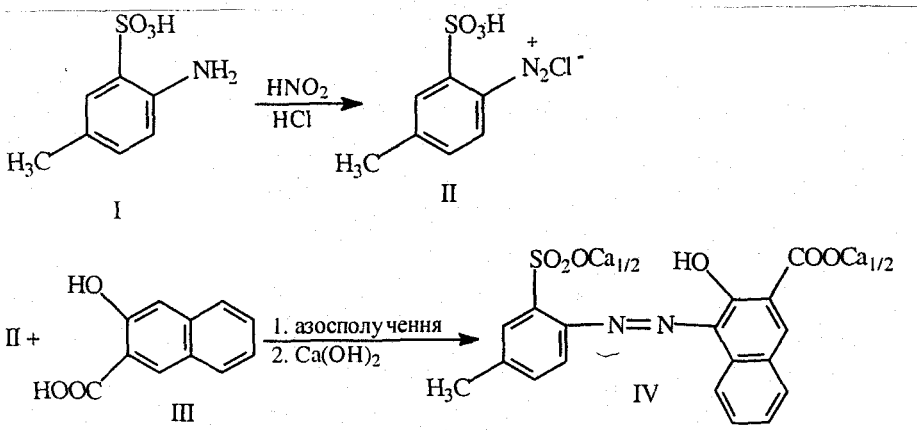


Хімічна назва: 2-гідрокси-1-(4′-метил-2′-сульфонато-1′-азо) нафтален-3-карбоксилат кальцію.

Фізико-хімічні властивості. Це червоний порошок, має середню розчинність у гарячій воді, не розчиняється в етанолі та рослинних оліях. Стійкість до дії світла та температури – добра. Стійкість барвника до дії лугів і кислот - від помірної до незначної залежно від концентрацій останніх. Втрати при висушуванні становлять не більше 10,0%.

Добування. Синтез літолрубіну IV полягає у початковому діазотуванні 2-аміно-5-метилбензенсульфонової кислоти I до солі

діазонію II, наступному азосполученні цієї солі з 3-гідроксинафталенкарбоновою кислотою III і кінцевою дією на утворений барвник гідроксиду кальцію:

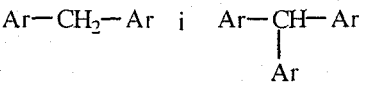


Вміст основного барвника у кінцевому продукті становить не менше 90,0%, побічних барвників – не більше 0,5%, органічних сполук-небарвників (кальцієвої солі 2-аміно-5-метилбензенсульфонової кислоти – не більше 0,2%, кальцієвої солі 3-гідрокси-2-нафталенкарбонової кислоти – не більше 0,4%, несульфованих первинних ароматичних амінів (у перерахунку на анілін) – не більше 0,01%), речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Після вживання продуктів харчування з цим барвником відомі скарги на появу алергії у людини.

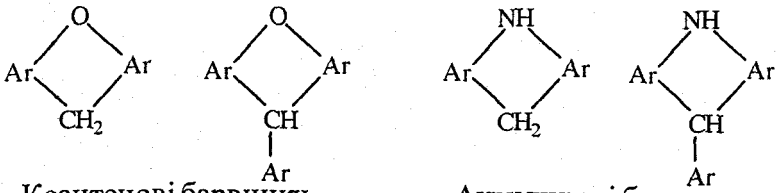
1.7.1.2 Арилметанові барвники

До арилметанових барвників належать ди- і триарилметанові сполуки із загальними формулами, в яких арильні залишки з системою спряжених хромофорних зв'язків можуть бути однаковими або різними:



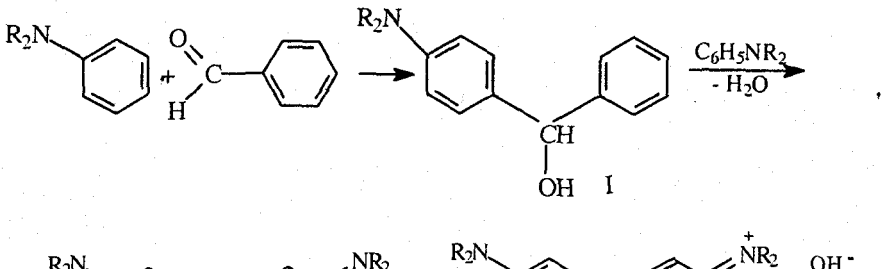
До арилметанових відносять також ксантенові та акридинові барвники, яким притаманна подібна хромофорна система зв'язків

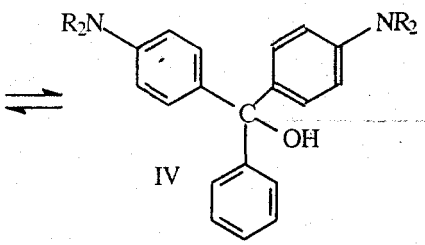
і які характеризуються наявністю в молекулі кисневого або імінного мостиків відповідно:



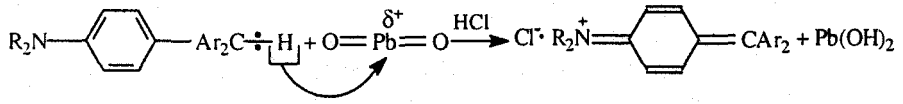
Ксантенові барвники Акридинові барвники

Важливішими з арилметанових барвників є триарилметанові. Один з основних методів їх одержання полягає в конденсації ароматичного альдегіду з вторинними або третинними ароматичними амінами, що мають вільні *n*-положення в бензеновому ядрі. Реакція відбувається в присутності кислих конденсуючих каталізаторів ($ZnCl_2$, H_2SO_4 або HCl тощо) через стадію утворення несиметричного бензгідролу I, при взаємодії якого з другою молекулою аміну молекула перетворюється до лейкооснови (від грецьк. *leukos* - прозорий) барвника II:





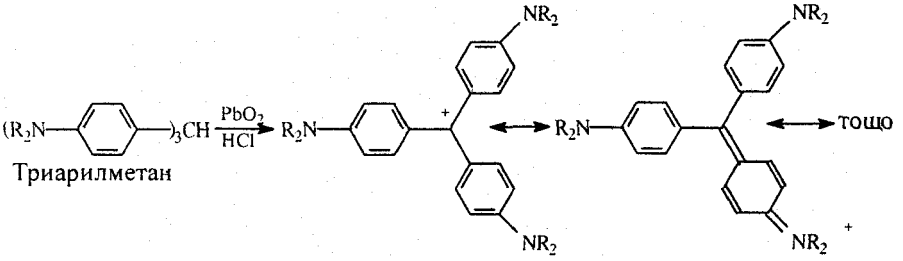
При окисненні лейкооснови II утворюється відповідний барвник III. Реакція окиснення сполуками на зразок PbO_2, MnO_2 – сполук з високим електрохімічним потенціалом, відбувається за механізмом гідридного переміщення „метанового" атому водня. Реакційна здатність цього атому обумовлюється впливом донорних замісників в *n*-положенні бензенових ядер:



У випадку дії на барвник розчином лугу, забарвлення зникає і утворюється прозора карбінольна основа IV – похідна триарилметанолу (історична назва триарилкарбінол).

Для назвоутворення арилметанових барвників доцільно застосовувати відносно простий підхід, розглядаючи їх як солі карбенію (карбокатіону).

Утворення відповідного карбокатіону відбувається за схемою:



Резонансні структури іону карбенію

Для наведених резонансних структур делокалізація заряду карбокатіона відбувається по всій системі спряжених хромофорних зв'язків у положеннях *орто-*, *пара-* бензенових ядер і, переважно, на атомах азоту, що є енергетично вигіднішим, ніж на атомах вуглецю бензенових ядер.

E131* Синій патентований V

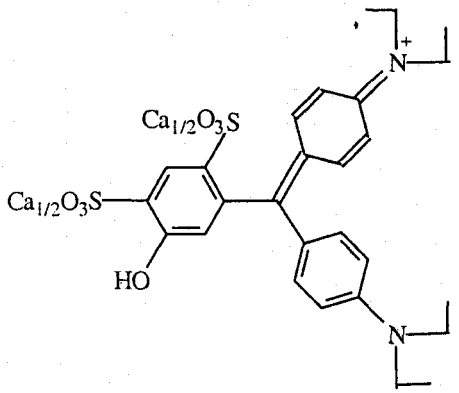
Синоніми: патентований блакитний, patent blue V, CI food blue 5, CI (1975) No 42051.

Хімічна формула наведена нижче.

Хімічна назва: кальцієва сіль [4,4′-*біс*(N,N-діетиламіно)(5″-гідрокси-2″,4″-дисульфонато)]трифенілкарбенію, або N-[4-[[4-(діетиламіно)феніл]-2-(2,4-дисульфофеніл)метилен]-2,5-циклогек-садієн-1-іліден]-N-етилетанамонійна сіль кальцію.

Зауважимо, що барвник Синій патентований V існує також у вигляді натрієвої солі – $C_{27}H_{31}N_2NaO_7S_2$.

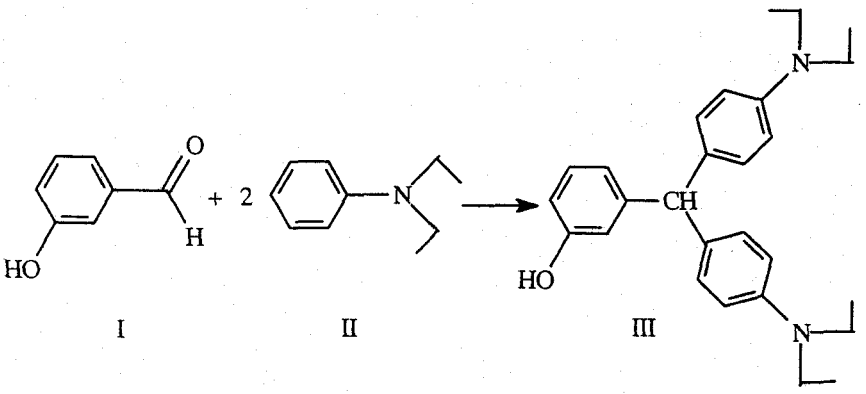
Фізико-хімічні властивості. Це порошок або гранулят червоно-синього кольору, який добре розчиняється у воді (60 г/л при кімн. т.) з утворенням блакитного забарвлення. Барвник середньо розчиняється в етанолі і не розчиняється в рослинних оліях. Термостійкість достатня (до 140^{0}С), світлостійкість помірна. Стійкість барвника до дії кислот незадовільна (колір змінюється на зелений); до лугів – добра, але при цьому з часом з'являється червонястий відтінок. Втрати при висушуванні (разом з хлоридом і сульфатом у перерахунку на натрієву сіль) становлять не більше 15,0% (135^{0}С, до постійної маси).



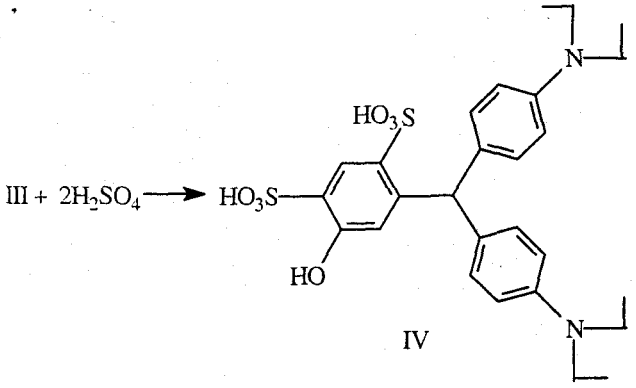
II. Процесу конденсації сприяє наявність в *п*-положеннях молекул диметиланіліну активованих атомів водню, в результаті взаємодії яких з атомом кисню альдегіду виділяється вода. Продукт

конденсації III, утворений при цьому, сульфують до лейкооснови IV з метою введення двох сульфогруп в ядро бензальдегіду. Шляхом окиснення цієї лейкооснови за допомогою діоксиду мангану за механізмом гідридного переміщення і подальшої дії лугу на утворену карбінольну основу (на схемі не показано) одержують відповідний барвник V у вигляді кальцієвої солі – див. нижче.

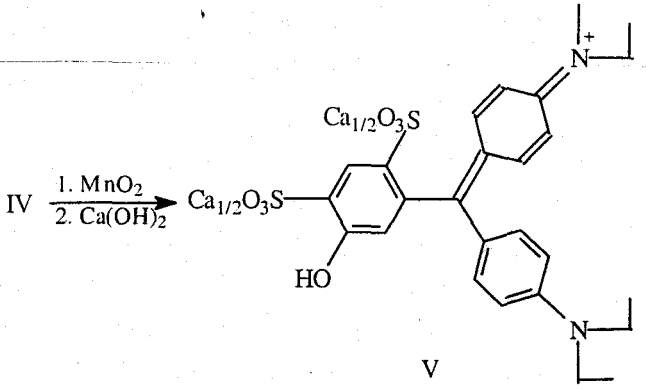
Існує інший метод синтезу такого барвника, виходячи з діетиланіліну та попередньо сульфованого гідроксибензальдегіда – 4-гідрокси-6-форміл-1,3-бензендисульфонової кислоти, за аналогічною послідовністю.



I II III



IV



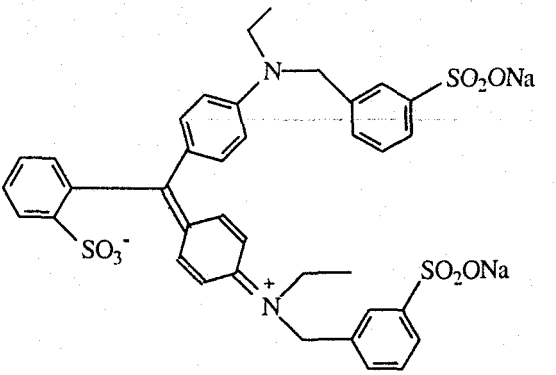
Вміст основного барвника у кінцевому продукті становить не менше 85,0%, побічних барвників – не більше 2,0%, органічних сполук-небарвників (сума 3-гідроксибензальдегіду, 3-гідроксибензоатної кислоти, 3-гідрокси-4-сульфонатобензоатної кислоти і N,N-діетиламінобензенсульфонової кислоти) – не більше 0,5%, лейкооснови – не більше 4,0%, несульфованих первинних ароматичних амінів (у перерахунку на анілін) – не більше 0,01%, речовин етерного екстракту – не більше 0,4%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, арсену – 3 мг/кг, хрому – не більше 50 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

Для алюмінієвого лаку: вміст речовин, які не розчиняються в HCl – не більше 0,5%; водорозчинних хлоридів і сульфатів – не більше 2,0%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Вважають, що наведений барвник в організмі людини всмоктується у кишечнику незначно, основна його частина виділяється у незмінному стані разом із калом.

E133* Діамантовий синій FCF

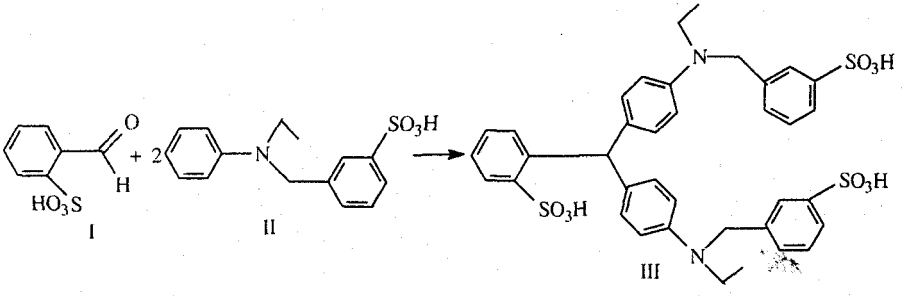
Синоніми: синій № 1, діамантовий блакитний, brilliant blue FCF, CI Food blue 2, CI (1975) No. 42900.

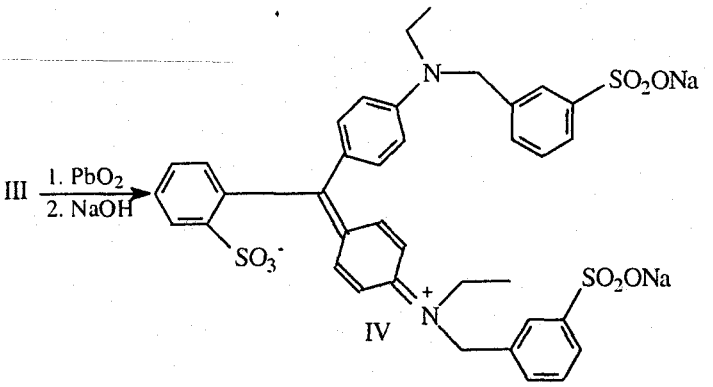


Хімічна назва: динатрієва сіль {4,4′-*біс*[N-(*м*-сульфонато-бензил)-N-етиламіно](2″-сульфонато)}трифенілкарбенію.

Фізико-хімічні властивості. Це фіолетовий порошок або гранулят, який добре розчиняється у воді (200 г/л при кімн. т.). Його водні розчини мають блакитне забарвлення аналогічно барвнику (Е131). Діамантовий синій FCF середньо розчиняється в етанолі та не розчиняється в рослинних оліях. Наведений барвник має високу термостійкість (150^{0}С). Його стійкість до світла краща, ніж у індиго і карміну. Барвник стійкий до дії лугів. Кислотостійкість має також кращу, ніж барвник Е131, але в кислому середовищі може змінювати колір з синього на зелений. Втрати при висушуванні (разом з хлоридом і сульфатом у перерахунку на натрієву сіль) становлять не більше 15,0% (135^{0}С, до постійної маси).

Добування. Діамантовий синій FCF одержують методом конденсації 2-формілбензенсульфонової кислоти I з N-етил-N-(*м*-сульфобензил)аніліну II. Утворену лейкооснову III надалі окиснюють і переводять у кінцеву динатрієву сіль IV:





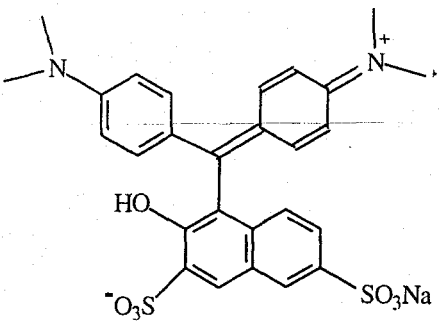
Вміст основного барвника у кінцевому продукті становить не менше 85,0%, побічних барвників – не більше 6,0%, органічних сполук-небарвників (сума 2-, 3- і 4-формілбензенсульфонової кислоти – не більше 1,5%, 3-{[N-етил-N-(4-сульфофеніл)аміно] метил}бензенсульфонової кислоти – не більше 0,3%), лейкооснови – не більше 5,0%, несульфованих первинних ароматичних амінів (у перерахунку на анілін) – не більше 0,01%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, хрому – не більше 50 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

Для алюмінієвого лаку: вміст речовин, які не розчиняються в HCl – не більше 0,5%; водорозчинних хлоридів і сульфатів – не більше 2,0%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Цей барвник у кишечнику людини всмоктується незначною мірою і практично весь виводиться з організму у незмінному стані разом із калом.

E142* Зелений S

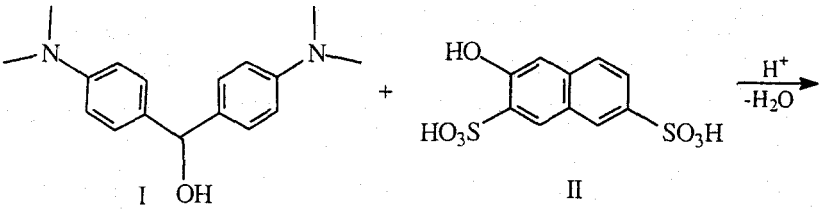
Синоніми: green S, Food green S, Green 4.

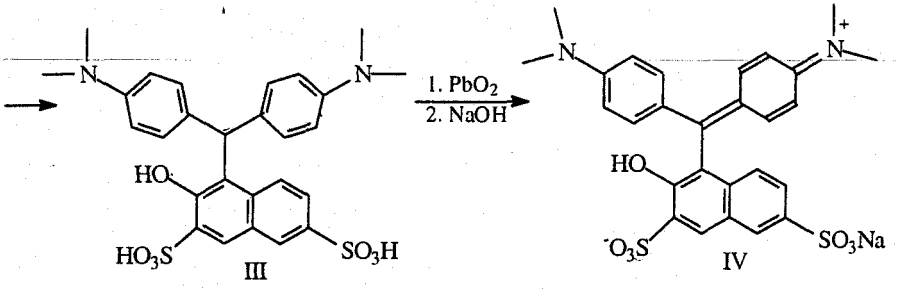


Хімічна назва: натрієва сіль [4,4′-*біс*(N,N-диметиламіно)-(2″-гідрокси-3″,6″-дисульфонато)]нафтилдифенілкарбенію.

Фізико-хімічні властивості. Це темно-синій або зелений порошок (гранулят), який добре розчиняється у воді (140 г/л при кімн. т.), гліцеролі (150 г/л), пропіленгліколі (50 г/л), етанолі з утворенням синьо-зеленого забарвлення. Термостійкість барвника вважається високою (150^{0}С), стійкість до дії фруктових кислот доброю, а до дії світла і лугів - помірною. Втрати при висушуванні (разом з хлоридом і сульфатом у перерахунку на натрієву сіль) становлять не більше 13,0% (135^{0}С, до постійної маси).

Добування. Синтез наведеного барвника полягає у реакції конденсації 4,4′-*біс*(диметиламіно)дифенілметанолу, або тетра метилдіамінобензгідролу I з 3-гідроксинафтален-2,7-дисульфоновою кислотою II. Отримана лейкооснова III аналогічно до попередніх арилметанових барвників окиснюється і дією лугу переводиться у кінцевий барвник IV:





Вміст основного барвника у кінцевому продукті становить не менше 87,0%, побічних барвників – не більше 1,0%, органічних сполук-небарвників – не більше 0,5%, лейкооснови – не більше 5,0%, несульфованих первинних ароматичних амінів (у перерахунку на анілін) – не більше 0,01%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, хрому – не більше 50 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

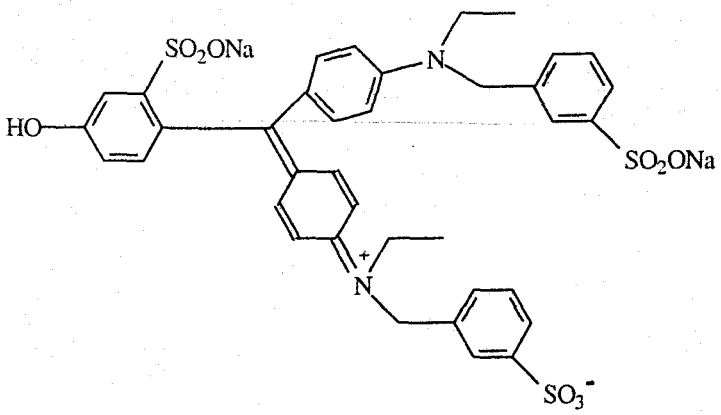
Для алюмінієвого лаку: вміст речовин, які не розчиняються в HCl – не більше 0,5%; водорозчинних хлоридів і сульфатів – не більше 2,0%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Вважають, що цей барвник не всмоктується у кишечнику людини і практично повністю виділяється з організму разом із калом. Його рекомендовано виключити з раціону дитячого харчування з метою запобігання виникнення реакції гіперактивності.

Е143 Зелений міцний FCF

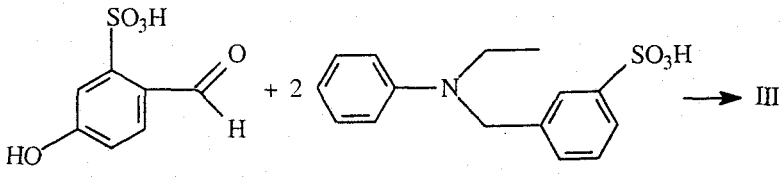
Синоніми: fast green FCF, CI food green 3.

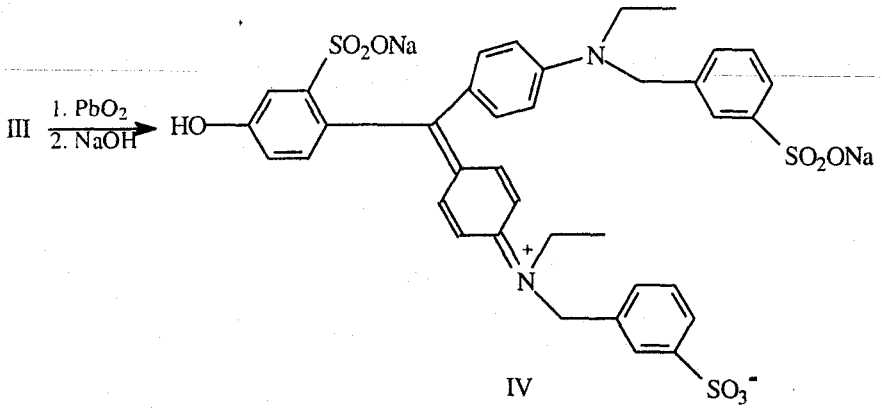
Хімічна назва: динатрієва сіль {4,4′-*біс*[N-(*м*-сульфонато-бензил)-N-етиламіно](4″-гідрокси-2″-сульфонато)}трифенілкарбенію.



Фізико-хімічні властивості. Це - порошок від червоного до коричнево-фіолетового кольору. Добре розчиняється у воді і забарвлення розчину залежить від значення pH: pH < 7 – зелене, pH > 7 – блакитно-фіолетове і pH ≈ 7 – блакитно-зелене. Наведений барвник не розчиняється в етанолі та рослинних оліях. Втрати при висушуванні (разом з хлоридом і сульфатом у перерахунку на натрієву сіль) становлять не більше 15,0% (135^{0}C, до постійної маси).

Добування. Процес одержання цього барвника аналогічний до попередніх випадків. Спочатку конденсують 5-гідрокси-2-формілбензенсульфонову кислоту I з 2 молями N-етил-N-(*м*-сульфобензил)аніліну II, отриману лейкооснову III окиснюють і підлужують надалі до відповідного барвника IV:



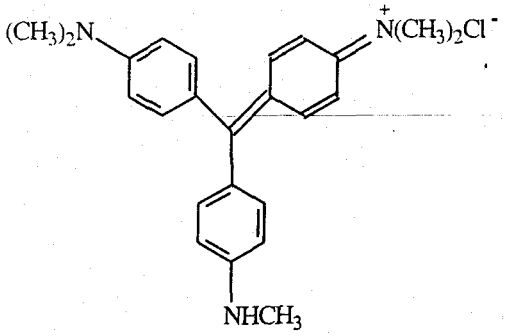


Вміст основного барвника у кінцевому продукті становить не менше 85,0%, побічних барвників – не більше 6,0%, органічних сполук-небарвників (сума динатрієвих солей 2-, 3- і 4-формілбензилсульфонових кислот – не більше 0,5%, сумма динатрієвих солей 3- і 4-[N-етил-N-(4-сульфофеніл)аміно]метилбензилсульфонових кислот – не більше 0,3%, натрієва сіль 2-форміл-5-гідроксибензил-сульфонової кислоти – не більше 0,5%), лейкооснови – не більше 5,0%, несульфованих первинних ароматичних амінів (у перерахунку на анілін) – не більше 0,01%, речовин етерного екстракту – не більше 0,4%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, арсену – 3 мг/кг, хрому – не більше 50 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Для алюмінієвого лаку: вміст речовин, які не розчиняються в HCl – не більше 0,5%; водорозчинних хлоридів і сульфатів – не більше 2,0%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метилвіолет*

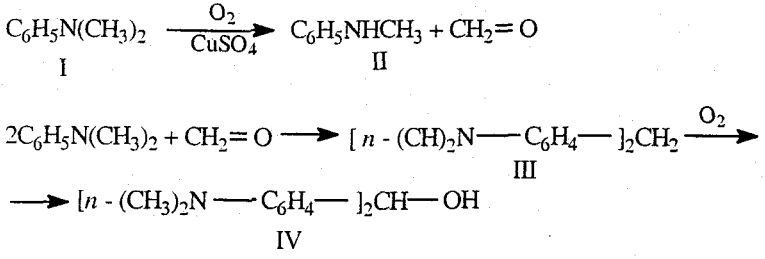
Синоніми: метилвіолетовий, metylviolet.

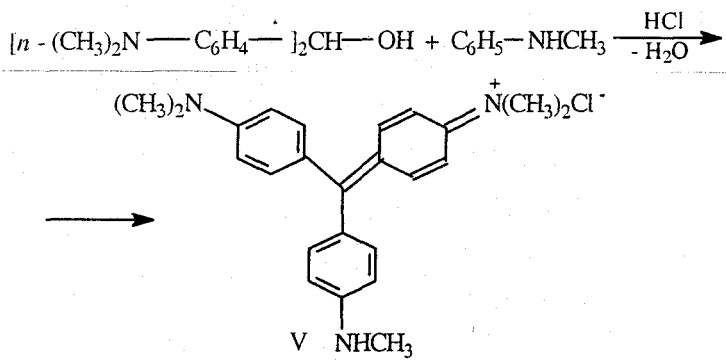


Хімічна назва: хлорид [4,4′-*біс*(N,N-диметиламіно)-4″-N-метиламіно]трифенілкарбенію.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічний порошок із зеленим металічним відблиском, який розчиняється у воді, етанолі, гліцеролі. До дії світла та кислот – нестійкий. При додаванні до водного розчину барвника розведеної хлоридної кислоти стає синім, зеленим або жовто-бурим залежно від кількості кислотного розчину. Останній розчин через кілька хвилин знебарвлюється. При дії лугів з'являється червоно-буре забарвлення і утворюється осад.

Добування. Одержання метилвіолету відбувається по схемі бензгідрольного методу:



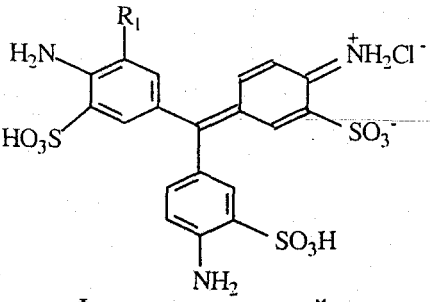


Першою стадією є окиснення повітрям диметиланіліну I при 50-60^{0}C в присутності купрум сульфату до формальдегіду і метиланіліну II. Надалі формальдегід вступає в реакцію конденсації як з диметиланіліном, так і з метиланіліном (на схемі показано тільки з першим), з утворенням похідних дифенілметану III. Останній окиснюється до відповідного бензгідролу IV, який взаємодіє з наступною молекулою як метиланіліну, так і диметиланіліну (на схемі показано тільки з першим). У результаті після підкислення утворюється кінцевий барвник V. Таким чином, метилвіолет є сумішшю барвників з різним числом N-монометил- і N,N-диметиламіногруп. Відтінки барвника змінюються залежно від співвідношення таких алкіламіногруп від червоного (в структурі молекул більше монометиламіногруп) до синюватого (більше диметиламіногруп).

Фуксин кислотний*

Синоніми: фуксин кислий, phuxin.

Хімічна назва: (на прикладі продукту сульфування пararозаніліну – див. „*Добування*") хлорид [4,4′,4″-триаміно-4,4′-дисульфо-4″-сульфонато]трифенілкарбенію.

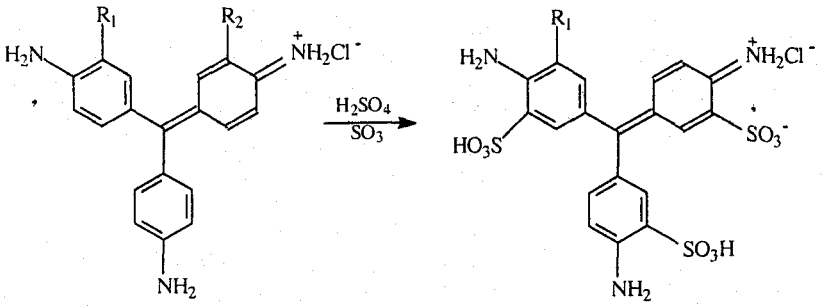


Фуксин кислотний

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічний порошок, який розчиняється у воді. До дії світла є малостійким.

Джерело. Фуксин міститься в квітах рослини *Fuchsia.*

Добування. Фуксин кислотний одержують синтетично прямим сульфуванням олеумом барвника фуксину. Барвник фуксин є сумішшю трьох триарилметанових барвників (пararозаніліну, монометилпарарозаніліну, або розаніліну, і диметилпарарозаніліну). Розташування електронодонорних NH_2-груп сприяє реакції сульфування у відповідні *о*-положення:



Фуксин кислотний

Фуксин
- Пararозанілін ($R_1 = R_2 = H$)
- Монометилпарарозанілін ($R_1 = CH_3$, $R_2 = H$)
- Диметилпарарозанілін ($R_1 = R_2 = CH_3$)

До арилметанових барвників відносять також куркуміни, в молекулах яких бензенові ядра і „метановий" атом вуглецю розділені між собою.

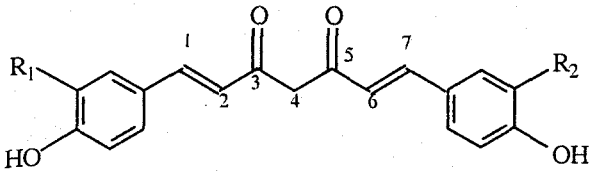
E100* Куркуміни

Куркуміни поділяють на дві групи барвників - куркуміни (i) і турмерик (ii). Зауважимо, що турмерик використовується переважно як пряноші.

E100*(i) Куркуміни.

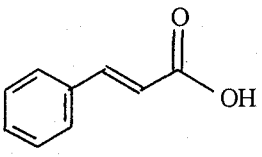
Синоніми: куркума, смоли куркуми, екстракт куркуми, барвник з *Curcuma longa*, tyrmeric yellow, kurkum.

Будова. Куркуміни є сумішшю як мінімум трьох сполук I-III. Таку суміш прийнято називати куркуміном. Кількість кожного виду куркумінів у рослинах залежить від багатьох чинників, але в середньому становить для I – 1,2-5,4%, II – 0,8% і III – до 0,48%.:

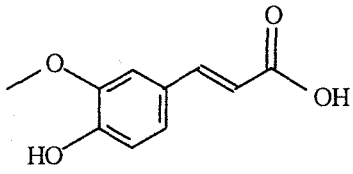


Тривіальні назви: куркумін I (R_1 = R_2 = OCH_3), деметоксикуркумін II (R_1 = H, R_2 = OCH_3), *біс*(деметокси)куркумін III (R_1 = R_2 = H).

Куркуміни розглядають також як похідні цинамонатної (*транс*-3-феніл-2-пропенової) IV або ферулової (*транс*-3-(4'-гідрокси-3'-метоксифеніл)пропенової) кислоти V, з відповідними назвами:



IV



V

I – диферулоїлметан, II – 4-гідроксицинамоїлферулоїлметан, III – 4,4'-дигідроксидицинамоїлметан.

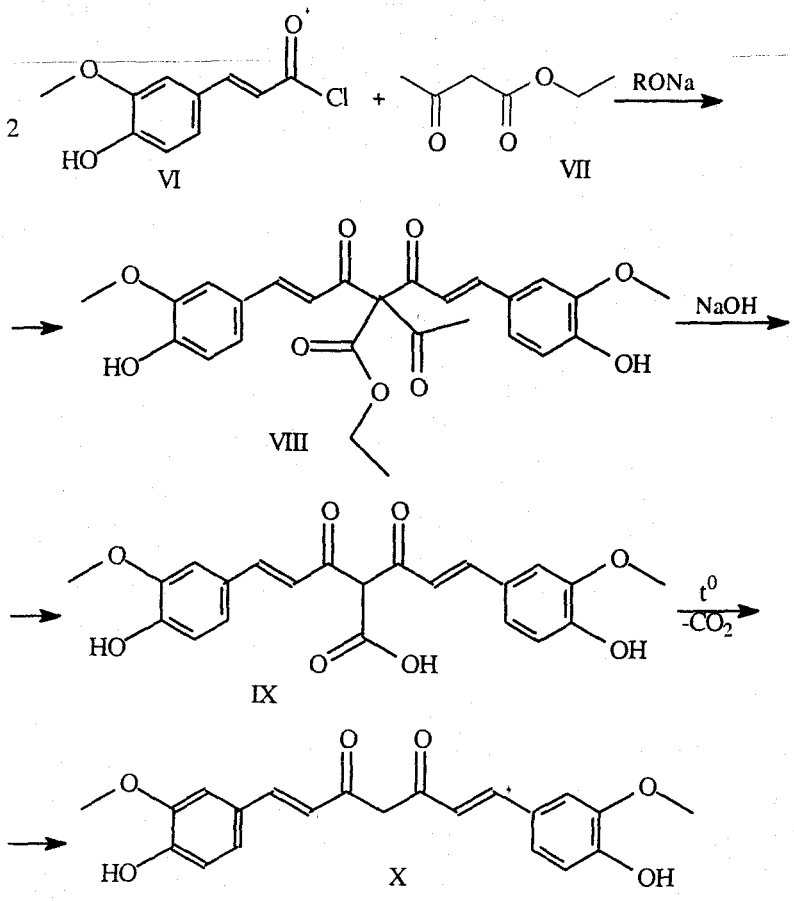
Хімічна назва: (I) - (1*E*,6*E*)-1,7-*біс*(4'-гідрокси-3'-метоксифеніл)-1,6-гептадієн-3,5-діон); (II) - 1-(4'-гідроксифеніл)-7-(4''-гідроксифеніл-3''-метоксифеніл)-1,6-гептадієн-3,5-діон; (III) - 1,7-*біс*-(4'-гідроксифеніл)-1,6-гептадієн-3,5-діон.

Фізико-хімічні властивості. Це помаранчево-жовтий порошок з т. топ. 179-182^{0}С, який добре розчиняється в рослинних оліях; середньо - в етанолі, льодяній ацетатній кислоті; не розчиняється у воді та етерах. Стійкість до дії кислот добра при pH > 3. У лужному середовищі барвник нестійкий, з'являється брунатне забарвлення, внаслідок чого його використовують як відповідний індикатор. Світлостійкість куркумінів незначна, термостійкість - добра. Куркуміни у комплексі з білками стають стійкими до окиснення.

Джерело. Куркуміни містяться у коренях багаторічних трав'яних тропічних рослин родини імбирних *Curcuma longa* L, *C. tinctoria*, *C. zedoaria* (Азія, Африка). Зауважимо, що ці рослини містять одночасно пряноші у вигляді запашних (ефірних) есенцій (олій), тому їх називають також рослинами прянощів.

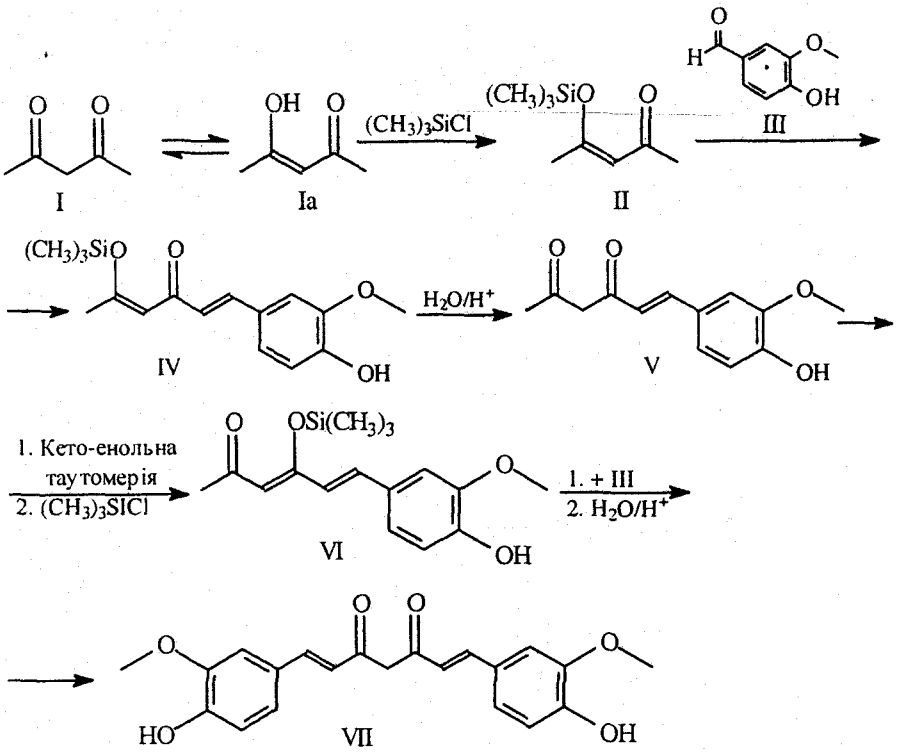
Добування. Куркумін (суміш сполук I-III) добувають екстракцією з коренів куркуми довгої дозволеними розчинниками (метанолом, етанолом, ацетоном, петролейним ефіром, діоксидом вуглецю). Так, спочатку подрібнені до стану порошка корені куркуми екстрагують петролейним ефіром у безперервно діючих екстракторах або настоюють при певній температурі з метою вилучення супутних небарвникових речовин, вміст яких становить 5,5% (у петролейному ефірі куркуміни не розчиняються). Надалі після повного вилучення петролейного ефіру, очищену від баласту масу порошка екстрагують спиртом при співвідношенні порошка і спирту 1:6 протягом 5-6 годин. Кількість барвників в одержаному екстракті жовтого кольору з золотистим відтінком становить до 10%.

Один із синтетичних методів одержання цього барвника полягає у взаємодії ацетоцтового естеру VII з карбоксиметоксиферулоїлхлоридом VI:



Реакція відбувається при послідовному С-ацилюванні хлорангідридом VI метиленового фрагменту естера VII, який проявляє властивості СН-кислоти внаслідок впливу двох акцепторних карбонільних груп в α-положенні. Утворений трикетоестер VIII при дії надлишку концентрованого лугу в умовах кислотного розщеплення трансформується до дикетокислоти IX. Остання при нагріванні декарбоксилюється у відповідний куркумін X.

Існує також інший метод синтезу куркуміну виходячи з ваніліну та 2,4-пентандіону:



Так, при взаємодії 2,4-пентандіону I в енольній формі Ia з триметилхлоросиланом утворюється захищений енол II, який конденсується з ваніліном III по альдегідній групі до проміжної сполуки IV. Зняття захисту з останньої до появи дикетону V відбувається шляхом гідроліза в кислому середовищі. Надалі для такого дикетону повторюють стадію захисту для іншого енольного гідроксилу, конденсуючи утворений адукт VI з другою молекулою ваніліну III та проводячи відповідний гідроліз у присутності мінеральної кислоти до кінцевої сполуки VII.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 90,0%, залишків ацетону – не більше 30 мг/кг, гексану – не більше 25 мг/кг; метанолу, етанолу, 2-пропанолу, етилацетату – не більше 50 мг/кг кожний окремо або у суміші, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Як встановлено, в організмі людини тільки незначна частина куркуміну попадає в печінку, де

відбуваються метаболічні перетворення. Основна його частина виводиться з організму у незмінному стані разом із калом.

E100*(ii) Турмерик.

Синоніми: куркума, порошок коріння куркуми, жовтий турмерик, індійський шафран.

Хімічна назва. Див. (i) куркуміни.

Фізико-хімічні властивості. Турмерик – це порошок від жовто-коричневого до темного жовто-коричневого кольору. Його розчинність подібна до куркуміну. Термостійкість становить приблизно 150^0C, світлостійкість незначна. Стійкість барвника до дії кислот при pH > 3 добра, но до лугів незадовільна (з'являється червонуватий відтінок).

Джерело. Турмерик, або куркума, міститься розом з запашною олією у коріннях рослин *Curcuma longa* L. При цьому барвник куркумін є складовою компонентою запашної олії, яка формує кінцевий смак і запах продукту з рослини як пряноші. Куркумін первісно міститься у ефірно-олійних клітинах даної рослини, проте в процесі ферментації рівномірно просочує усе коріння, при висиханні якого утворюється тверда речовина яскраво-жовтого кольору. Після подрібнення такого твердого кореня він у вигляді порошку використовується як пряноші.

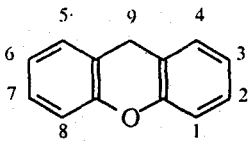
Добування. Добувають турмерик з коренів куркуми послідовними операціями промивання, висушування, подрібнення. На відміну від одержання куркуміну, для турмерика не застосовують стадію екстракції, а використовують кінцеву суміш як пряноші або харчовий барвник.

Вміст загального попелу у кінцевому продукті становить не більше 7,0%, кислотонерозчинного попелу – не більше 1,5%, плюмбуму – не більше 3 мг/кг.

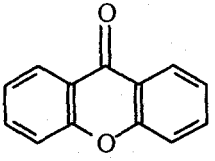
E127 Еритрозин

Синоніми: erythrosine, CI Food Red 14.

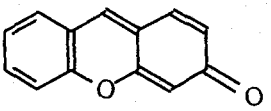
Будова. Еритрозин належить до дигідроксиксантенових барвників, які часто відносять до триарилметанових. За хімічною будовою молекула барвника містить ізоксантоновий циклічний фрагмент (похідний кетону 9-ксантону або гетероциклічного ксантену (дибензо-γ-пірану)) з приєднаними до нього атомами йоду та залишок бензоатної кислоти:



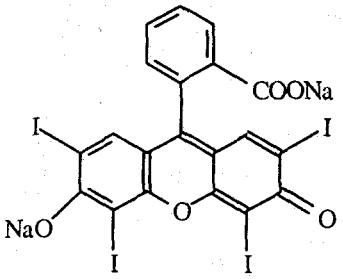
Ксантен
(дибензо-γ-піран)



9-Ксантон



2-Ізоксантон

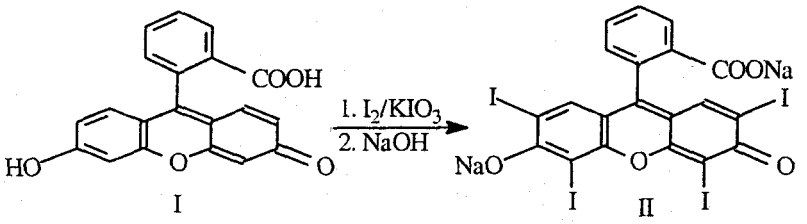


Еритрозин

Хімічна назва: динатрієва сіль 9-(*о*-карбоксилатофеніл)-7-гідрокси-1,3,6,8-тетрайодо-2-ізоксантону моногідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це червоний порошок або гранулят, який добре розчиняється у воді (120 г/л при кімн. т.) з утворенням червоного забарвлення. Еритрозин також розчиняється в етанолі, гліцеролі, але не розчиняється в рослинних оліях і жирах. Стійкість до дії температури (до 140^0C) і до дії лугів добра; до дії світла – вважається нестійким. У кислому середовищі (pH 3-4) барвник гідролізується у відповідну еритрозинову кислоту, яка завдяки малій розчинності випадає в осад. Втрати при висушуванні (разом з хлоридом і сульфатом у перерахунку на натрієву сіль) становлять не більше 13,0% (135^0C, до постійної маси).

Добування. Одержання еритрозину проводять методом йодування флуоресцеїну I у спиртовому середовищі при кип'ятінні в присутності йоду і окисника йодату калію до відповідної сполуки з кінцевою реакцією утворення солі II:



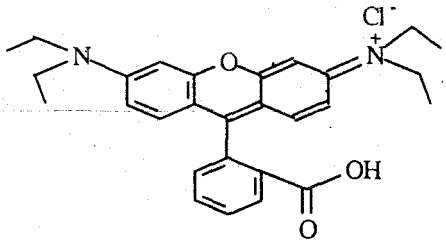
Вміст основного барвника у кінцевому продукті становить не менше 87,0%, побічних барвників – не більше 4,0%, флуоресцеїну – не більше 20 мг/кг, органічних сполук-небарвників (трийодорезорцинолу – не більше 0,2%, 2-(2,4-дигідрокси-3,5-дийодобензоїл)бензоатної кислоти – не більше 0,2%), речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, йодидів (у перерахунку на натрієву сіль) – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, цинку – не більше 50 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

Для алюмінієвого лаку: вміст речовин, які не розчиняються в HCl – не більше 0,5%; водорозчинних хлоридів і сульфатів – не більше 2,0%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. В організмі людини еритрозин не зазнає суттєвого метаболізму і виділяється переважно у незмінному стані разом із сечею і калом. Вважають, що часткове відщеплення йоду може спричинити захворювання щитовидної залози, в тому числі онкологічні.

Родамін С*

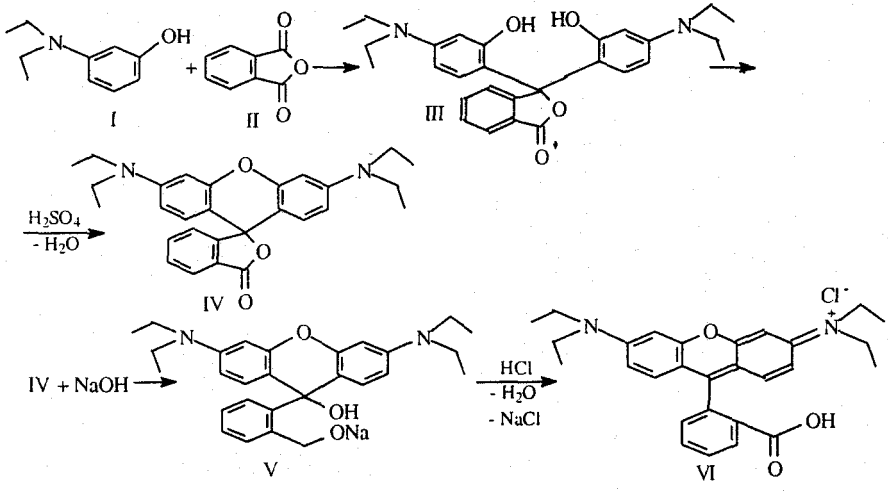
Синоніми: rodamin.



Хімічна назва: хлорид 9-(*о*-карбоксифеніл)-2,7-*біс*(діетиламіно)ксантілія, або [9-(*о*-карбоксифеніл)-7-(діетиламіно)-2*H*-ксантен-2-іліден]діетиламонію хлорид.

Фізико-хімічні властивості. Це яскраво-червоний порошок з т. топ. 210^{0}С (починаючи з 211^{0}С розкладається), який розчиняється у воді.

Добування. Одержання діаміноксантенового барвника родаміна С починається з конденсації *м*-диметиламінфенола I з фталатним (фталевим) ангідридом II шляхом їхнього сплавлення при 155-160^{0}С протягом 4 годин з утворенням проміжного діамінодигідрокситрифенілметанового барвника III:



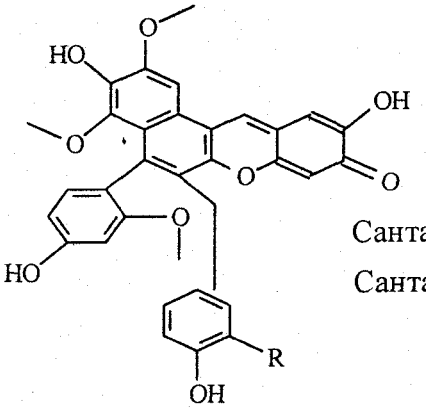
На другій стадії барвник III перетворюється в ксантеновий лактон IV в присутності невеликої кількості моногідрату H_2SO_4 при 180-185^{0}С протягом 3 годин. При цьому сульфатна кислота

може утворювати відповідні амонійні солі по аміногрупі, внаслідок чого застосовують надлишок фталатного ангідрида або вводять до плаву фталатну (фталеву) кислоту. З метою розщеплення лактонного кільця на сполуку IV діють розчином NaOH при 30-35^{0}C (виливають плав у лужний розчин). У результаті цього утворюється карбінольна основа V, яку відфільтровують від інших продуктів. Надалі при дії хлоридної кислоти (60-65^{0}C) одержують кінцевий барвник VI.

E166 Санталін

Синоніми: масло червоного сандалового дерева, екстракт червоного сандалового дерева, santalin, sandalwood red.

Будова. Природний барвник санталін є сумішшю двох подібних за будовою речовин A і B. За хімічною структурою санталін умовно можна віднести до ксантенової групи барвників, оскільки його молекула має ксантенове ядро (2-ізоксантонове), з яким зчленоване одне бензенове у вигляді похідних фенолу:



Санталін A: R = OH

Санталін B: R = OCH_3

Санталін

Фізико-хімічні властивості. Це порошки або рідини від помаранчевого до червоного кольору. У лужному середовищі при pH > 8 забарвлення змінюється на блакитне.

Джерело. Санталін є основним барвником (суміш санталінів А і В) з червоного сандалового дерева *Pterocarpus santalinus* L. (Індія, Філіпіни).

Добування. Барвник добувають екстракцією подрібленої деревини дозволеними розчинниками (гексаном, хлороформом). При необхідності екстракти висушують розпилювальним висушуванням.

Вміст у кінцевому продукті арсену становить не більше 4 мг/кг, важких металів – не більше 20 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Інформація про токсичність санталіна відсутня. У державах ЕС санталін заборонений для застосування в харчових продуктах. В деяких країнах його використовують як прянощі до їжі, не дивлячись на те, що санталін не є харчовим продуктом.

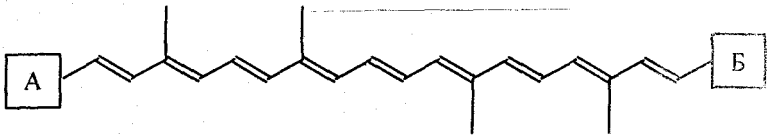
1.7.1.3 Каротиноїди

До каротиноїдів належить велика група природних ненасичених терпенових сполук (понад шістсот), основний полієновий ланцюг молекул яких побудований з чотирьох ланок ізопрену по кінцях яких розташовані циклогексенові або інші аліфатичні залишки. Каротиноїди мають здебільшого загальну кількість атомів вуглецю - 40. Їх поділяють на каротини (полієнові вуглеводні), ксантофіли (відповідні кисневмісні похідні) та деякі сполуки з аналогічною будовою полієнового скелету з іншою кількістю вуглецевих атомів. Так, останнім часом виявлені так звані гомокаротиноїди, в молекулах яких кількість атомів вуглецю більша 40 і становить 45, 50 і більше; апокаротиноїди та норкаротиноїди зі скороченим вуглецевим ланцюгом, який може нараховувати 39, 37 і менше атомів вуглецю.

До окремої групи каротинів належать лікопіни – похідні нециклічного тетратерпенового поліену лікопіну $C_{40}H_{56}$, структура якого прийнята за родопочаткову структуру каротинів.

Існує декілька варіантів назвоутворення цієї групи природних сполук. Для тривіальних назв каротинів і, відповідно, ксантофілів залежно від природи кінцевих циклогексенових фрагментів використовують грецькі літери α, β, γ, δ, ε тощо, наприклад α-каротин або β-каротин:

Загальна формула каротинів



α- Каротин: А = , Б =

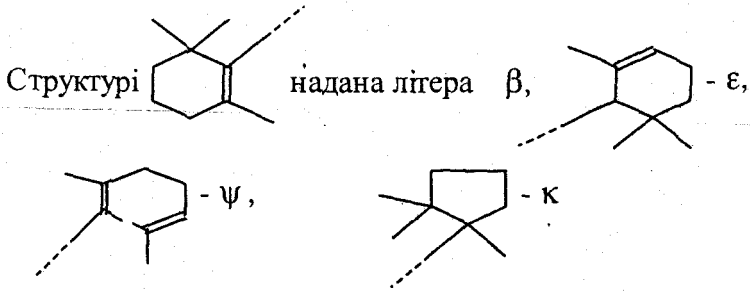
β- Каротин: А = Б =

γ- Каротин: А = , Б =

δ- Каротин: А = , Б =

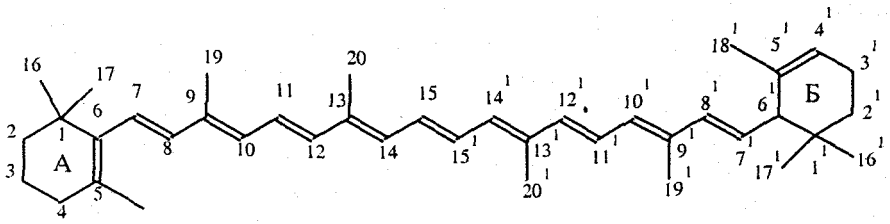
ε- Каротин: А = , Б =

Крім того, застосовуються напівсистематичні назви номенклатури IUPAC – для позначення каротинів використовують дві грецькі літери, кожна з яких відповідає конкретній хімічній структурі кінцевих фрагментів молекули каротину, наведених нижче, наприклад β,ε-каротин або β,β-каротин:



Виходячи з цього, α-каротину відповідає напівсистематична назва β,ε-каротин, β-каротину - β,β-каротин, γ-каротину - β,ψ-каротин, δ-каротину - ε,ψ-каротин, ε-каротину - ε,ε-каротин тощо.

За одним з варіантів номенклатури IUPAC для каротинів застосовується локантове позначення, тобто нумерації підлягає половина молекули, починаючи з гексенільного циклу. Друга половина позначається з іншого боку молекули індексом „штрих". Це пов'язано із тим, що кожна половинка каротинів згідно правилу Ружички побудована у спосіб „голова до хвоста", але між собою такі половинки сполучені у спосіб „хвіст до хвоста", подібно до інших нативних тритерпенів (сквалену, стероїдів):



α- Каротин

Застосовують також інші варіанти номенклатури IUPAC, розглядаючи молекулу каротинів як похідну одного циклогексену, що наведено надалі в конкретних прикладах.

Більшість з каротиноїдних барвників добувають з природних джерел, але існують також різні синтетичні методи їх одержання. У загальному, синтез таких сполук буває симетричний і несиметричний. Для симетричного синтезу характерно сполучення однакових за кількістю атомів вуглецю відповідних компонентів,

наприклад $C_{20} + C_{20}$ або $C_{16} + C_8 + C_{16}$. Для несиметричного – відповідно $C_{25} + C_{15}$.

Виходячи з будови каротиноїдів, харчові барвники на їх основі мають різний хімічний склад, поділяються на певні підгрупи і тому існує їх додатковий класифікаційний поділ латинськими літерами.

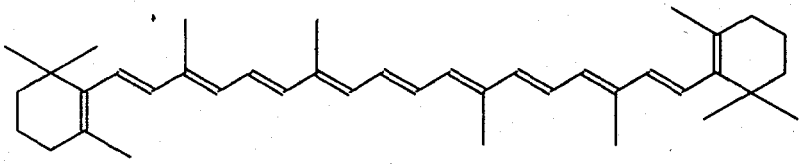
E160a* Каротини

Каротинові барвники поділяють на β-каротин синтетичний (i), екстракти рослинних каротинів (ii), β-каротин мікробіологічний з грибів *Blakeslea trispora* (iii) та β-каротин з водоростей *Dunaliella salina* (iv).

E160a*(i) β-каротин синтетичний (натурально-ідентичний)

Синоніми: бета-каротин, провітамін А, β-carotene synthetic.

Будова. За хімічною будовою β-каротин належить до тетратерпенів і є полієном із спряженою системою ненасичених зв'язків із *транс*-конфігурацією, на кінцях молекули якого розташовані циклогексенові цикли:



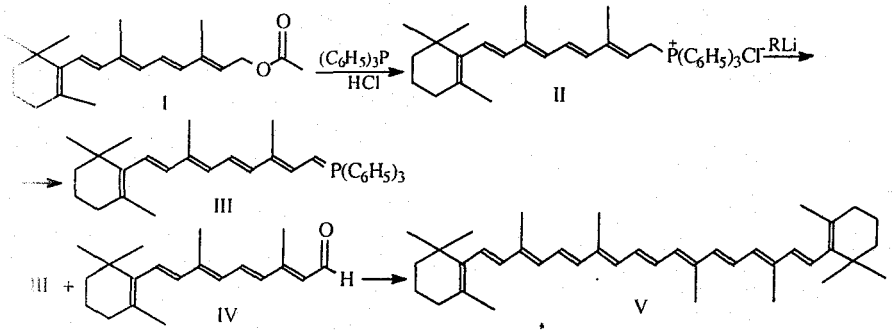
Хімічна назва: 1,3,3-триметил-2-[(1*E*,3*E*,5*E*,7*E*,9*E*,11*E*,13*E*, 15*E*,17*E*)-3,7,12,16-тетраметил-18-(2,6,6-триметил-1-циклогексен-1-іл)-1,3,5,7,9,11,13,15,17-октадеканонаєніл]-1-циклогексен.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічний порошок від червоного до коричнево-червоного кольору з т. топ. 180-182^{0}C, який добре розчиняється в органічних розчинниках, наприклад, у хлороформі, рослинних оліях; середньо - в етанолі і не розчиняється у воді. β-каротин синтетичний вважається відносно термостійким (до 150^{0}C). Він має низьку стійкість до дії світла, легко окиснюється.

...жають, що β-каротин стійкий до дії лугів і чутливий до дії кислот. ...рати при висушуванні становлять не більше 0,2%.

Завдяки наявності ланцюга полієнових спряжених зв'язків, β-каротини проявляють властивості антиоксидантів. Так, одна його молекула здатна зв'язувати в умовах *in vivo* до шести активних вільних радикалів.

Добування. Симетричний синтез β-каротину полягає у дії на ретинолацетат (A_1-ацетат) I - похідну ретинола (вітаміна A_1), трифенілфосфіном за реакцією Віттіга – Шелькопфа. При цьому утворюється відповідний циклогексеналкенілтрифенілфосфонійхлорид II, який в присутності сильних основ перетворюється до іліду III. Останній при взаємодії з ретиналем (вітаміном A_1-альдегід) IV, який отримують на проміжній стадії оксидаційного гідролізу II, утворює β-каротин V:



До синтетичних методів одержання β-каротину належить також перспективний мікробіологічний синтез з водоростей *Dunaliellia Salina* (див. Е160а(iv)) або відходів крохмально-патокового виробництва та відходів виробництва кукурудзяного або соєвого борошна як поживного середовища для гриба *Blakeslea trispora* - див. Е160а (iii).

Вміст β-каротину в кінцевому продукті становить не менше 96,0%, побічних барвників (каротиноїдів) за виключенням β-каротину – не більше 3,0%, сульфатного попелу – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, важких металів – не більше 40 мг/кг.

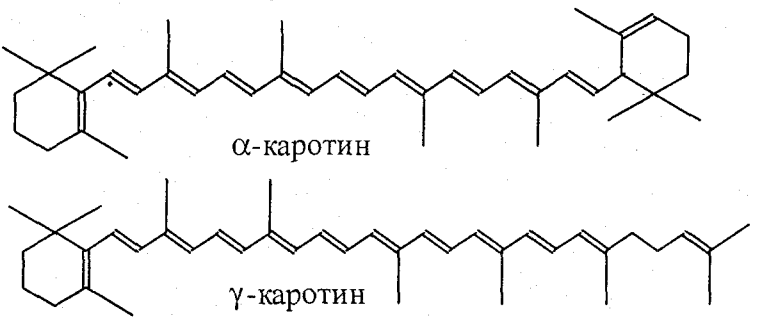
Метаболізм і токсичність. β-каротин проявляє в умовах *in vivo* поліфункціональну дію (провітаміна А, антиоксиданта,

ефективного профілактичного засобу проти онкологічних і серцево-судинних захворювань, захисника проти радіації). В організмі людини β-каротин може акумулюватися в печінці, де він перетворюється на вітамін А або виділятися разом із калом.

E160a*(ii) Екстракти рослинних каротинів

Синоніми: провітамін А, натуральний каротин, natural extracts.

Будова. За хімічним складом екстракти натуральних каротинів містять приблизно 85% β-каротину, 15% α-каротину, приблизно 0,1% γ-каротину, а також незначну кількість восків і жирів. Як барвники використовуються не часто, більше для виготовлення БАД і вітамінізації харчових продуктів і фармпрепаратів. За хімічною будовою α-каротин подібний до β-каротину і відрізняється тільки положенням подвійного зв'язку в одному з циклогексенових кілець. Будова молекули γ-каротину складається немов би з двох з'єднаних половинок молекул β-каротину і лікопину – родопочаткової структури каротинів (E160d):



Хімічна назва: α-каротин - 1,3,3-триметил-2-[(1*E*,3*E*,5*E*,7*E*,9*E*,11*E*,13*E*,15*E*,17*E*)-3,7,12,16-тетраметил-18-(2,6,6-триметил-2-циклогексен-1-іл)-1,3,5,7,9,11,13,15,17-октадеканонаєніл]-1-циклогексен; γ-каротин - 1,3,3-триметил-2-[(1*E*,3*E*,5*E*,7*E*,9*E*,11*E*,13*E*,15*E*,17*E*)-3,7,12,16,20,24-гексаметил-1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,23-пентакозаундекаєніл]-1-циклогексен.

Фізико-хімічні властивості. Це порошок від помаранчевого до жовтого кольору, який розчиняється у хлороформі, циклогексані, рослинних оліях і не розчиняється у воді. На відміну від синтетичного аналога, нативний каротин має кращу стійкість до органічних кислот і достатньо високу (до 150^{0}С) термостійкість.

Джерело. Каротини містяться у моркві, шипшині, багатьох плодах, червоній пальмовій олії, зелених рослинах і водоростях.

Добування. Одержують натуральні каротини шляхом екстракції дозволеними розчинниками (ацетоном, етилметилкетоном, дихлорометаном, метанолом, етанолом, гексаном, діоксидом вуглецю) з різних їстивних рослин, крилю (плактонних морських рачків). Найліпшими розчинниками вважають суміш гексану й ацетону (1:1). При цьому ймовірно розчинники розщеплюють білково-каротинні комплекси на складові.

Наприклад, добування каротинів з морквяного соку полягає у початковому його нагріванні (до 70^{0}С) внаслідок чого білок соку коагулює, випадає в осад разом із всіма каротинами. Осадок концентрують центрифугуванням, змішують з твердим гідроксидом натрію і екстрагують каротини за допомогою дихлорометану. У процесі екстракції жири гідролізуються і солі вищих карбонових кислот залишаються в осаді. Після вилучення розчинника залишається масло, яке наносять на шар силікагелю, нерозчинні жири вимивають гексаном. Очистку від стеролів (похідних циклопентанопергідрофенантрену) проводять шляхом екстракції їх з адсорбату гарячим метанолом. Каротини далі екстрагують дихлорометаном з наступним висаджуванням теплим метанолом.

У випадку екстракції з зелених рослин, в яких міститься значна кількість хлорофілу, додають певну кількість антиоксиданту на зразок аскорбатної (аскорбінової) кислоти або пірогалолу, оскільки хлорофіл прискорює фотохімічне розщеплення β-каротину. При цьому хлорофіл швидко виділяють з екстракту лужним гідролізом (омиленням) розчином лугу в етанолі при кімнатній температурі.

Вміст залишків розчинників у кінцевому продукті (окремо або сумарно) становить не більше 50 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. Е160а (і) β-каротин синтетичний.

Е160а*(iii) β-каротин мікробіологічний з грибів *Blakeslea trispora*

Синоніми: бета-каротин, провітамін А, ферментативний бета-каротин, CI Food orange 5, β-carotene from *Blakeslea trispora.*

Будова. За хімічною будовою такий каротин є сумішшю переважно β-каротину з *транс*-конфігурацією ненасичених зв'язків і значно меншої кількості аналогічних *цис*-ізомерів та γ-каротину (див. Е160а(і)).

Фізико-хімічні властивості. Це кристали від червоного до червоно-коричневого кольору або кристалічний порошок, який не розчиняється у воді; практично не розчиняється в етанолі; краще розчиняється в рослинних оліях.

Добування. β-каротин мікробіологічний одержують методом ферментації водних дисперсій грибів обох статей (+) і (-) *Blakeslea trispora.* По закінченню процесу барвник виділяють з біомаси екстракцією одним з дозволених розчинників (етанолом, ізопропіловим спиртом, етилацетатом або ізобутилацетатом) і надалі кристалізують та висушують.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96,0% від загальної маси речовин-барвників, інших каротиноїдів – не більше 3,0%; залишків розчинників: етанолу та етилацетату – не більше 0,8% (окремо або сумарно), ізопропілового спирту – не більше 0,1%, ізобутилацетату – не більше 1,0%.

Метаболізм і токсичність. Див. Е160а (і) β-каротин синтетичний.

Е160а*(iv) β-каротин з водоростей *Dunaliella salina*

Синоніми: екстракти каротину, algal carotenes, CI Food Orange 5.

Будова. За хімічною будовою β-каротин з водоростей *Dunaliella salina* є складною сумішшю β-каротину, як головного

компоненту, та інших сполук подібної структури - α-каротину, лютеїну, зеаксантину, β-криптоксантину. Крім того, у продукті містяться також вищі карбонові кислоти, воски, токофероли, нативні олії. Співвідношення *транс*:*цис* каротинів становить від 50:50 до 71:29.

Фізико-хімічні властивості. Див. Е160а (і).

Добування. Наведений β-каротин одержують методом екстракції рослинними оліями з морських водоростей *Dunaliella salina*, яких спеціально для цього вирощують. Кінцевим продуктом є 20-30% водні дисперсії харчових олій, вміст в яких каротинів становить не менше 20%.

Вміст токоферолів у таких оліях – не більше 0,3%.

Метаболізм та токсичність. Див. Е160а (і) β-каротин синтетичний.

Е160b* Екстракти анато

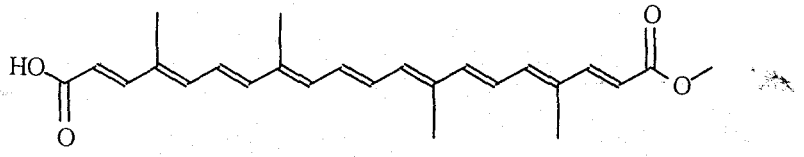
Барвники анато залежно від методу добування поділяються на екстракти біксину (і) та екстракти норбіксину (іі).

Е160b*(і) Екстракти біксину

Залежно від методу одержання екстракти біксину, своєю чергою, поділяються на анато Е (екстрагують слаболужною водою), анато D (екстрагують харчовою олією), анато В (екстрагують органічними розчинниками).

Синоніми: екстракти анато, annatto E, annatto D, annatto B, orlean, CI (1975) 75120 (Natural orange 4), terre orellana.

Будова. Барвник анато є нативною сумішшю переважно двох компонентів біксину і норбіксину, основним з яких є біксин. За хімічною будовою біксин належить до норкаротиноїдів і є монометиловим естером ейкозанонаєндіової кислоти з системою спряжених ненасичених зв'язків:



Хімічна назва: монометиловий естер 4,8,13,17-тетраметил-2,4,6,8,10,12,14,16,18-ейкозанонаєндіової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це порошок від помаранчевого до червоно-коричневого кольору, який не розчиняється у воді; слабо розчиняється в етанолі, розчиняється у рослинних оліях. Анато D є олією від червоно-коричневого до червоно-пурпурного забарвлення. Стійкість біксину до дії світла задовільна, температури (до 100^0C) - помірна, дії фруктових кислот – добра. При пониженні pH середовища його відтінок змінюється до рожевого.

Джерело. Біксин міститься в оболонці насіння анато – дерева *Віха orellana* L.

Добування. Анато Е одержують шляхом екстракції барвників холодною водою з невеликою кількістю лугу із відповідного насіння анато при його механічному розтиранні. Надалі при підкисленні цього розчину біксин випадає в осад, його відфільтровують, висушують і подрібнюють Вилучений біксин у разі потреби гідролізують (по естерним зв'язкам) лугом до вторинного продукту норбіксину у формі натрієвої або калієвої солі.

До хімічного складу анато Е крім основної речовини *цис*-біксину, входять також у менших кількостях *транс*-біксин, продукти термічного розщеплення біксину.

Вміст барвника анато Е у кінцевому продукті становить не менше 25,0% від загальної кількості речовин-барвників подібної будови, норбіксину – не більше 7,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

Анато D одержують шляхом екстракції рослинними харчовими оліями із відповідного насіння при його нагріванні та механічному розтиранні. Хімічний склад анато D аналогічний вищенаведеному.

Вміст барвника анато D у кінцевому продукті становить не менше 10% від загальної кількості речовин-барвників подібної

будови, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Анато В одержують шляхом екстракції дозволеними розчинниками (ацетоном, метанолом, дихлорометаном, CO_2, гексаном) з відповідного насіння анато. По закінченню екстракції розчинник випаровують, отриманий продукт висушують і подрібнюють. Хімічний склад анато В аналогічний вищенаведеному.

Вміст барвника анато В у кінцевому продукті становить не менше 85,0% від загальної кількості речовин-барвників подібної будови, норбіксину – не більше 2,5%; залишків розчинників: ацетону – не більше 30 мг/кг, метанолу – 50 мг/кг, гексану – 25 мг/кг; етанолу, ізопропілового спирту і етилацетату – 50 мг/кг (окремо чи разом); арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

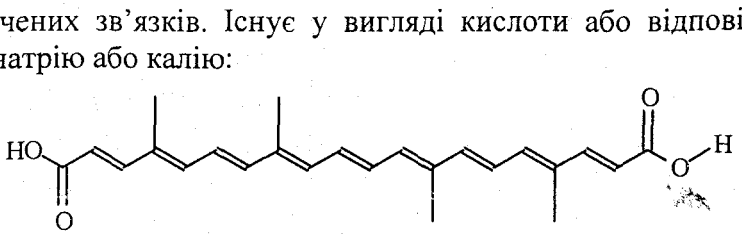
Метаболізм і токсичність. Використання анато обмежено його антиспастичними та гіпотонічними властивостями і, як вважають, можливим виникненням побічних токсичних ефектів.

E160b*(ii) Екстракти норбіксину

Залежно від методу одержання екстракти норбіксину, своєю чергою, поділяються на анато F (екстрагують водними розчинами лугів з кислотним висаджуванням), анато G (екстрагують водними розчинами лугів без кислотного висаджування), анато С (екстрагують органічними розчинниками).

Синоніми: екстракти анато, annatto F, annatto G, annatto C, orlean, CI (1975) 75120 (Natural orange 4), terre orellana.

Будова. Другий структурно подібний компонент барвника анато є норбіксин, який за хімічною структурою належить до вищезгаданої ейкозанонаєндіової кислоти з системою спряжених ненасичених зв'язків. Існує у вигляді кислоти або відповідних солей натрію або калію:



Хімічна назва: 4,8,13,17-тетраметил-2,4,6,8,10,12,14,16,18-ейкозанонаєндіова кислота або динатрієва (дикалієва) сіль 4,8, 13, 17-тетраметил-2,4,6,8,10,12,14,16,18-ейкозанонаєндіової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це порошок від помаранчевого до червоно-коричневого кольору, який не розчиняється у воді; слабо розчиняється в етанолі; розчиняється у водних лужних розчинах і рослинних оліях. Норбіксин здатний утворювати комплекси з білками, внаслідок чого його відтінок стає персиково-червоним. У таких каротино-білкових комплексах стійкість норбіксину до дії світла та температури суттєво зростає.

Джерело. Норбіксин міститься в оболонці насіння анато – дерева *Bixa orellana* L.

Добування. Анато F екстрагують з подрібненого насіння анато розчинами лугу при нагріванні. При цьому відбувається гідроліз біксину до норбіксину з утворенням відповідних солей. По закінченню процеса реакційну масу підкислюють до нейтрального стану. Норбіксин, який при цьому випав в осад, відфільтровують, висушують і подрібнюють у гранульований порошок. До хімічного складу анато F крім основної речовини *цис*-норбіксину, входять також у менших кількостях *транс*-норбіксин, продукти термічного розщеплення біксину та норбіксину.

Вміст барвника анато F у кінцевому продукті становить не менше 35,0% від загальної кількості речовин-барвників подібної будови, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Анато G добувають аналогічно анато F, екстрагують розчинами лугу при нагріванні з утворенням таких самих солей, но без додавання мінеральної кислоти. Утворений осад відповідних солей норбіксину відфільтровують, висушують і подрібнюють у гранульований порошок. Хімічний склад анато G подібний до складу інших барвників анато.

Вміст барвника анато G у кінцевому продукті становить не менше 15,0% від загальної кількості речовин-барвників подібної будови, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Анато С добувають спочатку шляхом екстракції органічними розчинниками біксину аналогічно анато В. Отриманий при цьому подрібнений продукт (анато В) у водних лужних розчинах при нагріванні гідролізують до відповідних натрієвих або калієвих солей. При підкисленні реакційного середовища утворюється осад норбіксину у вигляді кислоти, який відфільтровують, промивають водою, висушують і подрібнюють до гранульованого порошку. Хімічний склад кінцевого продукту аналогічний вищенаведеним.

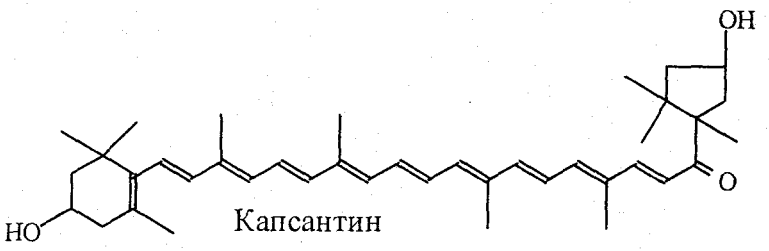
Вміст барвника анато С у кінцевому продукті становить не менше 85,0% від загальної кількості речовин-барвників подібної будови, залишків розчинників: ацетону – не більше 30 мг/кг, метанолу – 50 мг/кг, гексану – 25 мг/кг; етанолу, ізопропілового спирту і етилацетату – 50 мг/кг (окремо чи разом); арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. 160b (i).

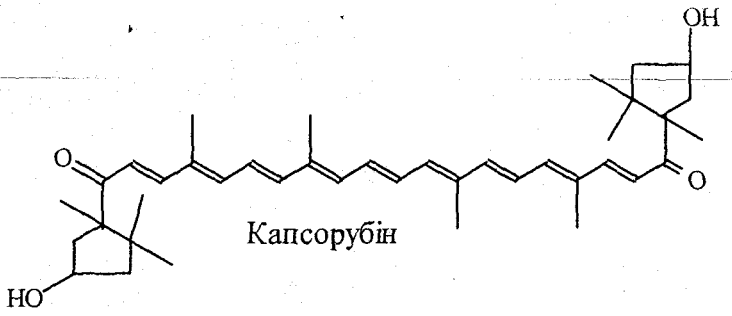
E160c* Масло смоли паприки

Синоніми: екстракти паприки, олеорезин паприки, капсантин, капсорубін, капсаїцин, рарріса.

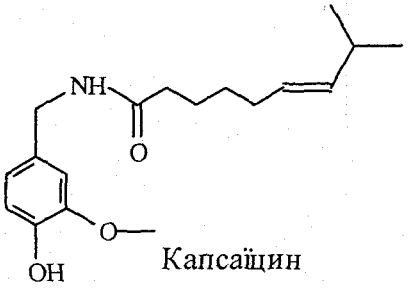
Будова. До основних компонентів масла смоли паприки належать барвники капсантин і капсорубін, сполуки каротиноїдної будови з циклопентановими і (або) циклогексеновими фрагментами. Третій компонент цього масла капсаїцин за хімічною будовою належить до ароматичних алкалоїдів і надає йому відповідний аромат і гострий смак:



Капсантин



Капсорубін



Капсаїцин

Хімічні назви: капсантин – (3*R*,3′*S*,5′*R*) –3,3′-дигідрокси-β,к-каротин-6-он; капсорубін – (3*S*,3′*S*,5*R*,5′*R*)-3,3′-дигідрокси-к,к-каротин-6,6′-діон; капсаїцин – (*E*)-N-(4-гідрокси-3-метоксибензил)-8-метил-6-ноненамід.

Фізико-хімічні властивості. Це в'язка рідина темно-червоного кольору з інтенсивним смаком і запахом паприки. Масло смоли паприки добре розчиняється в рослинних оліях; не розчиняється у воді та гліцеролі. Стійкість до дії світла, температури, фруктових та мінеральних кислот, лугів – помірна.

Джерело. Смола міститься в стручках паприки (червоного перцю) *Capsicum annuum* L. разом з приблизно сотнею каротиноїдів подібної будови у менших кількостях. Вміст алкалоїду капсаїцину в червоному перці становить приблизно 0,03%.

Добування. Цей барвник добувають шляхом екстракції мелених стручків паприки за допомогою дозволених розчинників (метанолу, етанолу, ацетону, гексану, етилацетату, CO_2). Капсациїн вважають смаковою домішкою для цього барвника.

Синтетичним методом наведені сполуки не отримують.

Вміст капсаїцину у кінцевому продукті становить не більше 0,5%, дихлорометану та трихлоретилену – не більше 30 мг/кг (окремо або разом), арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Токсична дія смоли паприки на людину не встановлена, у зв'язку з чим його застосування не обмежено.

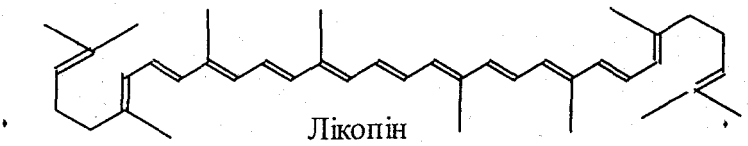
E160d Лікопіни

Лікопіни поділяють на лікопін синтетичний (i), лікопін з томатів (ii) і лікопін мікробіологічний (iii).

E160d(i) Лікопін синтетичний

Синоніми: синтетичний лікопін, lycopenes, all-*trans*-lycopines, natural yellow 27.

Будова. За хімічною будовою лікопін $C_{40}H_{56}$ є нециклічним поліеном з *транс*-конфігурацією всіх подвійних зв'язків (all-*транс*-лікопін), структура якого прийнята за родопочаткову структуру інших каротинів:



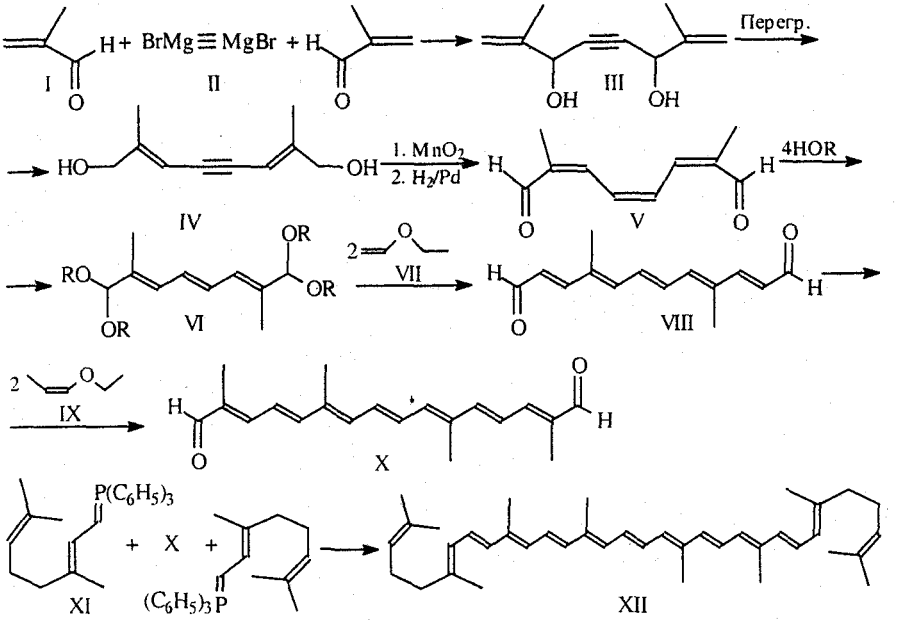
Лікопін

Хімічна назва: (6*E*, 8*E*, 10*E*, 12*E*, 14*E*, 16*E*, 18*E*, 20*E*, 22*E*, 24*E*, 26*E*)-2,6,10,14, 19, 23,27,31-октаметилдотриаконта-2,6,8,10, 12,14,16,18,20,22,24,26,30-тридекаєн.

Фізико-хімічні властивості. Чистий лікопін – це темно-червоні кристали або кристалічний порошок з т. топ. 173-175 ^{0}C, які добре розчиняються в хлороформі, рослинних оліях; середньо – в етанолі і не розчиняється у воді. Стійкість лікопіну до світла, температури, фруктовим кислотам помірна. До дії лугів він є нестійким. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,5% (40^{0}C, 4 години, 10 мм рт. стовп.).

Добування. Існують різні синтетичні методи одержання лікопіну. За одним з них повний синтез лікопіну починається із взаємодії метакролеїну I з відповідним реактивом Гріньяру II з

утворенням енінового діолу III. Останній, в результаті алільного перегрупування ізомеризується в 1,8-діол IV, який після послідовних реакцій окиснення та каталітичного гідрування перетворюється до діальдегіду V із спряженою системою зв'язків. Надалі з діальдегіду V утворюють відповідний ацеталь VI, який при конденсації з вінілетиловим етером VII в присутності BF_3 утворює інший діальдегід VIII (C_{14}). Наступна аналогічна взаємодія сполуки VIII з етилпропеніловим етером IX призводить до утворення кроцетиндіальдегіду X (C_{20}). При його взаємодії з геранілідентрифенілфосфорилідом XI за реакцією Віттіга – Шелькопфа утворюється кінцевий лікопін XII:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96,0% від усіх лікопінів і не менше 70,0% all-*транс* лікопінів, апо-12'-лікопеналю – не більше 0,15%, трифенілфосфіноксиду – не більше 0,01%, арсену – не більше 3 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг. *Синтетичний лікопін*

містить також малу кількість 5-*цис*-лікопіну і незначну кількість інших структурних ізомерів подібної будови.

Метаболізм і токсичність. Лікопін не проявляє токсичної дії на організм людини.

E160d(ii) Лікопін з томатів

Синоніми: екстракти томатів, lycopenes from tomato.

Будова. Див. E160d (i).

Фізико-хімічні властивості. Екстракт з томатів є темно-червоною в'язкою рідиною.

Джерело. Лікопін вважається основним барвником (приблизно 0,002%) плодів червоних помідорів (*Lycopersicon esculentum* L.), міститься також у плодах шипшини, абрикосів, хурми, червоних сортів грейпфруктів, пальмовій олії тощо.

Добування. Наведений лікопін одержують методом екстракції з вичавок або пасти спілих томатів дозволеними розчинниками (метанолом, етанолом, ацетоном, гексаном, 2-пропанолом, дихлорометаном, CO_2). У такому екстракті він є основним барвником. Наприклад, томатну пасту спочатку зневоднюють за допомогою метанолу з утвореного твердого залишку, лікопін екстрагують дихлорометаном, екстракт висушують і розчинник відганяють. Отримане при цьому темно-червоне масло розчиняють у гарячому гексані і необхідний барвник висаджують метанолом. Надалі сирий лікопін переосаджують з гексан-метанольної суміші і центрифугують. Остаточну очистку барвника проводять за допомогою хроматографії на гідроксиді кальцію.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 5,0%, залишків розчинників (ацетону, етилацетату, метанолу, етанолу, гексану – окремо або разом) – не більше 50 мг/кг, сульфатного попелу – не більше 0,1%, кадмію – не більше 1 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. E160d (i) Лікопін синтетичний.

E160d(iii) Лікопін мікробіологічний

Синоніми: лікопін ферментативний, ензиматичний лікопін, lycopenes from *Blakeslea trispora*.

Будова. Див. E160d (i) Лікопін синтетичний..

Фізико-хімічні властивості. Див. E160d (i). Втрати при висушуванні становлять не більше 0,5% (40^0C, 4 години, 20 мм рт. ст.).

Добування. Лікопін мікробіологічний одержують ферментацією відповідної біомаси грибів *Blakeslea trispora* практично ідентично добуванню β-каротину - E160a(iii), оскільки лікопін є проміжним продуктом у процесі біосинтезу каротину з цього гриба. Для зупинення реакцій, перетворення лікопіну в β- і γ-каротини у ферментаційний бульйон додають як інгібітор імідазол. По закінченню процесу барвник виділяють з біомаси екстракцією одним з дозволених розчинників (ізопропіловим спиртом або ізобутилацетатом), фільтрують, кристалізують і висушують.

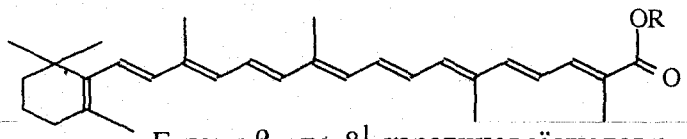
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0% від усіх лікопінів, all-*транс*-лікопінів – не менше 90,0%, інших каротиноїдів на зразок 13-*цис*-ізомеру – не більше 5,0%; залишків розчинників: ізопропілового спирту – не більше 0,1%, ізобутилацетату – не більше 1,0%; імідазолу – не більше 0,0001%, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Лікопін мікробіологічний (з *Blakeslea trispora*) часто використовують у вигляді 5 або 20% водно-олійної суспензії лікопіну з антиоксидантом α-токоферолом (1% від кількості лікопіна).

Метаболізм і токсичність. Див. E160d (i) Лікопін синтетичний.

E160f Метиловий або етиловий естери β-апо-8'-каротинової кислоти

Синоніми: естери бета-каротинової кислоти, β-apo-8'-carotenoic acid.



Естери β-апо-8[1]-каротинової кислоти

Хімічна назва: метиловий (R = CH_3) або етиловий (R = C_2H_5) естер (2*E*,4*E*,6*E*,8*E*,10*E*,12*E*,14*E*,16*E*)-2,6,11,15-тетраметил-17-(2,6,6-триметил-1-циклогексен-1-іл)гептадека-2,4,6,8,10,12,14, 16-октаєнової кислоти або метиловий естер β-апо-8'-каротинової кислоти та етиловий естер β-апо-8'-каротинової кислоти відповідно.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічна речовина від червоного до фіолетового кольору, розчини якої мають забарвлення від помаранчевого до червоного. Такий барвник легко розчиняється в рослинних оліях, органічних розчинниках; середньо – в етанолі; не розчиняється у воді. Стійкість до дії світла і температури низька, що вимагає застосування відповідних умов зберігання (під інертним газом, в темряві і на холоді).

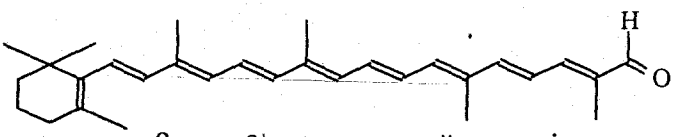
Добування. Одержання таких естерів полягає в реакції естерифікації відповідної каротинової кислоти метиловим або етиловим спиртом. У свою чергу, каротинову кислоту синтезують окисненням β-апо-8'-каротинового альдегіда, утворення якого наведено у відповідній схемі (Е160е).

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96,0%, барвників подібної будови (каротиноїдів) за виключенням метилового або етилового естерів β-апо-8'-каротинової кислоти – не більше 3,0%, сульфатного попелу – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Як встановлено, в організмі людини засвоюється тільки незначна частина цього барвника, основна - виділяється разом із калом.

Е160е* β-апо-8'-каротиновий альдегід

Синоніми: бета-апокаротиналь, β-апо-8'-каротиналь, β-аро-8'-carotenal (C30).



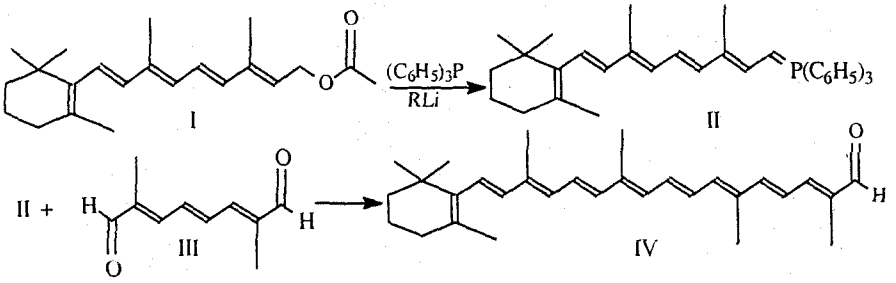
β-апо-8'-каротиновий альдегід

Хімічна назва: (2*E*,4*E*,6*E*,8*E*,10*E*,12*E*,14*E*,16*E*)-2,6,11,15-тетраметил-17-(2,6,6-триметил-1-циклогексен-1-іл)гептадека-2,4,6,8,10,12,14,16-октаєналь.

Фізико-хімічні властивості. Це темно-фіолетовий порошок з металічним відблиском. Розчиняється в рослинних оліях, деяких органічних розчинниках з утворенням забарвлених розчинів від помаранчевого до червоного кольорів. Середньо розчиняється в етанолі і не розчиняється у воді. Стійкість до дії світла і температури незадовільні.

Джерело. β-апо-8'-каротиновий альдегід міститься у овочах, цитрусових, траві.

Добування. Синтез наведеного барвника полягає у реакції конденсації 3-гідроксибензальдегіду I з двома молями діетиланіліну одержання β-каротину (E160a), взаємодією ретинолацетату I з трифенілфосфіном в присутності сильних літійорганічних основ з утворенням відповідного іліду II. Останній за реакцією Віттіга – Шелькопфа при взаємодії з діальдегідом III перетворюється до β-апо-8'-каротиналю IV. Зазначимо, що сполуку III синтезують з метакролеїну, відповідного реактива Гріньяру та вінілетилового етеру за схемою, яка наведена для синтезу лікопіна (E160d):



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96,0%, барвників подібної будови (каротиноїдів) за виключенням β-апо-8'-каротинового альдегіду – не більше 3,0%, сульфатного попелу – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

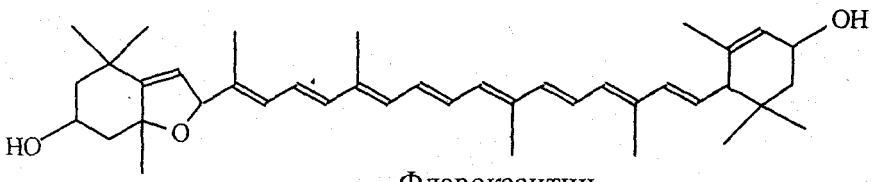
Метаболізм і токсичність. В організмі людини бета-апокаротиналь засвоюється незначно, може накопичуватися у печінці і надлишок виводиться разом із калом.

Наступною групою харчових барвників є ксантофіли (кисневмісні похідні каротиноїдів) з індексом Е161. Їх відносять також до сполук флаваноїдів (пігментів квітів). Такого типу речовини поки що не отримали статусу дозволених харчових барвників крім лютеїну (Е161b) і кантаксантину (Е161g) через недостатню інформацію про їх біологічну дію і токсичність.

Е161а Флавоксантин

Синоніми: xanthophylle, flavoxanthin, CI natural yellow 27.

Будова. За хімічною будовою флавоксантин є похідною α-каротину, містить у структурі своєї молекули гідроксильні групи та фуранове ядро:



Флавоксантин

Хімічна назва: (2*R*,6*S*,7*aR*)-2-[(1*E*,3*E*,5*E*,7*E*,9*E*,11*E*,13*E*,15*E*)-16-[(1*R*,4*R*)-4-гідрокси-2,6,6-триметил-2-циклогексен-1-іл]-1,5,10,14-тетраметилгексадека-1,3,5,7,9,11,13,15-октаєніл]-4,4,7*a*-триметил-2,5,6,7-тетрагідробензофуран-6-ол, або 3,3'-дигідрокси-5,6-дигідро-5,8-епокси-α-каротин.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічна речовина золотого кольору з т. топ. 184^{0}С, яка добре розчиняється в рослинних оліях, деяких органічних розчинниках з утворенням розчинів від жовтого до червоно-помаранчевого забарвлення; не розчиняється у воді.

Джерело. Флавоксантин міститься в квітах *Ramunculus aser, R. Species, Taraxacum officinale.*

Добування. Наведений барвник добувають з природної сировини методом екстракції відповідними органічними розчинниками.

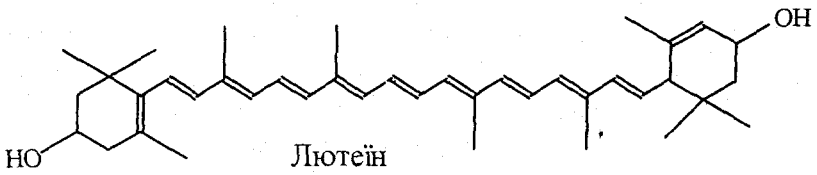
E161b Лютеїн

Лютеїни, залежно від методу добування, поділяють на лютеїн з *Tagetes erecta* (i) та екстракт лютеїну з *Tagetes* (ii).

E161b(i) Лютеїн з *Tagetes erecta.*

Синоніми: рослинний лютеїн, ксантофіл, екстракт календули (нагідків), lutein, vegetable lutein, Bo-Xan (lutein).

Будова. За хімічною будовою лютеїн є похідною α-каротину, містить у структурі своєї молекули дві симетрично розташовані гідроксильні групи:



Лютеїн

Крім лютеїну до складу наведеного барвника у менших кількостях входять інші каротиноїди (α- і β-каротини та їхні кисневмісні похідні, зеаксантин), воски.

Хімічна назва: 4-[18-(4-гідрокси-2,6,6-триметил-1-циклогексеніл)-3,7,12,16-тетраметил-1,3,5,7,9,11,13,15,17-октадеканонаєніл]-3,5,5-триметил-2-циклогексен-1-ол, або 3,3'-дигідрокси-α-каротин.

Фізико-хімічні властивості. Це оранжево-червоний порошок, який добре розчиняється в рослинних оліях, деяких органічних розчинниках; не розчиняється у воді. Стійкість до дії світла, температури (150^{0}C), фруктових кислот – добра. Чистий

лютеїн - жовта кристалічна речовина фіолетового виблиску з т. топ. 193^{0}С, яку, як барвник, у чистому вигляді з природних джерел не виділяють.

Джерело. Лютеїн є одним з головних каротиноїдів тканин зелених рослин, міститься також в рослинах жовтого кольору на зразок календули (нагідків), чорнобривців, їстивних фруктах, яєчному жовтку. У природних джерелах він часто існує у вигляді естерів вищих карбонових кислот, наприклад пальмітинової.

Добування. Одержують лютеїн з чорнобривців, календули, люцерни екстракцією дозволеними розчинниками (ацетоном, етилметилкетоном, метанолом, етанолом, дихлорометаном, гексаном, CO_2).

Наприклад, екстракцією квітів *Tagetes erecta* L. гексаном спочатку отримують відповідну олеосмолу (oleoresin). Олеосмоли утворюються з відповідних екстрактів після вилучення надлишку розчинника. Таку олеосмолу надалі гідролізують у розчині метанолу або пропіленгліколю в присутності гідроксиду калію, після цього органічний розчинник відганяють і кінцевий продукт кристалізують та висушують.

Вміст основних речовин барвника становить не менше 80,0% від усіх каротиноїдів, з яких лютеїну – не менше 70%, зеаксантину – не більше 9,0%. Кількість восків становить не більше 14,0%; залишків розчинників: гексану – не більше 50 мг/кг, метанолу – не більше 10 мг/кг, пропіленгліколю – не більше 1000 мг/кг; води - не більше 1,0%, попелу – не більше 1,0%, плюмбуму – не більше 3 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Лютеїн, як похідна каротину, є провтаміном А. Відомості про його токсичність відсутні.

E161b(ii) Екстракт лютеїну з *Tagetes*.

Синоніми: екстракт чорнобривців, екстракт календули (нагідків), ксантофіл, helenien, lutein dipalmitate, lutein.

Будова. Екстракт лютеїну з чорнобривців є складною сумішшю, яка містить як головні компоненти all-*транс*-лютеїн та дипальмітиновий естер лютеїну (геленін), утворений по його гідроксильним групам. Окрім них у менших кількостях містяться

також *цис*-лютеїни; кисневмісні похідні лютеїну, α- і β-каротини різної будови; вищі карбонові кислоти, рослинні олії, воски.

Фізико-хімічні властивості. Екстракти лютеїну є рідинами з темним, памаранчево-коричневим забарвленням. Розведені розчини лютеїну мають колір від жовтого до помаранчевого.

Джерело. Див. E161b (i) Лютеїн з *Tagetes erecta.*

Добування. Наведений барвник одержують екстракцією гексаном сухих пелюсток чорнобривців з наступними відгонкою розчинника та висушуванням.

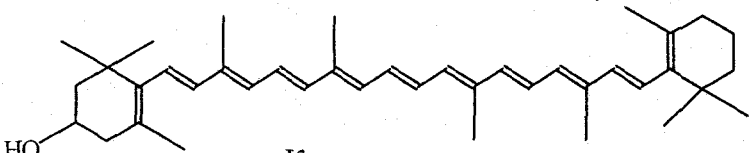
У кінцевому продукті вміст основної речовини (лютеїну, лютеїндипальмітату, всіх відповідних *транс-* і *цис*-ізомерів подібної будови) становить не менше 88,0%, зеаксантину – приблизно 5%, залишків гексану – не більше 50 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. E161b (i).

E161c Криптоксантин

Синоніми: гідрокси-β-каротин, 3-гідрокси-β-каротин, β-каротин-3-ол, xanthopylle, cryptoxanthin, CI natural yellow 27.

Будова. За хімічною будовою криптоксантин є моногідроксипохідною β-каротину:



Криптоксантин

Хімічна назва: (*R*)-3,5,5-триметил-4-[3,7,12,16-тетраметил-18-(2,6,6-триметил-1-циклогексеніл)-1,3,5,7,9,11,13,15,17-октадеканонаєніл]-3-циклогексен-1-ол, або (3*R*)-β,β-каротин-3-ол.

Фізико-хімічні властивості. Це жовта кристалічна речовина з т. топ. 169^{0}С, яка добре розчиняється в рослинних оліях та деяких органічних розчинниках, в яких має забарвлення

від жовтого до червоно-помаранчевого. У воді криптоксантин не розчиняється.

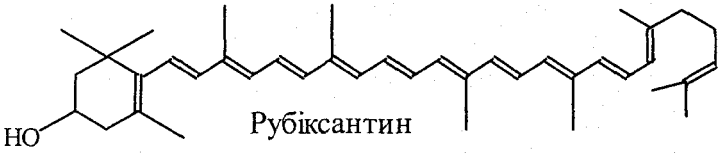
Джерело. Криптоксантин міститься в плодах фізалісу (*Physalis*), червоного перця, цитрусових; насінні *Zea mais*, у кукурудзі, яєчному жовтку, квітах переважно у вигляді естерів вищих карбонових кислот.

Добування. Криптоксантин можна добувати з природної сировини, але тепер він у харчовій промисловості застосування не має.

E161d Рубіксантин

Синоніми: бета-псі-каротин-3-ол, rubixanthin, xanthophylle.

Будова. За хімічною будовою рубіксантин є моногідроксипохідною γ-каротину:



Рубіксантин

Хімічна назва: (1*R*)-4-[(1*E*,3*E*,5*E*,7*E*,9*E*,11*E*,13*E*,15*E*,17*E*, 19*E*)-3,7,12,16,20,24-гексаметилпентакоза-1,3,5,7,9,11,13,15,17,19, 23-ундеканіл]-3,5,5-триметил-3-циклогексен-1-ол, або 3-гідрокси-γ-каротин.

Фізико-хімічні властивості. Рубіксантин добре розчиняється в рослинних оліях, деяких органічних розчинниках і не розчиняється у воді. Забарвлення його розчинів має колір від жовтого до червоно-помаранчевого.

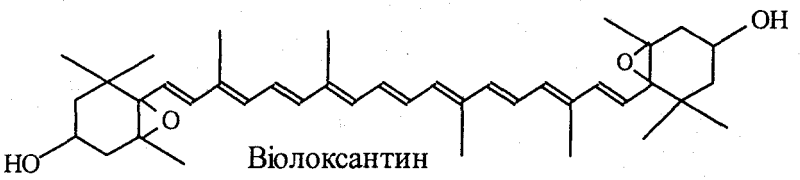
Джерело. Наведений барвник міститься в квітах троянди.

Добування. Рубіксантин можна одержувати методом екстракції з квітів троянди, але тепер він промислового застосування у харчовій галузі не має.

E161e Віолоксантин

Синоніми: xanthophylle, violoxanthin.

Будова. За хімічною будовою віолоксантин є похідною β-каротину і містить в структурі своєї молекули симетрично розташовані дві гідроксильні та дві епоксидні групи:



Віолоксантин

Хімічна назва: 1-[(1*E*,3*E*,5*E*,7*E*,9*E*,11*E*,13*E*,15*E*,17*E*)-18-(2,6,6-триметил-4-гідрокси-7-оксабіцикло[4.1.0]гептан-1-іл)-3,7,12,16-тетраметилоктадека-1.3,5,7,9.11,13,15.17-нонаєніл]-2,6,6-триметил-7-оксабіцикло[4.1.0]гептан-4-ол, або 3,3'-дигідрокси-5,6,5',6'- діепокси-β-каротин.

Фізико-хімічні властивості. Це жовто-помаранчеві кристали з т. топ. 200^{0}С, які розчиняються в рослинних оліях, деяких органічних розчинниках; у воді – не розчиняються. Відповідні розчини віолоксантину мають забарвлення від жовтого до червонопомаранчевого.

Джерело. Віолоксантин міститься у квітах братків трикольорних (*Viola tricolor*) та деяких фруктових плодах.

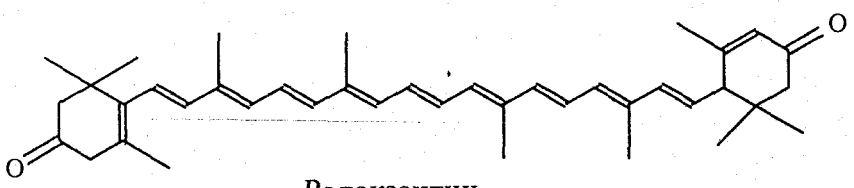
Добування. Віолоксантин можна добувати з природної сировини (відповідних квітів і фруктів) методом екстракції, але він тепер промислового застосування не має.

Метаболізм і токсичність. В країнах ЕС віолоксантин заборонений для забарвлення харчових продуктів.

E161f Родоксантин

Синоніми: rhodoxanthin, xanthophylle.

Будова. За хімічною будовою родоксантин є кетопохідною α-каротину з симетрично розташованими в циклогексеновому кільці карбонільними групами:



Родоксантин

Хімічна назва: (3*E*)-3,5,5-триметил-4[(1*E*,3*E*,5*E*,7*E*,9*E*, 11*E*,13*E*,15*E*,17*E*)-3.7,12,16-тетраметил-18-(2,6,6-триметил-4-оксо-2-циклогексен-1-іл)октадека-1,3,5,7,9,11,13,15,17-нонаєніл]-3-циклогексен-1-он, або 3,3'-діоксо-α-каротин.

Фізико-хімічні властивості. Родоксантин добре розчиняється в рослинних оліях, деяких органічних розчинниках з утворенням жовтого або червоно-помаранчевого забарвлення; не розчиняється у воді.

Джерело. Наведений барвник міститься в голках хвойних дерев, пір'ї птахів.

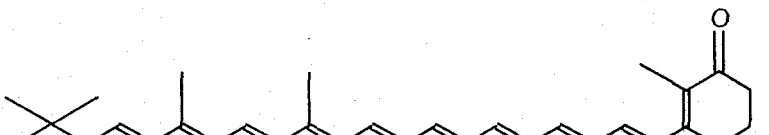
Добування. Родоксантин можна добувати з природної сировини (гілок хвойних дерев, пташиного пір'я) методом екстракції, але він тепер промислового застосування не має.

Метаболізм і токсичність. В країнах ЕС родоксантин заборонений для фарбування харчових продуктів.

E161g Кантаксантин

Синоніми: β,β-каротин-4,4'-діон, canthaxanthin, 4,4'-diketo-β-carotene

Будова. За хімічною будовою кантаксантин є дикетопохідною β-каротину і відрізняється від родоксантину місцем розташування карбонільних груп:



Кантаксантин

Хімічна назва: 2,4,4-триметил-1-оксо-3-[(1*E*,3*E*,5*E*,7*E*,9*E*,11*E*,13*E*,15*E*,17*E*)-3,7,12,16-тетраметил-18-(2,6,6-триметил-3-оксо-1-циклогексен-1-іл)октадека-1,3,5,7,9,11,13,15,17-нонаєніл]-1-циклогексен, або 4,4'-діоксо-β-каротин.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічний порошок фіолетового кольору, який добре розчиняється в хлороформі (розчин забарвлений від помаранчевого до червоного); середньо - в рослинних оліях; не розчиняється в етанолі та воді. Кантаксантин чутливий до дії світла, температури і кислот.

Джерело. Наведений барвник міститься в їстивних грибах *Cantharellus cinnabarinus*.

Добування. Кантаксантин добувають методом вилучення з природної сировини за допомогою екстракції відповідними розчинниками, а також синтетичним шляхом за технологією, подібною до синтеза β-каротину.

Вміст у кінцевому продукті всіх барвників у перерахунку на кантаксантин становить не менше 96,0%, побічних барвників подібної будови за виключенням кантаксантину – не більше 5,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

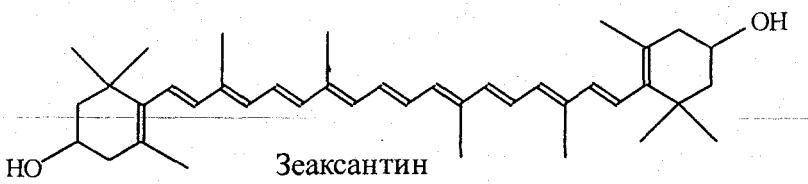
E161h Зеаксантин

Зеаксантин поділяється на зеаксантин синтетичний (i) та зеаксантин збагачений з *Tagetes erecta* (ii).

E161h(i) Зеаксантин синтетичний

Синоніми: zeaxanthin, natural yellow 29, all-trans-β-carotene-3,3'-diol, 3*R*,3'*R*-β,β-carotene-3,3'-diol, CI 75137.

Будова. За хімічною будовою зеаксантин є all-*транс* дигідроксипохідною β-каротину:



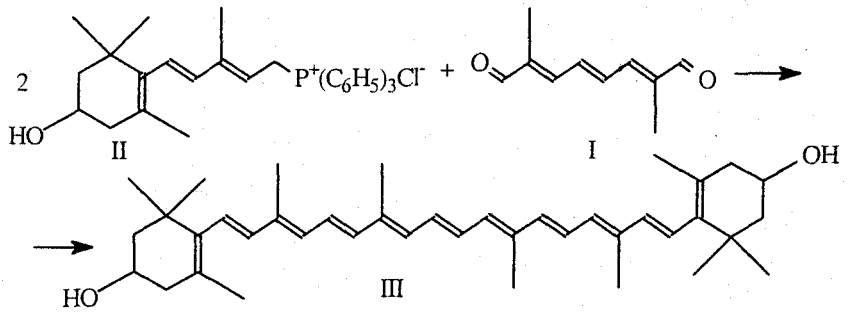
Зеаксантин

Хімічна назва: 3,5,5-триметил-4-[18-(4-гідрокси-2,6,6-триметил-1-циклогексен-1-іл)-3,7,12,16-тетраметилоктадека-1,3,5,7,9,11,13,15,17-нонаєніл]-3-циклогексен-1-ол, або (3*R*,3′*R*)-дигідрокси-β-каротин.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічна речовина жовто-червоного кольору з т. топ. 215^{0}С, яка не розчиняється у воді, проте розчиняється в рослинних оліях. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,2% (80^{0}С над P_2O_5, під вакуумом, 18 годин).

Джерело. Зеаксантин міститься у квітах (*Tagetes erecta*), плодах кукурудзи, ягодах обліпихи, фруктах та яєчному жовтку.

Добування. Наведений барвник III одержують відповідним синтезом Віттіга-Шелькопфа за технологією, подібною до одержання β-каротину. Для цього використовують симетричний діальдегід C_{10} (I), як центральний блок молекули барвника, та два фрагменти C_{15} (II) відповідної солі фосфонію:



II I III

Для перетворення частини стереоізомерів з цисоїдною конфігурацією до повністю трансоїдної застосовують нагрівання продукта протягом кількох годин в гептані або етанолі. Після цього, так званий all-*E* зеаксантин (*транс*-ізомер) кристалізується та вилучається з розчину за допомогою фільтрування.

Крім того, зеаксантин можна одержати з лутеїну при нагріванні останнього в присутності етилату натрія внаслідок

процесу переміщення (ізомеризації) подвійного зв'язку в одному з циклогексенових циклів.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96,0%, *цис*-зеаксантину – не більше 2,0%; суміші 12'-апо-зеаксантину, діатоксантину і парасілоксантину – не більше 1,1%; трифенілфосфіноксиду – не більше 0,01%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Зеаксантин у країнах Європи та Росії дозволу на застосування для харчових продуктів не має.

E161h(ii) Зеаксантин збагачений з *Tagetes erecta*

Будова. Див. E161h(i) Зеаксантин синтетичний. Збагачений зеаксантин є складною сумішшю, що містить 20,0% і більше *транс*-зеаксантину, інших каротиноїдів, жирів, рослинних олій, восків, протеїнів. Такі некаротиноїдні речовини переважно екстрагуються, но не омилюються.

Фізико-хімічні властивості. Див. E161h(i).

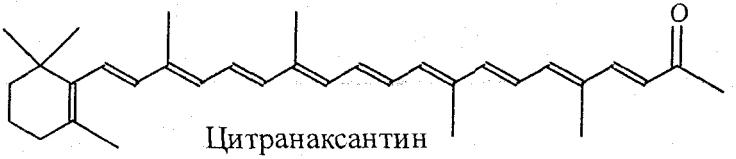
Добування. Зеаксантин збагачений з *Tagetes erecta* одержують з червоних квітів *Tagetes erecta* шляхом екстракції гексаном та подальшою очисткою за допомогою лужного гідролізу та кристалізації. Отриманий продукт додатково очищують промивкою гексаном та метанолом.

Метаболізм і токсичність. Див. E161h(i).

Цитранаксантин

Синоніми: citranaxanthin.

Будова. За хімічною будовою цитранаксантин є структурним гомологом β-апо-каротинового альдегіду з *транс*-конфігурацією всіх подвійних зв'язків:



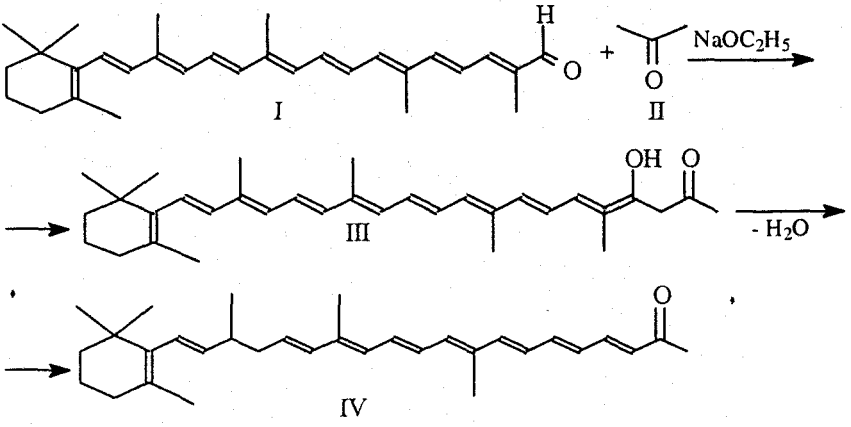
Цитранаксантин

Хімічна назва: (3*E*,5*E*,7*E*,9*E*,11*E*,13*E*,15*E*,17*E*,19*E*)-5,9,14, 18-тетраметил-20-(2,6,6-триметил-1-циклогексен-1-іл)-3,5,7,9,11,13,15,17,19-ейкозанонаєн-2-он.

Фізико-хімічні властивості. Це порошок, який не розчиняється у воді; дуже слабко – в етанолі, слабко – в рослинних оліях; розчиняється в хлороформі. Розчини цитранаксантину в оліях мають забарвлення від помаранчевого до червоно-коричневого. Стійкість до дії світла і температури незначні. У харчових продуктах він застосовується у вигляді водних емульсій і дисперсій, розчинів у жирах та оліях.

Джерело. Наведений барвник міститься в шкірці цитрусових.

Добування. Цитранаксантин одержують синтетично методом альдольної конденсації з β-апо-8'-каротиналю I та ацетону II. Утворений альдоль III в умовах кротонової конденсації трансформується в кінцевий продукт IV:



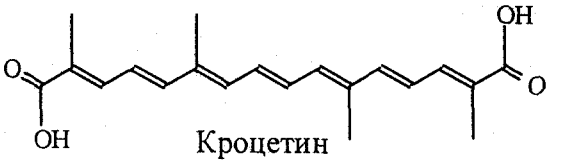
Вміст у кінцевому продукті всіх барвників у перерахунку на цитранаксантин становить не менше 96,0%, побічних барвників подібної каротиноїдної будови з різним співвідношенням *цис-* і *транс*-зв'язків за виключенням цитранаксантину – не більше 4,0%, сульфатного попелу – не більше 0,1%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. У країнах Європі та Росії цитранаксантин не має дозволу на застосування для харчових продуктів.

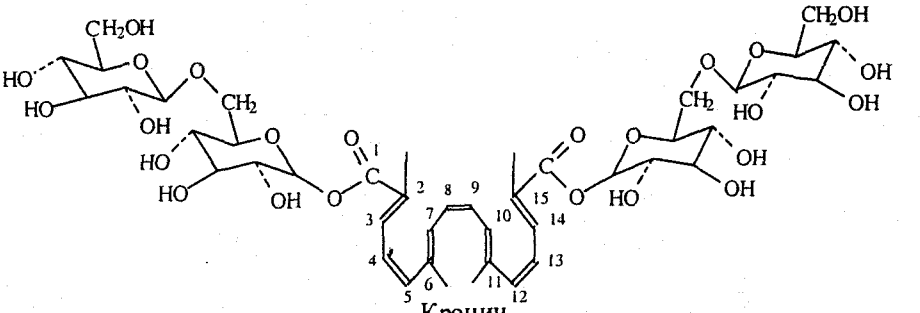
E164* Шафран

Синоніми: кроцин, кроцетин, шафрановий жовтий, crocin, crocetin

Будова. Природний шафран є складною сумішшю (до 150 компонентів), в якій основною частиною пігменту є α-кроцин. Останній є глікозидом, молекула якого побудована з дисахариду генціобіози (β-*D*-глюкопіранозил-1,6-*D*-глюкопіранози) і аглікону кроцетину:



Кроцетин



Кроцин

Вміст такого кроцину становить більше 10%. Колір шафрану обумовлений також іншими типами кроцину (β-кроцетином – монометиловий естер наведеної кислоти, γ-кроцетином – диметиловий естер). Крім нього, в шафрані виявлені до 4% пірокроцин (4-(β-*D*-глюкопіранозилокси)-2,6,6-триметил-1-циклогексен-1-карбальдегід) і сафраналь (2,6,6-триметил-1,3-циклогексадієн-1-карбальдегід), які відповідають за смак та аромат шафрану як пряноші; каротиноїди (зеаксантин, лікопін, α- і β-каротини), запашні есенції та рослинні олії, камеді, флаваноїди, вуглеводи, вітаміни, мінеральні солі кальцію та фосфору тощо.

Хімічна назва: кроцетин – 2,6,11,15-тетраметил-2.4,6,8,10, 12,14-гексадекагептаєндіова кислота, або 8,8´-діапо-8,8´-каротинова кислота.

Фізико-хімічні властивості. Це оранжево-червоні порошки або жовто-коричневі екстракти, водні розчини яких мають жовтий колір. Кроцин має т. топ. 186^0С.

Джерело. Шафран міститься в приймочках маточок квітів крокусу (пряноші шафрана – *Crocus sativus L.*) та інших видів родини *Crocus*.

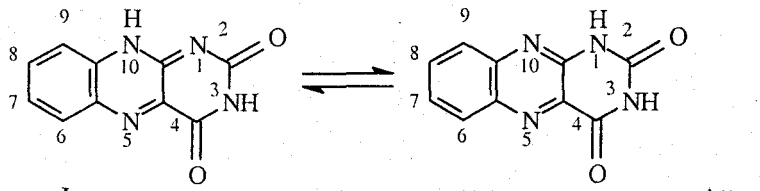
Добування. Кроцин одержують екстракцією водою або етанолом не із шафрану, а з квітів *Gardenia jasminoides Ellis*, що є економічно вигіднішим.

Вміст у кінцевому продукті вологи та летючих речовин становить 10,0-12,0%, водорозчинних у холодній воді компонентів – 65,0%, загального азоту – 3,0%, загального попелу – 8,0%, кислотонерозчинного попелу – 1,0-1,5%, арсену – не більше 4 мг/кг, меркурію – не більше 2 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Інформація про токсичність шафрану відсутня. У деяких країнах барвники кроцин і кроцетин, а також екстракти з гарденії заборонені для фарбування харчових продуктів.

1.7.1.4 Ізоалоксазинові барвники

Молекули ізоалоксазинових барвників складаються зі сполучених бензенового, піразинового і гідрованого оксопіримідинового циклів. Ізоалоксазин є таутомерним ізомером іншої поширеної у природі гетероциклічної сполуки – алоксазину:



Ізоалоксазин Алоксазин

Ізоалоксазин можна розглядати як бензоптеридин, який, у свою чергу, є продуктом конденсації бензенового ядра з птеридином (1,3,5,8-тетразанафталеном). Ядро ізоалоксазину входить до складу нативних жовтих барвників, які називаються флавінами (від лат. *flavus* - жовтий).

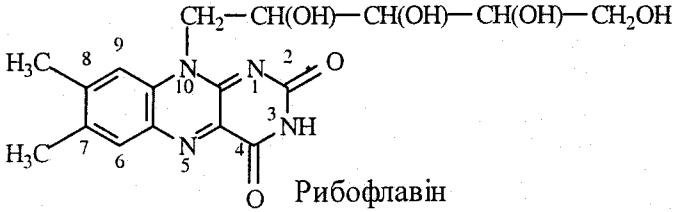
E101* Рибофлавіни

До рибофлавінів належать рибофлавін синтетичний (i), мононатрієва сіль рибофлавін-5'-фосфата (ii) та рибофлавін з *Bacillus subtilis* (iii).

E101*(i) Рибофлавін синтетичний

Синоніми: вітамін B_2, лактофлавін, riboflavin, vitamin B_2.

Будова. За хімічною будовою рибофлавін є похідною ізоалоксазину. До рибофлавіну входить ядро ізоалоксазину, в положенні N10 якого приєднаний фрагмент п'ятиатомного спирту *D*-рибітолу (рибіту), продукту відновлення *D*-рибози, звідкіля виникла назва – рибофлавін:

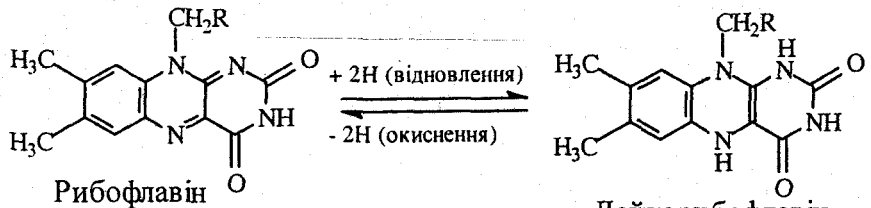


Рибофлавін

Хімічна назва: 7,8-диметил-10-(*D- рибо*-2,3,4,5-тетрагідроксипентил)бензо(*g*)птеридин-2,4-діон або 7,8-диметил-10-(1'-*D*-рибітоліл)ізоалоксазин.

Особливістю хімічної структури рибофлавіну є наявність в молекулі лабільного спряженого діімінного зв'язку N5=C-C=N1, для якого вже незначні зміни структури (розподілу електронної густини) в певних реакціях викликають втрату функції барвника та вітаміну. Тому рибофлавін легко відновлюється, внаслідок чого зникає жовтий колір і утворюється безбарвна лейкооснова

(лейкорибофлавін), яку можна зворотним шляхом (окисненням) перевести в рибофлавін:



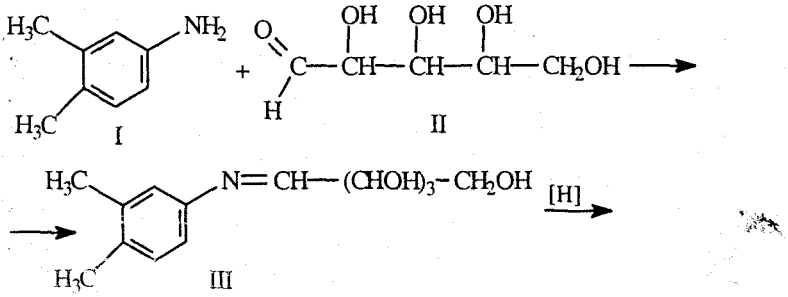
Рибофлавін
(R-залишок рибіголу)

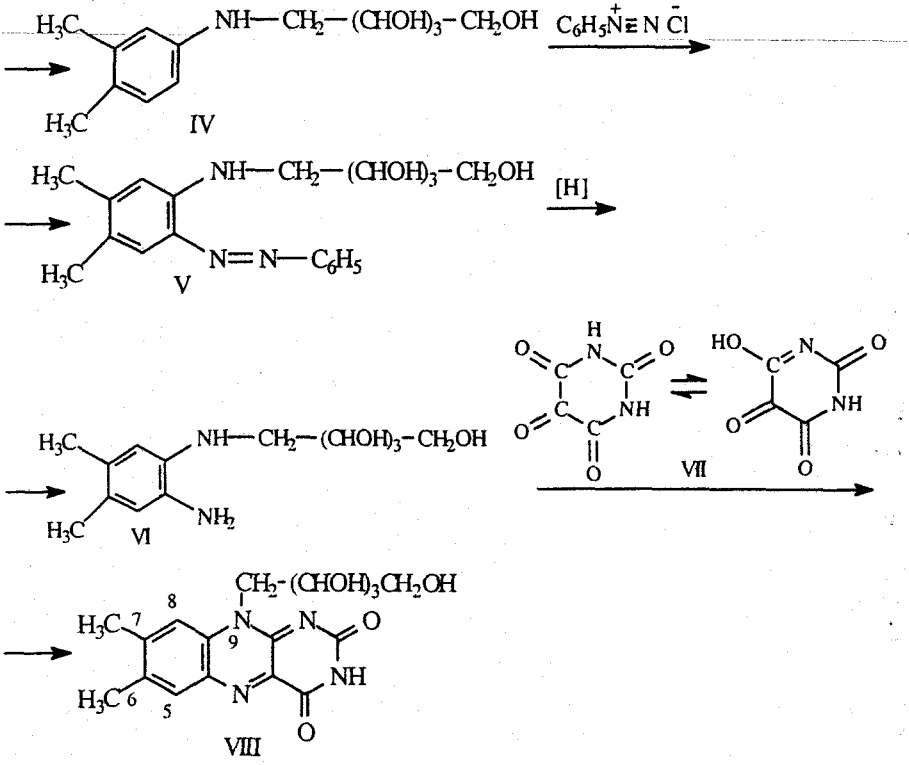
Лейкорибофлавін

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічна речовина від жовтого до жовто-помаранчевого кольору з т. топ. 282^{0}С (розкл.). Практично не розчиняється в органічних розчинниках; мало розчиняється у воді (0,01 г/100 г при 25^{0}С). Рибофлавін добре розчиняється в концентрованій хлоридній кислоті та у водних розчинах лугу, проте його стійкість до лугів незадовільна. Термостійкість (до 150^{0}С) вважають доброю. Світлостійкість барвника – незадовільна. Втрати при висушуванні становлять не більше 2,0% (105^0, 4 години).

Джерело. Рибофлавін у природі є значно поширеним, входить до складу мікроорганізмів (дріжджів), рослинних (зародки зернових, бобових, овочів, шпинату, томату) і тваринних (м'яса, печінки, риби, яєчного жовтка, сиру, молочної сироватки) продуктів.

Добування. Рибофлавін з природних джерел практично не добувають, оскільки вихід кінцевого продукту надзвичайно малий. Наприклад, щоб добути 1 г рибофлавіну необхідно переробити приблизно 5,5 *т* молочної сироватки. Тому розроблені відповідні методи його синтезу, один з яких грунтується на конденсації несиметричного *о*-ксилідину, *D*-рибози й алоксану за схемою:





При взаємодії *о*-ксилідину I з *D*-рибозою II утворюється Шиффова основа III, відновлення якої до 3,4-диметилфенілрибітоліламіну IV дає змогу останньому вступати в реакції азосполучення з одержанням 2-фенілазо-4,5-диметилфенілрибітоліламіну V. При відновленні сполуки V отримують відповідний діамін VI (2-аміно-4,5-диметилфенілрибітоліламін). Останнім етапом синтезу є конденсація діаміну VI з таутомерною формою алоксану VII, що призводить до утворення рибофлавіну VIII.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, первинних ароматичних амінів (у перерахунку на анілін) – не більше 100 мг/кг, сульфатного попелу – не більше 0,1%, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Рибофлавін є вітаміном B_2 і поряд з функцією фарбування виконує вітамінізацію харчових

продуктів. Як вітамін він бере участь в обміні вуглеводів, білків і жирів. Крім того, рибофлавін є попередником флавінових коензимів – великої групи важливих окисно-відновних ензимів. З організму людини значна частина рибофлавіну виділяється із сечею.

Е101*(ii) Рибофлавін-5′-фосфат натрію

Синоніми: мононатрієва сіль 5′-рибофлавінмонофосфату, вітамін B_2, riboflavin-5′-phosphate.

Хімічна назва: 7,8-диметил-10-(1′-*D*-рибітоліл)ізоалоксазин-5′-фосфат натрію дигідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічний порошок від жовтого до помаранчевого кольору, який добре розчиняється у воді і не розчиняється в етанолі. Інші фізико-хімічні властивості аналогічні рибофлавіну. pH 5,0-6,5 для 10% водного розчину. Значення питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від $+38^0$ до $+42^0$ для 1,5% розчину в 20% хлоридній кислоті. Втрати при висушуванні становлять не більше 8,0% (100^0C, у вакуумі над P_2O_5, 5 годин).

Джерело. Див. Е101(i) Рибофлавін синтетичний.

Добування. Рибофлавін-5′-фосфат натрію одержують з рибофлавіну шляхом послідовної взаємодії його з фосфатною кислотою і гідроксидом натрію.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, вільного рибофлавіну – не більше 6,0%, рибофлавінфосфату – не більше 6,0%, первинних ароматичних амінів (у перерахунку на анілін) – не більше 70 мг/кг, сульфатного попелу – не більше 25,0%, неорганічних фосфатів (у перерахунку на PO_4) – не більше 1,0%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. Е101(i).

Е101*(iii) Рибофлавін з *Bacillus subtilis*

Синоніми: вітамін B_2, лактофлавін, riboflavin, lactoflavin, vitamin B_2.

Фізико хімічні властивості. Це кристалічна речовина від жовтого до жовто-помаранчевого кольору з т. топ. 282^0C (розкл.).

Практично не розчиняється в органічних розчинниках; мало розчиняється у воді (0,01 г/100 г при 25^0С). Рибофлавін добре розчиняється в концентрованій хлоридній кислоті та у водних розчинах лугу, проте його стійкість до лугів незадовільна. Значення питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від -120^0 до -135^0. Термостійкість (до 150^0С) вважають доброю. Світлостійкість барвника - незадовільна. Втрати при висушуванні становлять не більше 2,0% (105^0С, 4 години).

Добування. Розроблений мікробіологічний синтез рибофлавіну методом контрольованої аеробної ферментації рослинних олій на твердих носіях або в рідких середовищах *Bacillius Subtilis*, за допомогою грибів *Eremothecium ashbyi, Ashbya gossypii*.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, люміфлавіну – не більше 0,025%, первинних ароматичних амінів (у перерахунку на анілін) – не більше 100 мг/кг, сульфатного попелу – не більше 0,1%, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм та токсичність. Див. Е101(і).

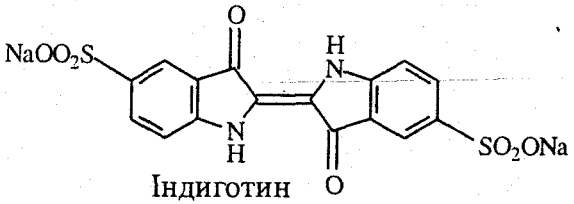
1.7.1.5 Індигоїдні барвники

Індигоїдні барвники є похідними індиго, або *біс*(3-оксо-2-індолінілідену), які містять у своїх молекулах конденсовані пірольні і бензенові (3-оксіндольні) цикли. Найвідомішим барвником є індиго, який був один з перших, одержаних в промислових умовах.

Е132* Індигокармін

Синоніми: індиготин, indigotine, indigo carmine, CI food blue 1.

Будова. Індигокармін є сумішшю переважно динатрієвих солей індиго-5,5′-дисульфонової кислоти і індиго-5,7′-дисульфонової кислоти, а також інших подібних за хімічною будовою барвників:



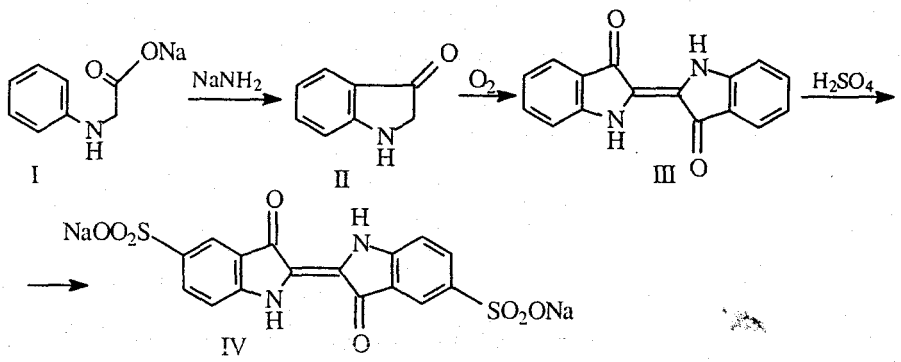
Індиготин

Хімічна назва: динатрієва сіль індиго-5,5′-дисульфонової кислоти, або *біс*(3-оксо-2-індолініліден-5-сульфонова кислота).

Фізико-хімічні властивості. Це темно-синій порошок, який розчиняється у воді (12 г/л при кімн. т.) та гліцеролі (5 г/л при кімн. т.); середньо - в етанолі і не розчиняється в рослинних оліях. Стійкість барвника до дії температури (до 150^{0}С) добра, но до дії світла, кислот і лугів – незадовільна. Втрати при висушуванні (разом з хлоридом і/або сульфатом у перерахунку на натрієву сіль) становлять не більше 15,0% (135^{0}С).

Джерело. Індигокармін міститься у листях та стеблинах рослин *Indigofera tinctoria* до 0,2-0,4%. Тепер даний барвник отримують синтетичним шляхом.

Добування. Синтез індигокарміну за методом Геймана полягає у взаємодії фенілгліцину I з амідом натрію (сплавлення при 200^{0}С) до β-індоксилу II, окисненням якого добувають індиго III. Сульфуванням останнього концентрованою сульфатною кислотою при нагріванні та наступною обробкою лугом одержують індигокармін IV:



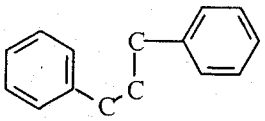
Вміст барвників у кінцевому продукті становить не менше 85,0%, динатрієвої солі індиго-5,7′-дисульфонової кислоти – не менше 18,0%, побічних барвників за виключенням динатрієвої солі індиго-5,7′-дисульфонової кислоти – не більше 1,0%, органічних сполук-небарвників (ізатин-5-сульфонової кислоти, 5-сульфоантранілової кислоти та антранілової кислоти сумарно) – не більше 0,5%, несульфованих первинних ароматичних амінів (у перерахунку на анілін) – не більше 0,01%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, інших важких металів – не біль-ше 40 мг/кг.

Для алюмінієвого лаку: вміст речовин, які не розчиняються в HCl – не більше 0,5%; водорозчинних хлоридів і сульфатів – не більше 2,0%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

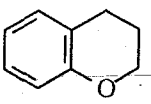
Метаболізм і токсичність. З організму людини барвник виділяється переважно разом із калом.

1.7.1.6 Антоціанові барвники

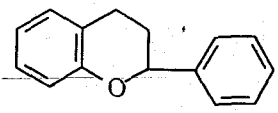
Антоціанові барвники – одні з найрозповсюдженіших природних пігментів, присутністю яких зумовлене все різноманіття барв різних квітів, інших рослин і багатьох плодів. За хімічною будовою вони належать до одного з різновидів флавоноїдів – найбільшої групи природних фенольніх сполук. Таких різновидів флавоноїдів відомо десять (халкони, дигідрохалкони, катехіни, флавани, флаванони, флавони, флавоноли, флавононоли, антоціани та антоціанідини, аурони). Загалом, хімічна структура наведених типів флавоноїдів базується на скелетному фрагменті C_6-C_3-C_6, з якого *in vivo* формується їх гетероциклічна основа ядро хроману (бензпірану), сполученого в положенні 2,3 або 4 з фенольним ядром (для антоціанінів в положенні 2):



Фрагмент C_6-C_3-C_6



Хроман



2-Фенілхроман (флавоноїдна основа антоціанів)

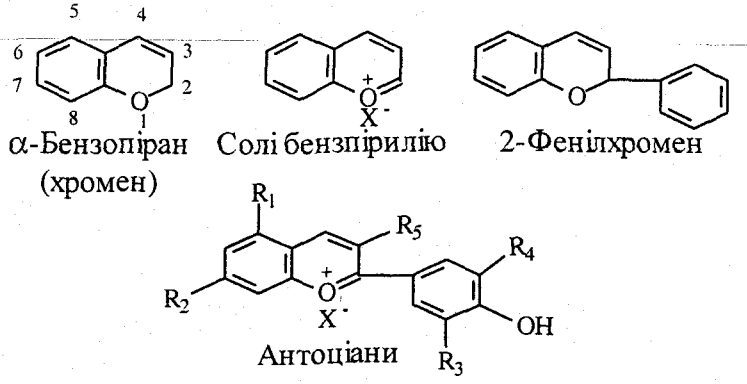
E163* Антоціани

До антоціанових барвників належать безпосередньо антоціани (i), екстракт з вичавок червоного винограду (ii), екстракт з чорної смородини (iii), барвник з багряного маїсу (iv), барвник з червоної капусти (v).

E163*(i) Антоціани

Синоніми: антоціаніни, anthocyanins, ano.

Будова. Антоціанові барвники є фенольними похідними бензопірану, сполук на зразок гідроксипохідних 2-фенілхромену. За хімічною будовою антоціани є моно- або диглікозидами, агліконом в яких слугують антоціанідини (фенольні похідні 2-фенілхромену у вигляді солей бензпірилію як стійкіших форм існування). З моносахаридів в антоціанах виявлені ланки глюкози, галактози, арабінози, рамнози, ксилози або ди- та трисахаридні фрагменти на їх основі, сполучені з агліконом переважно в С3-положенні. Наприклад, барвник мальвін (диглюкозид) містить глюкопіранозильні фрагменти при С3 і С5 атомах вуглецю хроменового ядра, а енін (моноглюкозид)- один при С3. Властивості барвників проявляють як аглікони, так і відповідні глікозиди:



До найпоширеніших антоціанів і відповідних агліконів належать сполуки, будова яких наведена в таблиці 1.7.1.

Таблиця 1.7.1. Будова антоціанових агліконів

Назва аглікону	Барвник	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5
Пеларгонідин	Пеларгонін	OH	OH	H	H	OH
Мальвідин	Мальвін	OH	OH	OCH_3	OCH_3	OH
Дельфінідин	Дельфінін	OH	OH	OH	OH	OH
Ціанідин	Кераціанін	OH	OH	H	OH	OH
Петунідин	Петунін	OH	CH_3	OCH_3	OH	OH
Пеонідин	Пеонін	OH	OH	H	OCH_3	OH
Енідин (сирингідин)	Енін	OH	OH	OCH_3	OCH_3	OH

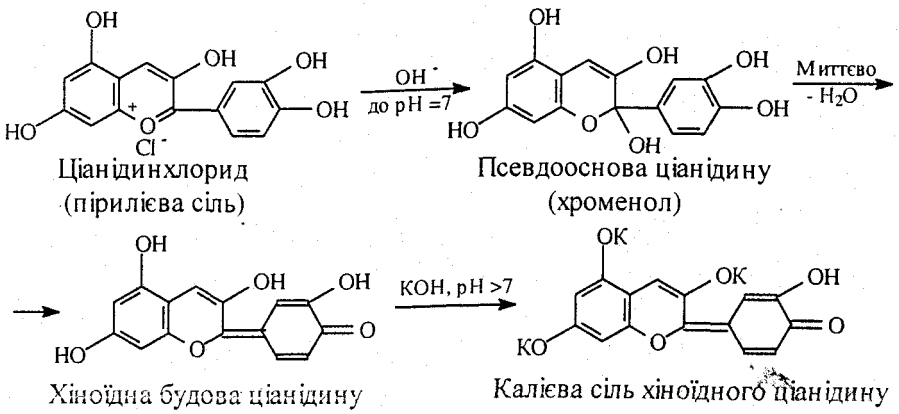
Хімічні назви антоціанідинів (агліконів): пеларгонідин – 3,4′,5,7-тетрагідрокси-2-фенілхромен, мальвідин (енідин, сирингідин) –

3,4′,5,7-тетрагідрокси-3′,5′-диметокси-2-фенілхромен, дельфінідин – 3,3′,4′,5,5′,7-гексагідрокси-2-фенілхромен, ціанідин – 3,3′,4′,5,7-пентагідрокси-2-фенілхромен, петунідин – 3,4′,5-тригідрокси-7-метокси-2-фенілхромен, пеонідин – 3,4′,5,7-тетрагідрокси-3-метокси-2-фенілхромен.

Хімічні назви антоціанів (глікозидів): пеларгонін - 3,4′,7-тригідрокси-5-глюкозилглюкозил-2-фенілхромен, мальвін - 4′,7-дигідрокси-3′,5′-диметокси-3,5-диглюкозил-2-фенілхромен, дельфінін - 3′,4′,5′,7-тетрагідрокси-3,5-диглюкозил-2-фенілхромен, кераціанін - 3′,4′,5,7-тетрагідрокси-3-рамнозил-2-фенілхромен, 4′,5,7-тригідрокси-3′,5′-диметокси-3-глюкозил-2-фенілхромен.

Для антоціанових барвників застосовують також спрощену систему назвоутворення на зразок ціанідин-3-О-β-*D*-глюкозид або пеларгонідин-3-О-β-*D*-глюкозид.

Фізико-хімічні властивості. Це червоні рідини, порошки або пасти, які добре розчиняються у воді, етанолі і не розчиняються в рослинних оліях. Стійкість до дії світла, температури, а також фруктових кислот задовільна. Забарвлення антоціанових барвників суттєво залежить від pH середовища. Так для багатьох з них при pH 1,5-2 спостерігається стійке червоне забарвлення, pH 3,4-5 – червоно-пурпурне, pH 6,7-8 – синє або синє-зелене а при pH 9 – зелене, яке поступово переходить до жовтого при збільшенні pH до 10. Це пояснюється відповідною зміною будови молекули барвника, наприклад:



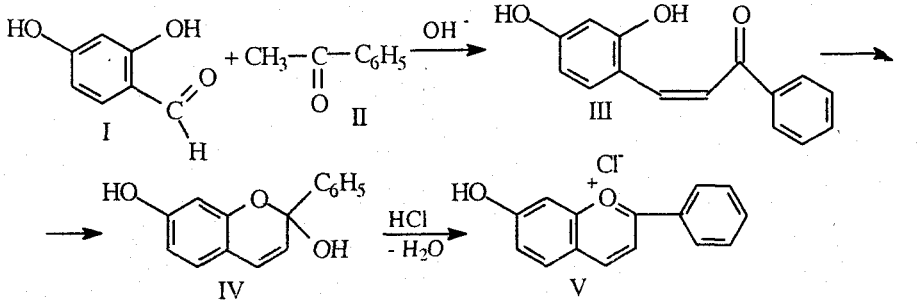
Антоціани у кислому середовищі існують у вигляді бензпірилієвих солей, у нейтральному – сполук хіноїдної будови, у лужному – солей лужних або лужноземельних металів хіноїдної будови по фенольним гідроксилам.

Джерело. Антоціанові барвники містяться у червоному винограді, вишні, черешні, полуниці, чорниці, чорній смородині та інших ягодах, а також у пелюстках найрізноманітніших квітів, колір яких і обумовлений наявністю таких сполук.

Добування. Антоціани виділяють екстракцією з відповідних рослин кислим водним або метанольним розчином (краще метанольним з вмістом 1% HCl). Застосовують також замість кислот розчини 0,2% діоксида сірки або 0,4% гідросульфіта калію. При цьому відбувається частковий гідроліз антоціанів на відповідні аглікони-барвники і вуглеводи. Отриманий екстракт після фільтрування висушують розпилювальним висушуванням. У разі необхідності розділити отриману суміш на індивідуальні сполуки очистку екстракту проводять хроматографічним методом на колонках з порошком целюлози.

З метою одержання в якості барвника тільки антоціанідинів проводять повний гідроліз антоціанів 20% хлоридною кислотою.

Існує також синтетичний шлях одержання антоціанових барвників як у вигляді глікозидів, так і відповідних антоціанідинів кількома методами. Наприклад, для синтезу антоціанідину один з них полягає у взаємодії 2,4-дигідроксибензальдегіду I з ацетофеноном II за реакцією Кляйзена – Шмідта з утворенням кетона III. Останній здатний до циклізації з утворенням кеталю IV, який в кислому середовищі трансформується у відповідну бензпірилієву сіль V:



При необхідності синтезувати антоціановий барвник-глікозид реакцію проводять аналогічно, тільки попередньо в молекулу полігідроксибензальдегіду і (або) бензофенону вводять необхідну кількість вуглеводних залишків у вигляді відповідної тетраацетиглікози.

У кінцевому продукті вміст залишків розчинника становить: метанолу та етанолу – не більше 50 мг/кг (окремо або сумарно), арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

E163*(ii) Екстракт з вичавок червоного винограду

Синоніми: енобарвник, enocianina, enociania

Даний продукт одержують шляхом екстракції підкисленими водними розчинами або метанолом (етанолом). Підкислюють розчинник хлоридною, тартратною (винною) або цитратною кислотами. Після 2-3 діб настоювання рідину відділяють від вичавок, фільтрують і концентрують у вакуум-апаратах при 40-60^{0}С до утворення густої сиропоподібної рідини темно-червоного кольору. Вміст барвників в екстракті становить 4,5-6,0 % при загальному сухому залишку 40,0-50,0%. Вміст інших складових екстракту приблизно збігається зі складом, наведеного для екстракту (iii). Основним енобарвником вважають енін (енідин-3-глюкозид, або глюкозид сирингідину), подібний за будовою до мальвіну. Цей енобарвник чутливий до pH середовища і в кислому утворює червоне забарвлення, в нейтральному і слаболужному – синє.

E163*(iii) Екстракт з чорної смородини.

Такий екстракт добувають аналогічно попередньому випадку (ii).

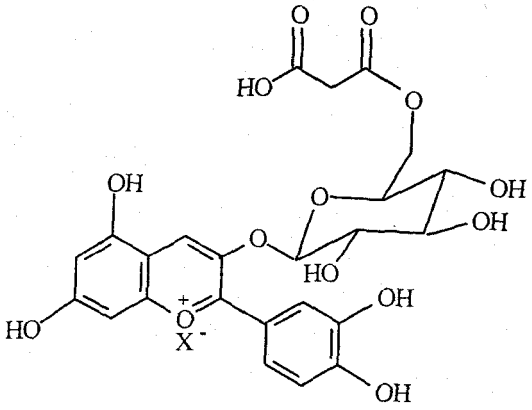
Це густа сиропоподібна рідина інтенсивно-червоного кольору. В екстракті з вичавок чорної смородини містяться: Р-вітамінні речовини – катехіни, антоціани (ціанідин-3-глюкозид, ціанідин-3,5-диглюкозид), їхні аглікони (ціанідин, дельфінідин), флаванолглікозиди в кількості 4500-6000 мг на 100 г, вітамін С

80-120 мг/100 г, органічні кислоти : цитратна, оксалатна (щавлева), малатна (яблучна), сорбатна (сорбінова) 14,0-18,0%, цукри 6,0-8,0%, пектин 2,5-2,9%.

E163*(iv) Барвник з багряного маїсу

Синоніми: purple corn colour, black maize pigment, maize morado colour.

Будова. Такий барвник є сумішшю відповідних антоціанів, головним серед яких є ціанідин-3-О-β-*D*-глюкозид і ціанідин-3-О-β-*D*-галактозид – до 73,0% від усіх антоціанів, глікозиди пеонідину – до 17,0% і глікозиди пеларгонідину – 6,0-8,0%, а також агліконы-антоціанідини – до 25,0%. Останнім часом виявлено, що такі глікозиди *in vivo* можуть бути проацильовані малонатною (пропандіовою) кислотою і мати малонатні фрагменти по С6 глюкопіранозного циклу, наприклад для ціанідин-3-О-β-*D*-(6-малонілглюкозиду):



Вміст таких антоціанідин-3-О-β-*D*-(6-малонілглікозидів) становить до 33,0% від суми антоціанових барвників-глікозидів.

Фізико-хімічні властивості. Це відповідні екстракти або темно-червоні порошки, які розчиняються у воді, етанолі, 1,2-пропандіолі; не розчиняються в рослинних оліях та жирах.

Джерело. Наведені барвники містяться в зернах маїсу (*Zea mays* L.), який вирощують у Перу під назвою „Mais morado".

Добування. Барвник з багряного маїсу одержують шляхом екстракції відповідної сировини водно-спиртовою сумішшю, гарячою водою або кислими водними розчинами.

Вміст основних барвників у кінцевому продукті у вигляді відповідної суміші становить приблизно 30,0%, з яких частка антоціанових глікозидів – 6,0-8,0%, агліконів-антоціанідинів (загальних фенольних сполук) – до 25,0%. Крім того, суміш містить: вуглеводи – приблизно до 60,0%, вода – не більше 8,0%, протеїни – 2,6%, жири – 0,1-0,2%, кофеїн – не більше 0,1%, магній – 1900 мг/кг, кальцій – 620 мг/кг, цинк – 40 мг/кг, купрум – 12 мг/кг.

E163*(v) Барвник з червоної капусти

Синоніми: red cabbage colour.

Будова. Барвник з червоної капусти є сумішшю антоціанів, флавонів і танинів. Хімічна будова антоціанових барвників подібна до речовин, визначених для E163(ii).

Фізико-хімічні властивості. Це рідина, паста або порошок темно-червоного забарвлення, який розчиняється у воді, етанолі, водно-спиртових розчинах; не розчиняється в абсолютному етанолі та рослинних оліях. pH барвника у вигляді рідини становить 2,0-3,0. Проявляє задовільну стійкість до дії температури, світла та кисню. Колір цього барвника залежить від pH: при 2,0-6,0 – червоний. 7,0 – блакитний, більше 7,0 – нестійкий зелений.

Джерело. Сполуки такого барвника містяться в червоній капусті *Brassica olearacea* L.

Добування. Технологія одержання такого барвника полягає в його екстракції водою з листків червоної капусти з подальшими операціями концентрування, рафінування та стерилізації.

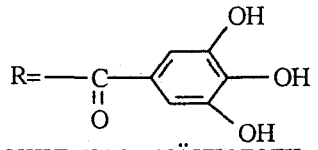
Вміст в кінцевому продукті арсену становить не більше 2 мг/кг, плюмбуму – не більше 3 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

Останнім часом починають використовувати як харчовий барвник аналогічні екстракти на основі антоціанів з чорної моркви, чорної бузини, чорноплідної горобини, кизилу, клюкви, червоної смородини, брусникі тощо.

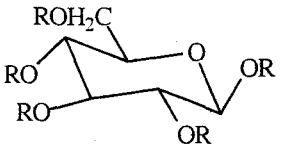
Е181* Таніни харчові

Синоніми: таніди, галотаніни, танінова кислота, tannic acid, tannins (food grade), gallotannic acid.

Будова. Таніни харчові часто відносять до барвників, незважаючи на їхню спроможність виконувати функції освітлювача, стабілізатора, загущувача. Їх здатність бути барвником особливо проявляється при взаємодії з солями важких металів. За хімічною будовою вони є сумішшю естерів фенольних кислот (на зразок галатної або дигалатних) з моносахаридами (глюкозою) або багатоатомними спиртами (на схемі не показано), наприклад:



ацил галатної кислоти



Таніни



ацил *м*-дигалатної кислоти

Фізико-хімічні властивості. Це аморфні порошки або пухка маса від світло-жовтого до світло-коричневого кольору, яка добре розчиняється у воді, етанолі, ацетоні; середньо - в теплому гліцеролі (1 г в 1 мл); не розчиняється в бензені, хлороформі та діетиловому етері. Втрати при висушуванні становлять не більше 7,0% (105^0C, 2 години). Таніни при гідролізі утворюють суміш галатних кислот і вуглеводів або багатоатомних спиртів.

Джерело. Таніни харчові містяться в деревині дуба, евкаліпта і каштана; корі верби, смереки, модрині; зеленому і чорному чаї.

Добування. Таніни харчові одержують екстракцією дозволеними розчинниками з відповідної природної сировини, не доводячи процес

до гідролізу. Для цього спочатку проводять обробку подрібненої сировини гарячою водою з метою вилучення відповідних фенолів. Надалі таніни висолюють з отриманого водного екстракту розчином хлорида натрію і екстрагують бутилацетат-бутанольною сумішшю (3:1). На наступному етапі органічні розчинники випаровують під вакуумом в атмосфері вуглекислого газу для запобігання окиснення танінів.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96,0%, конденсованих танінів – не більше 0,5%, сульфатного попелу – не більше 1,0%, залишків ацетону та етилацетату (окремо або разом) – не більше 25 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Таніни в організмі людини зв'язують бактеріальні токсини й отруйні солі важких металів.

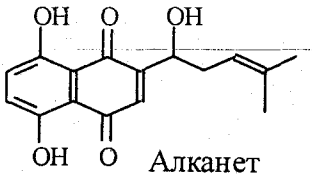
1.7.1.7 Хінонові барвники

Основною рисою хінонових барвників є наявність хінонового циклічного угруповання з системою спряжених подвійних зв'язків. До таких барвників належать кисневмісні похідні бензохінону, нафтохінону та антрахінону.

Е103 Алканет

Синоніми: алканін, alkanet, alkannin (shikonin) CI natural red 20, CI 75530.

Будова. За хімічною будовою алканет належить до гідроксипохідних 1,4-нафтохінону. Особливістю його структури є здатність електронів при поглинанні квантів світла зміщуватися від гідроксильних ауксохромів (донорів) нафталенового фрагменту до карбонільних (акцепторів), внаслідок чого спостерігається поглиблення забарвлення:



Алканет

Хімічна назва: 2-(4′-метил-1′-гідрокси-3′-пентеніл)-1,4-нафтохінон.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічна речовина червоно-бордового кольору з т. топ. 148^{0}С, яка розчиняється в жирах. Вважають, що він недостатно стабільний до дії світла і температури, тому має обмежене застосування в харчових продуктах.

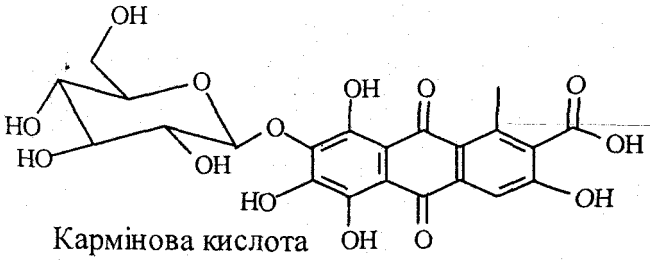
Джерело. Це один з барвників, який відомий з давніх часів. У природі алканет існує у вигляді естерів ангелікової кислоти (2-метил-2-бутенової) в коренях рослини *Alkanna tinctoria.*

Добування. Алканет одержують екстракцією дозволеними розчинниками з відповідних рослин. Синтетичним методом його не одержують.

Е120* Карміни

Синоніми: кошеніль, кармінова кислота, кармін, екстракти кошенілі, carmine, carminic asid, cochineal, CI Natural red 4, CI (1975) No. 75470, cochineal extract.

Будова. Основним забарвлюючим компонентом кармінів є кармінова кислота. За хімічною будовою вона є глікозидом полігідроксипохідної антрахінону. Залежно від методів одержання розрізняють карміни та екстракт з кошенілі. Перший з цих барвників містить атоми металів і є комплексними солями (хелатами) кармінової кислоти та металів, переважно алюмінію. Хелат алюмінію має співвідношення металу та кармінової кислоти 1:2 відповідно і його координаційні зв'язки утворюються за участю гідроксильних і карбонільних груп при атомах С5 і С10. Крім згаданих компонентів в обох видах барвнику містяться також іони амонію, калію, натрію, кальцію окремо або комбіновано; кермесова кислота, протеїни:



Кармінова кислота

Хімічна назва: 7-β-*D*-глюкопіранозил-9,10-дигідро-3,5,6,8-тетрагідрокси-1-метил-9,10-діоксоантрацен-2-карбонова кислота.

Фізико-хімічні властивості. Екстракт з кошенілі є темно-червоною рідиною. Карміни – це крихка речовина або порошок від червоного до темно-червоного забарвлення. Кармінова кислота - кристалічна речовина червоного або темно-червоного кольору з т. топ. 1360С. Вона добре розчиняється у гарячій воді; меншою мірою в етанолі; не розчиняється в органічних розчинниках та рослинних оліях. Карміни у воді практично не розчиняються (0,1 г/100 г), проте добре розчиняються в слабких розчинах амоніаку. pH 1% водного розчину при 20^0С становить 1,6. У водному розчині кармін має оранжево-червоний колір, при pH > 7 – блакитно-червоний, а при pH < 4,0 – яскраво-оранжевий. Стійкість до дії світла та температури (до 150^0С) високі, до дії лугів і фруктових кислот добра. Втрати при висушуванні становлять не більше 20,0% (135^0С, 3 години).

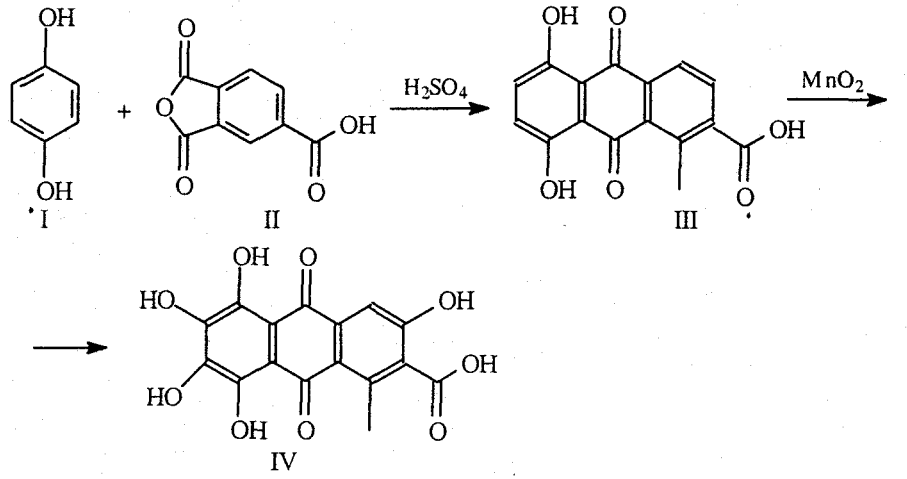
Джерело. Карміни – це єдиний харчовий барвник, який добувають з комах. Він міститься у тілі самиць *Coccus cacti* L. отряду жуків, що живуть на деяких видах кактусів або дубів. Зібрані і висушені тіла таких самиць, в яких міститься приблизно 10% цього барвника (кармінової кислоти) називають кошеніллю.

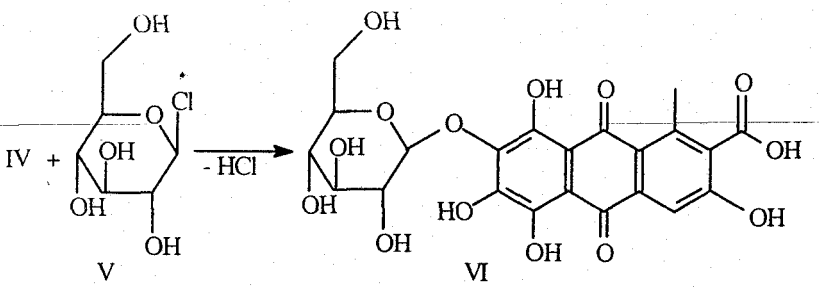
Добування. Екстракт кошенілю одержують із кошенілі шляхом екстракції спиртом (етанолом чи пропанолом) з наступними операціями відгонки розчинника, концентрування. Вихід барвника становить до 3,0%. Для добування 1 кг карміну необхідно зібрати 1,5 млн живих самиць.

Вміст кармінової кислоти в екстракті кошенілю становить 2,0-3,0%, протеїнів – не більше 2,2%, метанолу – не більше 150 мг/кг, етанолу – не більше 150 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Карміни одержують також екстракцією гарячою водою з додаванням тартратної (винної) кислоти, її солей, хлориду стануму(II) та інших з вмістом кармінової кислоти в кінцевому продукті до 50,0%.

Існує кілька методів синтезу кармінової кислоти. За одним з них спочатку проводять конденсацію гідрохінона I та попередньо отриманого похідного фталатного ангідрида II в середовищі сульфатної кислоти з утворенням антрахінонового ядра III. Надалі реалізують стадію введення трьох гідроксильних груп у молекулу сполуки III за допомогою реакції окиснення оксидом мангану(IV) спочатку при кімнатній температурі, а потім при нагріванні, в середовищі сульфатної і ортоборатної H_3BO_3 кислот з утворенням кермесової кислоти IV. На останньому етапі реакцією глікозилювання з кислоти IV одержують кінцеву кармінову кислоту VI шляхом дії відповідного глюкозилхлорида V:





Кармінову кислоту синтезують також початковою реакцією дієнового синтезу відповідних дієнів з бензохіноном з утворенням антрахінонового ядра та подальшим введенням до нього відповідних функціональних груп.

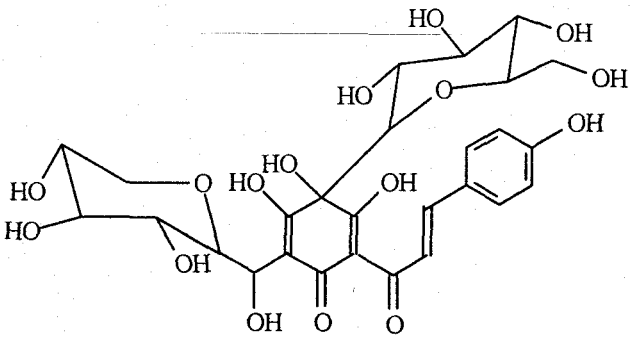
Вміст кармінової кислоти у кінцевому продукті (кармінах, добутих водною екстракцією) становить не менше 50,0%, твердих речовин - 5,7-6,3%, загального попелу – не більше 12,0%, протеїнів – не більше 25,0%; речовин, які не розчиняються в розведеному розчині амоніаку – не більше 1,0%; залишків метанолу – не більше 150 мг/кг, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Відомі випадки появи у людини алергічних реакцій на кальцієву сіль карміну.

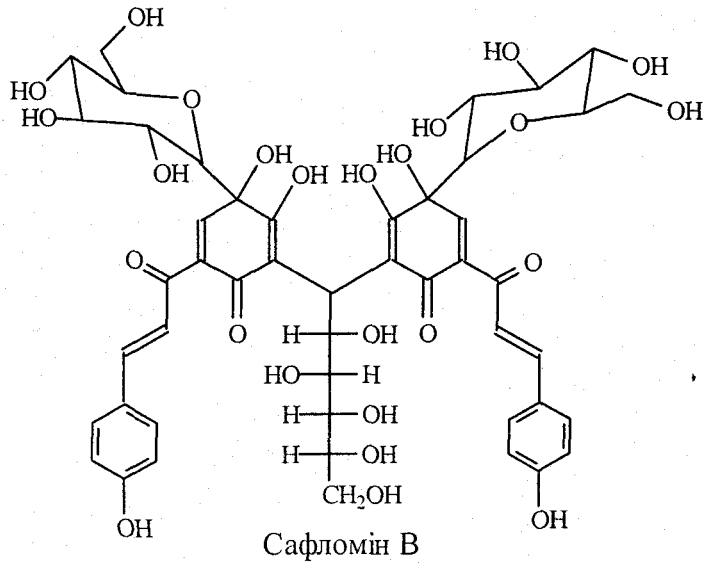
Картамус жовтий

Синоніми: сафлор, safflower, CI natural yellow 5, safflor yellow.

Будова. Наведений барвник є сумішшю двох основних сполук – сафломіну А (гідроксисафлору жовтого А) бруттоформули $C_{27}H_{32}O_{16}$ і сафломіну В (сафлору жовтого В) бруттоформули $C_{48}H_{54}O_{27}$. За хімічною будовою вони належать до флавоноїдів і є С-глікозидами полігідроксипохідних халкону (1,3-дифенілпропенону) - сафломін А та дихалкону - сафломін В. З іншого боку, їх можна розглядати як глікозидовані продукти кондесації полігідроксипохідних *п*-бензохінону з γ-(*п*-гідроксифеніл)аліловим спиртом, або 3-*п*-гідроксифеніл-2-пропен-1-олом:



Сафломін А



Сафломін В

Хімічна назва: сафломін А - 4-С-β-*D*-глюкопіранозил-6-С-*D*-ксилопіранозилгідроксиметил-2-[1′-оксо-3′-(*n*-гідроксифеніл)-2-пропеніл]-3,4,5-тригідрокси-1-оксо-2,5-циклогексадієн.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічний порошок, паста або рідина з кольором від жовтого до темно-коричневого, яка розчиняється у воді і практично не розчиняється в етанолі та діетиловому етері.

Джерело. Наведений барвник міститься у квітах сафлору фарбувальному барвистому *Carthamus tinctorius* L., де його вміст становить 25,0-30,0%.

Добування. Картамус жовтий одержують екстракцією водою або слабокислим водним розчином з відповідних квітів. При неохідності екстракт висушують методом розпилювального висушування.

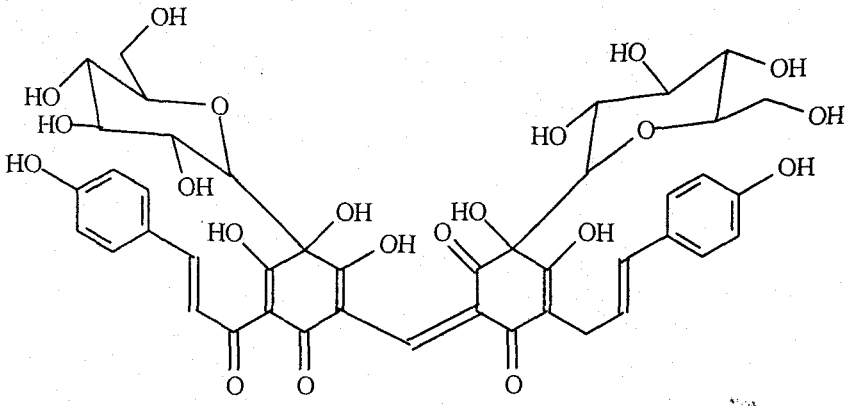
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше вказаної кількості у відповідній документації, плюмбуму – не більше 5 мг/кг. Крім того, у кінцевому продукті містяться також моносахариди, мінеральні солі, протеїни.

Метаболізм і токсичність. Картамус жовтий у державах ЕС не застосовується, але ряд країн його використовують для забарвлення та ароматизації кондитерських виробів і напоїв.

Картамус червоний

Синоніми: картамін, carthamus red, carthamin, natural red 26, CI 75140.

Будова. За хімічною будовою картамус червоний є С-диглікозидом дихалконової сполуки (картаміну). В молекулі аглікону такого диглікозиду між собою сполучені два халконових фрагменти з хіноїдною будовою одного циклу за допомогою метинового мостика:



Картамус червоний

Хімічна назва: (2*Z*,6*S*)-6-β-*D*-глюкопіранозил-2-{[(3*S*)-β-*D*-глюкопіранозил-2,3,4-тригідрокси-5-[(2*E*)-3-(4-гідроксифеніл)-1-оксо-2-пропеніл]-6-оксо-1,4-циклогексадієн-1-іл]метилен}-5,6-дигідрокси-4-[(2*E*)-3-(4-гідроксифеніл)-1-оксо-2-пропеніл]-4-циклогексен-1,3-діон.

Фізико-хімічні властивості. Це порошок або рідина, яка слабо розчиняється у воді, етанолі; практично не розчиняється в діетиловому етері. Висушений барвник має колір від темно-червоного до червоно-коричневого, а відповідний екстракт – жовтий.

Джерело. Картамус червоний міститься в тих самих квітах, що і картамус жовтий, у кількості 0,3-0,6%.

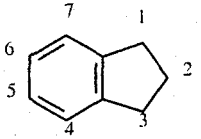
Добування. Цей барвник добувають спочатку аналогічно одержанню картамуса жовтого, тобто отримують його екстракт, який надалі обробляють при нагріванні розведеним розчином гідроксиду натрія і осаджують важкорозчинний у воді барвник кислотою. При необхідності барвник висушують до порошкоподібного стану.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 80,0%, арсену – не більше 4 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг. Крім того, у кінцевому продукті містяться також моносахариди, мінеральні солі.

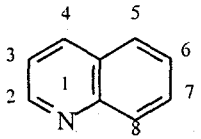
Метаболізм і токсичність. Див. „Картамус жовтий".

1.7.1.8 Хінофталонові барвники

Хінофталонові барвники містять у структурі своїх молекул хінофталонове ядро (результат кондесації фрагментів хіноліну і фталатного ангідрида). З іншого боку їх можна розглядати як відповідні хінолінові похідні біциклічного вуглеводня індану (циклопентанобензену):



Індан

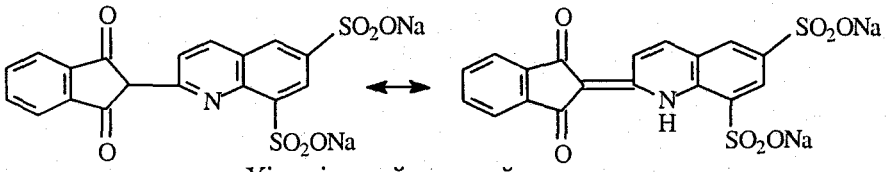


Хінолін

E104* Хіноліновий жовтий

Синоніми: жовтий барвник КФ 6001, quinoline yellow, quinoline yellow WS, food yellow 13.

Будова. Відомі дві форми цього барвника: хіноліновий жовтий SS і хіноліновий жовтий WS. Перший з них є несульфованою формою хінофталону, а другий – сульфованою. Кількість сульфогруп в бензеновому ядрі хінолінового фрагмента становить від однієї до трьох, переважно дві:

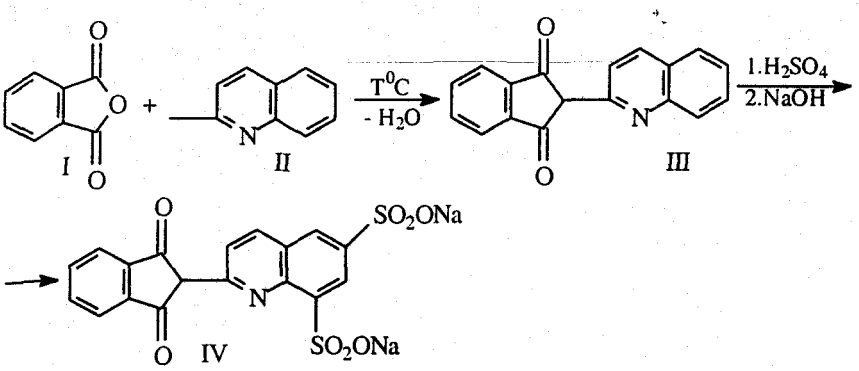


Хіноліновий жовтий

Хімічна назва: 2-(індан-1′,3′-діон-2′-іл)хінолін-6,8-дисульфонат динатрію, або 2-(2′-хіноліл)індан-1,3-діон-6′,8′-дисульфонат динатрію.

Фізико-хімічні властивості. Це жовтий порошок або гранулят з т. топ. 150^{0}С (розкл.) для дисульфату, водний розчин якого має жовто-цитринове забарвлення. Барвник дисульфонат (WS) добре розчиняється у воді (150 г/л при кімн. т.); середньо - в етанолі (приблизно до 1 г/л при 20^{0}С); не розчиняється в рослинних оліях. Барвник несульфований (SS) розчиняється у спирті. Стійкість барвників до дії світла і температури (до 150^{0}С) добра, а до лугів і, особливо, кислот задовільна. pH 1% водного розчину 6,0-8,8. Втрати при висушуванні (135^{0}С) становлять не більше 30,0% разом із хлоридом і сульфатом (у перерахунку на натрієву сіль).

Добування. Одержання барвника полягає у взаємодії 2-метилхіноліна (хінальдина) II з фталатним (фталевим) ангідридом I в розплаві при 210^{0}С в присутності $ZnCl_2$ або в середовищі *о*-дихлоробензену при 180^{0}С з утворенням проміжного ізохінофталону і в кінцевому результаті хінофталона III. Останній сульфують переважно в положення 6 і 8 бензенової складової хіноліну до кінцевого продукту IV:



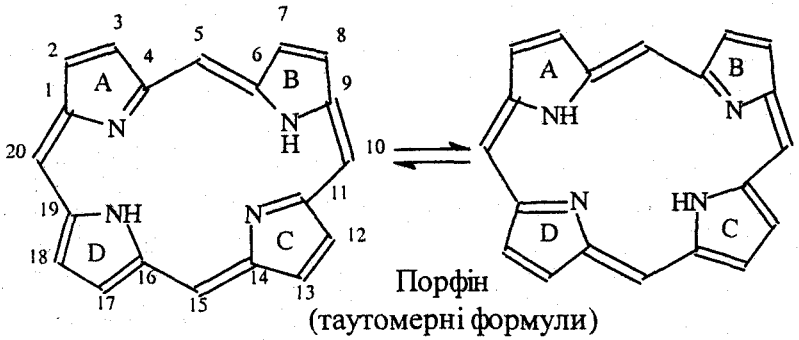
Вміст основної речовини становить не менше 70,0%, з яких 2-(2-хіноліл)-індан-1,3-діондисульфонату динатрія – не менше 80,0%, 2-(2-хіноліл)-індан-1,3-діонмоносульфонату натрія – не менше 15,0%, 2-(2-хіноліл)-індан-1,3-діонтрисульфонату тринатрія – не менше 7,0%; побічних барвників 2-(2-хіноліл)-1,3-індандіону і 2-[2-(6-метилхіноліл)]-1,3-індандіону сумарно – 4 мг/кг; органічних сполук-небарвників: 2-метилхіноліну, 2-метилхінолінсульфонової кислоти, фталатної кислоти, 2,6-диметилхіноліну, 2.6-диметилхінолінсульфонової кислоти – сумарно не більше 0,5%, несульфованих первинних ароматичних амінів (у перерахунку на анілін) – не більше 0,01%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, сульфатів і хлоридів (у перерахунку на натрієву сіль) – не більше 30,0%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, цинку – не більше 50 мг/кг, інших важких металів – 40 мг/кг.

Для алюмінієвого лаку: вміст речовин, які не розчиняються в HCl – не більше 0,5%; водорозчинних хлоридів і сульфатів – не більше 2,0%, речовин етерного екстракту – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. При попаданні до організму людини барвник всмоктується слабо і виводиться з нього переважно із жовччю, незначна частина – із сечею. В деяких країнах він заборонений до використання в харчовій промисловості.

1.7.1.9 Порфіринові барвники

До порфіринових барвників належать природні сполуки, молекули яких містять порфіриновий (протопорфіновий) макроцикл, похідний іншого макроциклу – порфіну (продукту конденсації чотирьох пірольних циклів, сполучених між собою метиновими мостиками):



Порфін
(таутомерні формули)

Порфін є циклічною практично плоскою ароматичною системою з 18 π-електронів, в якій максимальна делокалізація ненасичених зв'язків за участю неподілених пар електронів атомів азоту охоплює 16-членний цикл C1-N-C4-C5-C6-N-C9-C10-C11-N-C14-C15-C16-N-C19-C20 і частину подвійних зв'язків пірольних ядер. Для цієї хромофорної системи зв'язків порядок зв'язів C-C і C-N становить приблизно1,5. Вважають, що два подвійних зв'язки пірольних ядер периферичних атомів вуглецю у процесі вирівнювання електронної густини беруть участь значно меншою мірою, їхній порядок зв'язку наближається до 2 і вони здатні вступати переважно в реакції приєднання, ніж у реакції заміщення. Зауважимо, що крім наведених двох структур порфінового макрогетероциклу існують також інші (5 структур у двох таутомерних формах), але їхня частка у реальній структурі порфіну значно менша.

З порфіринових барвників, як харчові застосовують хлорофіли Е140 (і) і хлорофіліни Е140(іі), а також їхні мідні аналоги Е141(і) і Е141(іі) відповідно.

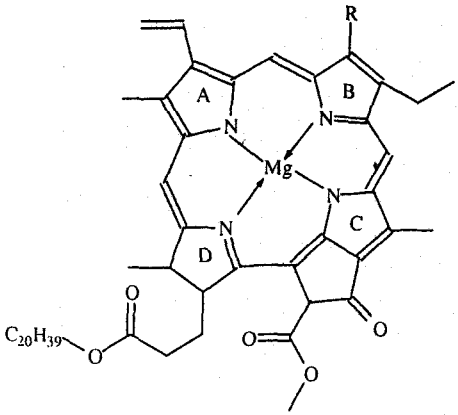
E140* Хлорофіли

Молекули одних з найважливіших нативних сполук хлорофілів фактично складаються із самих хлорофілів і продуктів їхнього часткового гідролізу - хлорофілінів. Молекули останніх внаслідок гідролізу втрачають метильні і фітольні ($C_{20}H_{39}$) естерні фрагменти.

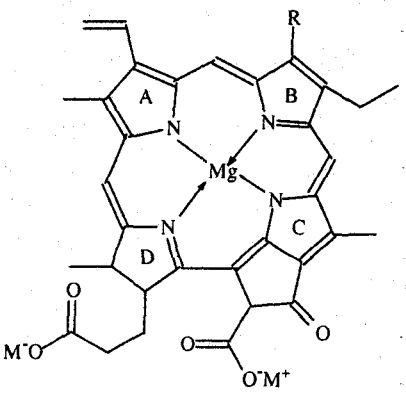
E140*(i) Хлорофіл

Синоніми: магнієві комплекси хлорофілу, chlorophyll, CS Natural Green 3.

Будова. За хімічною будовою хлорофіл є магнієвим комплексом похідного порфіна (тетрапірольного протопорфіну), молекула якого містить циклопентенове кільце при пірольному ядрі С в структурі макроциклу. Залежно від природи замісника R у пірольному циклі В, розрізняють хлорофіл *a* і хлорофіл *b* - найрозповсюдженіші природні хлорофіли:



Хлорофіл *a* (R = CH_3)
Хлорофіл *b* (R = CHO)



Хлорофілін *a* (R = CH_3)
Хлорофілін *b* (R = CHO)

Хімічна назва: хлорофіл *a* - магнієва сіль фітил(13^2R,17*S*,18*S*)-3-(8-етил-13^2-метоксикарбоніл-2,7,12,18-тетраметил-13^1-оксо-3-вініл-13^1,13^2,17,18-тетрагідроциклопента [ат] профірин-17-іл)пропіонату; хлорофіл *b* - магнієва сіль фітил(13^2R,17*S*,18*S*)-3-(8-етил-7-форміл-13^2-

метоксикарбоніл-2,12,18-триметил-13^1-оксо-3-вініл-13^1,13^2,17,18-тетрагідроциклопента [ат] профірин-17-іл)пропіонату.

Фізико-хімічні властивості. Нативний хлорофіл є воскоподібною речовиною від оливково-зеленого до темно-зеленого кольору залежно від сировини, з якої його добули. Чистий хлорофіл *a* – кристалічна речовина синьо-зеленого кольору з т. топ. 118-120^{0}С, а хлорофіл *b* – кристалічна речовина з т. топ. 124-125^{0}С. Вони добре розчиняються в метанолі, етанолі, галогеналканах, діетиловому етері, рослинних оліях; не розчиняються - у воді. Стійкість до дії світла і температури – помірна, до мінеральних кислот – низька, а до фруктових кислот і лугів – достатньо висока.

Джерело. Хлорофіл міститься у всіх зелених рослинах із співвідношенням видів *a*:*b* приблизно 3:1. Вміст хлорофілів становить: у кропиві – 0,6-0,75% на суху масу, люцерні – 0,2-0,4%, злаках – 0,7% тощо.

Добування. Хлорофіли вилучають з відповідних рослин шляхом екстракції дозволеними розчинниками (ацетоном, етилметилкетоном, дихлорометаном, CO_2, метанолом, етанолом, гексаном). Наприклад, за допомогою гексану з подрібненої кропиви спочатку відмивають каротини. Надалі твердий залишок настоюють у 80% ацетоні для вилучення хлорофілового та ксантофілового пігментів. Таку настойку розводять водою і хлорофіл екстрагують гексаном. Отриманий екстракт упарюють і охолоджують до утворення синьо-зеленого порошку хлорофілу, який додатково очищують висадженням з розчину в діетиловому етері гексаном. При вилученні надлишку розчинника з екстракту в молекулах хлорофілу втрачається частина атомів магнію (метал заміщується воднем) з утворенням феофітину бурого кольору. Головними забарвлюючими речовинами готового продукту є суміш хлорофілів (*a*, *b*) і відповідних феофітинів.

Вміст хлорофілу і феофітину у кінцевому продукті становить не менше 10,0%, залишків розчинників (ацетону, метанолу, етанолу, 2-пропанолу, гексану окремо або сумарно) – не більше 50 мг/кг, дихлорометану – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. В організмі людини хлорофіл сприяє утворенню гемоглобіну. Основна частина хлорофілу (до 95%) виділяється з калом у формі феофітину.

E140*(ii) Хлорофілін

Синоніми: хлорофілін натрію, хлорофілін калію, sodium chlorophylline, potassium chlorophylline.

Будова. Хлорофілін аналогічно хлорофілу існує у формі *a* і *b*. Вони є натрієвими або калієвими солями, утворені при частковому гідролізі естерних груп хлорофілу.

Фізико-хімічні властивості. Це порошок від темно-зеленого до насиченого чорного кольору, який добре розчиняється у воді (приблизно 70 г/л) з утворенням зеленого забарвлення. Стійкість барвника до дії світла і температури (до 150^0C) помірна, до лугів – добра, а до дії кислот – низька.

Джерело. Хлорофілін міститься у формі хлорофілу у всіх зелених рослинах.

Добування. Солі лужних металів хлорофіліну отримують гідролізом екстрактів зелених рослин. Для проведення екстракції використовують дозволені розчинники (ацетон, етилметилкетон, дихлорометан, CO_2, метанол, етанол, 2-пропанол, гексан). При цьому, крім вилучення естерних метильних і фітольних груп може розщеплюватися циклопентеновий цикл, який зчленований з пірольним циклом С, з утворенням третьої карбоксильної групи.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті не менше 95,0%, залишків розчинників (ацетону, метанолу, етанолу, 2-пропанолу, етилметилкетону, гексану окремо або сумарно) – не більше 50 мг/кг, дихлорометану – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

E141* Мідні комплекси хлорофілів

При заміні в хлорофіловому макроциклі атома магнію атомом міді (купрума) утворюються аналогічні порфіринові сполуки, які мають підвищену стійкість до дії кислот, особливо при низьких значеннях pH.

Е141*(і) Мідні комплекси хлорофілів

Синоніми: хлорофіла комплекс мідний, copper chlorophyll, CI Natural Green 3

Будова. За хімічною будовою молекули мідних комплексів хлорофілів не відрізняються від будови натуральних хлорофілів *a* і *b*, крім центрального атома металу. Хлорофіл без атома магнію називається феофітином.

Хімічна назва: хлорофіл *a* – комплекс купруму(II) фітил-(13^2R,17*S*,18*S*)-3-(8-етил-13^2-метоксикарбоніл-2,7,12,18-тетраметил-13^1-оксо-3-вініл-13^1,13^2,17,18-тетрагідроциклопента[ат] профірин-17-іл)пропіонат; хлорофіл *b* - комплекс купруму(II) фітил(13^2R,17*S*,18*S*)-3-(8-етил-7-форміл-13^2-метоксикарбоніл-2,12,18-триметил-13^1-оксо-3-вініл-13^1,13^2,17,18-тетрагідроциклопента[ат] профірин-17-іл)пропіонат.

Фізико-хімічні властивості. Це воскоподібні речовини від блакитно-зеленого до темно-зеленого кольору, які добре розчиняються в метанолі, етанолі, галогеналканах, діетиловому етері, рослинних оліях і не розчиняються у воді. Стійкість барвників до дії світла і температури – висока, дії лугів – добра, дії фруктових кислот – помірна.

Джерело. Наведений барвник міститься у всіх зелених рослинах у вигляді відповідних магнієвих комплексів.

Добування. Для одержання такого барвника спочатку отримують суміш хлорофілів *a* і *b* (див. Е140 (і)) у вигляді екстракту і надалі до нього додають солі міді. При цьому атоми магнія практично повністю заміщуються в комплексах атомами міді.

Вміст у кінцевому продукті загальної кількості мідних комплексів феофітіну становить не менше 10,0%, загального купруму (у перерахунку на мідні комплеки феофітину) – не більше 8,0%, залишків розчинників (ацетону, метанолу, етанолу, 2-пропанолу, гексану разом чи окремо) – 50 мг/кг, дихлорометану – не більше 10 мг/кг, вільних йонів купруму – не більше 200 мг/кг, арсену – 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Вважають, що мідь у вигляді порфіринових комплексів організмом людини практично не засвоюється.

E141*(ii) Мідні комплекси хлорофілінів

Синоніми: мідні комплеки хлорофіліну натрія, мідні комплекси хлорофіліну калія, sodium copper chlorophylline, potassium copper chlorophylline.

Хімічна назва: мідні комплекси хлорофіліну *a* – 3-(10-карбоксилато-4-етил-1,3,5,8-тетраметил-9-оксо-2-вінілфорбін-7-іл)пропіонат калію або натрію; мідні комплеки хлорофіліну *b* – 3-(10-карбоксилато-4-етил-3-форміл-1,5,8-триметил-9-оксо-2-вінілфорбі-7-іл)пропіонат калію або натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це порошки від темно-зеленого до блакитно-коричневого кольору. Вони добре розчиняються у воді, розчини якої мають зелене забарвлення; середньо - в етанолі, і не розчиняються в рослинних оліях. Стійкість до дії світла, температури (до 150^0C), лугів добра, до кислот – незначна.

Джерело. Такі барвники містяться у всіх зелених рослинах у вигляді відповідних магнієвих комплексів.

Добування. До продукту гідролізу хлорофілового екстракту хлорофіліну (див. E140(i)) додають солі міді, після чого дією водних розчинів лугів нейтралізують вільні карбоксильні групи з одержанням відповідних солей.

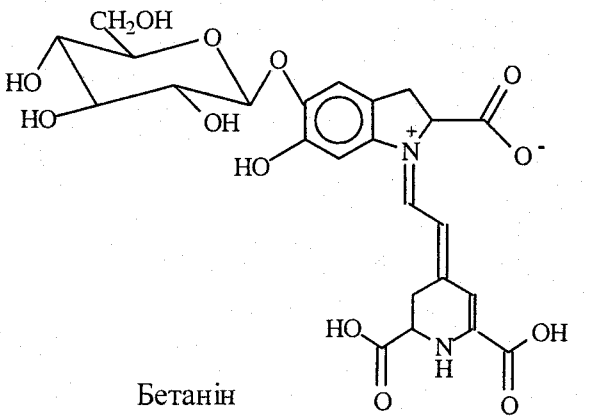
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, загального купруму (у перерахунку на мідні комплеки феофітину) – не більше 8,0%, залишків розчинників (ацетону, метанолу, етанолу, 2-пропанолу, гексану разом чи окремо) – 50 мг/кг, дихлорометану – не більше 10 мг/кг, вільних іонів купруму – не більше 200 мг/кг, арсену – 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

1.7.1.10 Органічні барвники іншої хімічної будови

E162* Червоний буряковий

Синоніми: бетанін, beet red, betanin.

Будова. Червоний буряковий барвник належить до беталаїнових барвників – жовтих пігментів, похідних індолу. Відомі дві категорії беталаїнів: бетаціаніни червоно-фіолетового кольору (бетанін, ізобетанін, пробетанін, необетанін, амарантин, ізоамарантин) і бетаксантини жовто-оранжевого кольору (продукти розщеплення бетаціанінів). За хімічною будовою головний компонент таких бетаціанінових барвників є глікозидом рослинного алкалоїду бетаніну, у молекулі якого індольне ядро у вигляді цвіттер-іона сполучене трансоїдним чином з піперидиновим циклом, утворюючи аглікон бетанідин, з одного боку і *D*-глюкозою з іншого:



Бетанін

Хімічна назва: 1-[2-(2,6-дикарбокси-1,2,3,4-тетрагідро-4-піридиліден)етиліден]-5-β-*D*-глюкопіранозилокси-6-гідроксиіндолій-2-карбоксилат.

Фізико-хімічні властивості. Це густа сиропоподібна рідина червоно-малинового кольору з вмістом сухих речовин 64,0-65,0% або порошок з кольором від червоного до темно-червоного. Бетанін легко розчиняється у воді і не розчиняється в етанолі. Стійкість до дії світла і температури – помірна, до дії кислот і лугів – добра. Бетанін чутливий до окиснення. Зберігає свій колір у діапазоні pH 2-7. При pH 4-5 колір світло-червоний, при збільшенні pH – колір поступово перетворюється до фіолетового. У сильнолужному середовищі цей барвник нестійкий. Оптимальним діапазоном pH для бетаніну вважають 2-7.

Джерело. Наведений барвник міститься у червоному буряку *Beta vulgaris L. var rubra*, рослинах *Caryophyllates.*

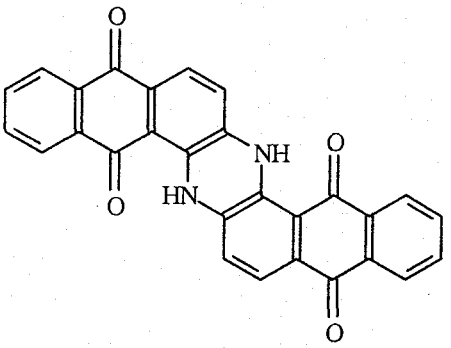
Добування. Бетанін добувають шляхом екстракції водою з наступним концентруванням забарвлюючих речовин, кількість яких становить 75,0-95,0%, решта припадає на бетаксантин (жовтий) та інші продукти розщеплення беталаїнів (світло-коричневі), білки, вітаміни тощо. При необхідності концентрати висушують методом розпилювального висушування до порошкоподібного стану.

Вміст червоного барвника у кінцевому продукті (у перерахунку на бетанін) становить не менше 0,4%, нітратів (у перерахунку г аніону/ г барвник – не більше 2 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг. плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Е130 Індантреновий синій

Синоніми: індантрон, кубовий синій О, indanthrene blue RS; C.I. vat blue 4, C.I. 69800, anthragen blue.

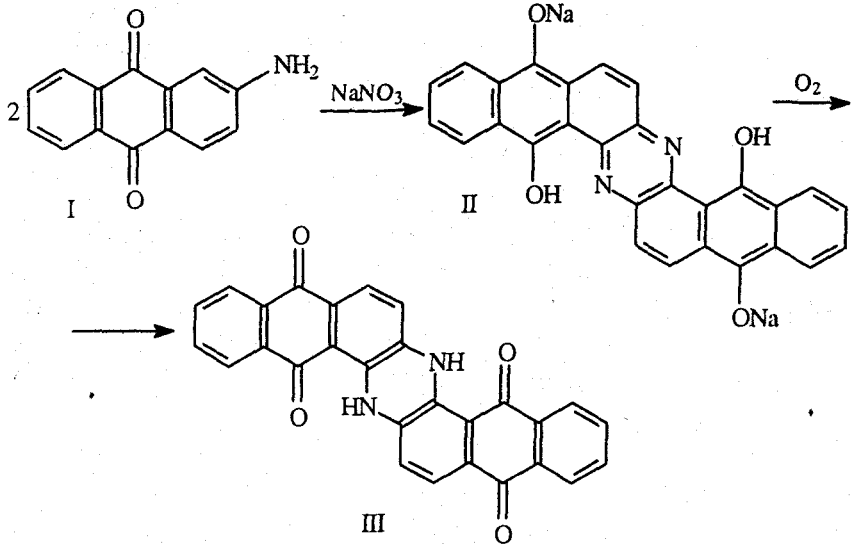
Будова. Наведений барвник належить до поліциклічних кубових барвників (пігментів) і є їх родопочатковою структурою. За хімічною будовою його молекула є макроциклом, який утворюється внаслідок зчленування імінними мостиками двох ядер антрахінону:



Хімічна назва: 6,15-дигідродинафто [2,3*a*; 2',3'*h*] феназин-5,9,14,18-тетраон.

Фізико-хімічні властивості. Це голкоподібні кристали від червоного до зеленого кольору з т. топ. 470-500^{0}С, які не розчиняються у воді; практично не розчиняються в органічних розчинниках. Вважається термічно стійким (витримує нагрівання на повітрі до 470^{0}С, у розчині концентрованої HCl – до 400^{0}С, розчині KOH – до 300^{0}С). Не стійкий до окиснення і, особливо, відновлення.

Добування. Індантреновий синій одержують шляхом сплавлення 2-аміноантрахінону I із сумішшю NaOH і CH_3COONa при 225^{0}С в присутності окисника на зразок нітрату натрія. Утворену на першій стадії лейкооснову II надалі окиснюють повітрям до кінцевого барвника III:



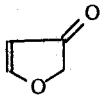
Метаболізм і токсичність. Шкідливої дії індантренового синього на організм людини не виявлено. Цей барвник дозволений до використання у харчовій галузі.

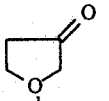
Продукти карамелізації цукру.

Харчові барвники такого типу є штучними, вони утворюються при термічному розкладанні або перекалюванні (карамелізації) цукру. При цьому використовуються різні

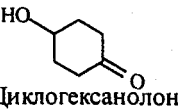
каталізатори, залежно від природи яких їх поділяють на чотири види - Е150(а - d).

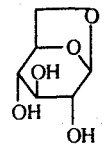
При нагріванні цукрів відбувається комплекс хімічних процесів (аномеризація, розщеплення одних глікозидних зв'язків і утворення інших, дегідратація з появою ангідросполук або подвійних зв'язків тощо). У результаті цих реакцій утворюються циклічні сполуки на зразок дигідрофуранонів, циклопентанолонів, циклогексанолонів, піронів з найрізноманітнішими функціональними групами: -ОН, -СООН, >С=О, -СН=СН-ОН та інші:

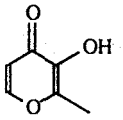

Фуранон

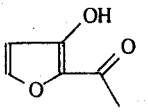

Дигідрофуранон

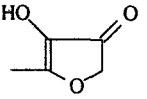

Циклопентанолон


Циклогексанолон


1,6-ангідро-β–*D*-глюкопіраноза


Мальтол (3-гідрокси-2-метилпіранон)


Ізомальтол (3-гідрокси--2-ацетилфуран)


2*H*-4-гідрокси-5-метилфуранон

В умовах процесу карамелізації паралельно відбуваються реакції кондесації з утворенням складних полімерних циклічних продуктів. При цьому спряжені С=С-зв'язки надають таким сполукам відповідне забарвлення.

Кожний з видів цукрових колерів має як спільні шляхи застосування для забарвлення харчових продуктів, так і різні.

Е150а* Цукровий колер І простий

Синоніми: карамельний колер, карамельний барвник, карамелізований цукор, caramel, caramel colour, plain caramel.

Фізико-хімічні властивості. Це рідина або тверда речовина від темно-коричневого до чорного кольору, яка має гіркий смак і запах паленого цукру. Розчиняється у воді і не розчиняється в рослинних оліях. Стійкість до дії світла і температури (до 150^0С) – висока.

Добування. Суміш цукру і води у співвідношенні 5:1 при ретельному перемішуванні нагрівають до кипіння, через 30-40 хвилин додають воду із розрахунку співвідношення цукор: вода 5:2, перемішують і фільтрують крізь сито. Крім цукру (дисахарида) використовують інші харчові вуглеводи – глюкозу, фруктозу (моносахариди), декстрини (полісахариди) тощо. Для прискорення поцесу утворення барвника можна додавати кислоти або луги, крім сульфітних та амонієвих сполук.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить: барвників, які сполучені з діетиламіноетилцелюлозою – не більше 50,0%; барвників, які сполучені з фосфорильованою целюлозою – не більше 50,0%; сухого залишку – 62,0-77,0%, загальної сірки – не більше 0,3%, загального азоту – не більше 0,1%, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, інших важких металів – не більше 25 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Інформація про токсичність таких барвників відсутня. Нормами ЕС максимальний рівень вживання не встановлений.

E150b* Цукровий колер II

Синоніми: сульфітний карамельний колер, карамельний колер, карамельний барвник, sulfite caramel, caustic sulfite caramel.

Фізико-хімічні властивості. Цей барвник не розчиняється в етанолі. Див. E150a Цукровий колер I простий.

Добування. Цукровий колер II отримують шляхом контрольованого нагрівання за лужно-сульфітною технологією аналогічно попередньому випадку з додаванням сульфітних сполук на зразок сульфатної кислоти, сульфітів калію або натрію, гідросульфітів калію або натрію.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить: барвників, які сполучені з діетиламіноетилцелюлозою – не більше 50,0%; сухого залишку – 65,0-72,0%, загальної сірки – 1,3-2,5%, загального азоту – не більше 0,2%, діоксиду сірки – не більше 0,2%, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, інших важких металів – не більше 25 мг/кг.

E150c* Цукровий колер III

Синоніми: аміачний карамельний колер, карамельний колер, карамельний барвник, ammonia caramel.

Фізико-хімічні властивості. Див. (E150b).

Добування. Цей барвник отримують шляхом контрольованого нагрівання за амоніаковою технологією аналогічно попередньому випадку з додаванням амонійних сполук на зразок гідроксиду амонію, карбоната і гідрокарбоната амонію, фосфата амонію.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить: барвників, які сполучені з діетиламіноетилцелюлозою – не більше 50,0%; барвників, які сполучені з фосфорильованою целюлозою – не більше 50,0%; сухого залишку – 53,0-83,0%, загальної сірки – не більше 0,3%, загального азоту – 1,3-6,8%, аміакового азоту – не більше 0,4%, 4-метилімідазолу – не більше 300 мг/кг, 2-ацетил-4-тетраоксибутилімідазолу – не більше 40 мг/кг, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, інших важких металів – не більше 25 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Вважають, що цукровий колір, отриманий за амоніаковою технологією, містить азотовмісні гетероциклічні сполуки на зразок 4-метилімідазолу, які утворюються при взаємодії глюкози з амоніаком.

E150d* Цукровий колер IV

Синоніми: карамельний колер, карамельний барвник, sulfite ammonia caramel.

Фізико-хімічні властивості. Див. (E150b).

Добування. Цукровий колер IV одержують шляхом контрольованого нагрівання за амоніаково-сульфітною технологією аналогічно попередньому випадку з додаванням сульфітних та амонійних сполук, наведених у відповідних розділах раніше, а також сульфату і сульфіту амонія, гідросульфіту амонію.

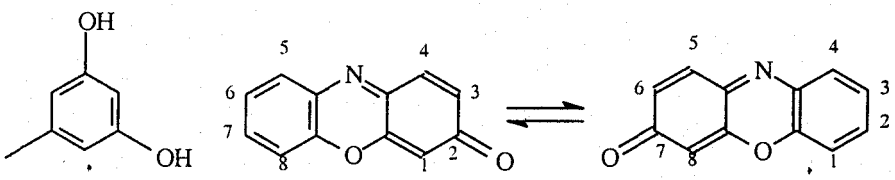
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить: барвників, які сполучені з діетиламіноетилцелюлозою – не більше 50,0%; сухого залишку – 40,0-75,0%, загальної сірки – 1,4-

10,0%, загального азоту – 0,5-7,5%, аміакового азоту – не більше 2,8%, діоксиду сірки – не більше 0,5%, 4-метилімідазолу – не більше 1000 мг/кг, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, важких металів – не більше 25 мг/кг.

Е182 Орцин

Синоніми: орсейль, орсин, 5-метилрезорцин, сим. метилрезорцин, натуральний червоний 28, orcein, orchil, C.I. natural red.

Будова. Барвник орцин є складною сумішшю, головними компонентами якої є орцин і гідрокси- та амінопохідні феноксазонів (першочергово α-, β- і γ-аміноорцеїнів). Останні утворюються з орцину *in vivo* при окисненні повітрям у присутності азотовмісних сполук (амоніаку, карбаміду) – див. „*Добування*". Для феноксазону, що належить до оксазинових барвників, притаманна таутомерія, внаслідок якої його відповідні похідні існують у формі 2- і 7-феноксазону:



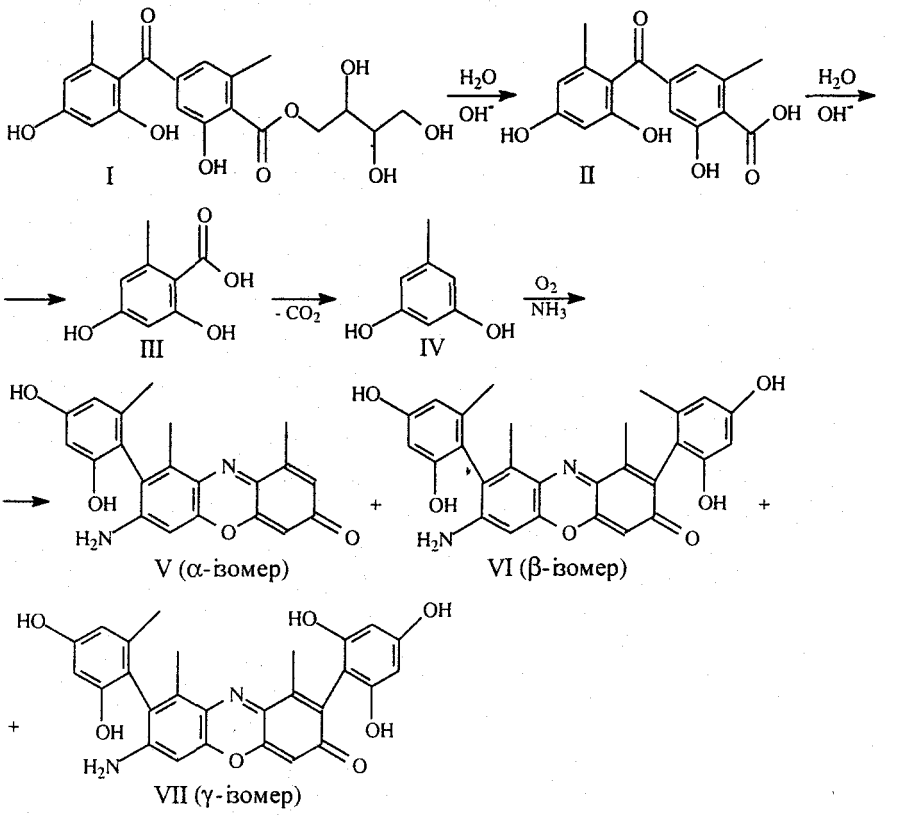
Орцин 2-Феноксазон 7-Феноксазон

Хімічна назва: 5-метил-1,3-дигідроксибензен (3,5-дигідрокситолуен).

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічна речовина з т. топ. 108^{0}С, водні розчини якої забарвлені у червоний колір. Добре розчиняється в нижчих спиртах, діетиловому етері.

Джерело. У вільному стані в природі орцин не існує. Сполуки, з яких його можна добути, містяться у вигляді естеру еритрину (продукту взаємодії чотириатомного спирту еритритола (еритрита) з орселиновою або леканоровою кислотами) у лишайниках видів *Rocella*, *Lecanora* або лакмусовому лишайнику.

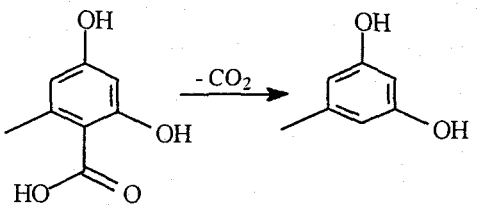
Добування. Орцин одержують водною екстракцією лишайників з подальшим лужним гідролізом сполук на зразок еритрину I у м'яких умовах в присутності амоніаку, в результаті чого в екстракт переходять еритритол (на схемі не показаний) і леканорова кислота II. Остання є димером (депсидом) орселінової килоти (2,4-дигідрокси-6-метилбензенкарбонової) III. У свою чергу, кислота III утворюється з кислоти II при подальшому гідролізі, а при нагріванні декарбоксилюється до орцину IV:



Одночасно при окисненні IV в присутності амоніаку його атом азоту бере участь у формуванні гідроксиловмісного феноксазонового циклу, в якому гідроксильна група при С7

заміщується аміногрупою в результаті відповідних перетворень з утворенням відповідних α- (V), β- (VI) і γ-аміноорцеїнів (VII), складових компонентів барвника.

Існує інший варіант добування орцину з лишайників водною екстракцією при аналогічному гідролізі без додавання амоніаку. Одержана при цьому орселінова кислота наступною сухою перегонкою перетворюється до кінцевого продукту:



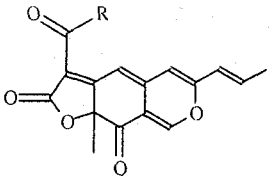
Орселінова кислота Орцин

Метаболізм і токсичність. Інформація про токсичність орцину відсутня. Вважають, що він має антисептичні властивості.

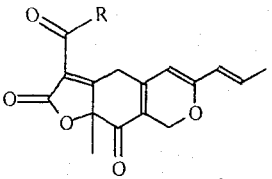
Червоний рисовий.

Синоніми: монаскус, монаскус-ензими, червоний рис, monascus, anka red.

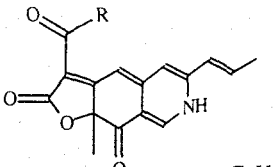
Будова. Барвник червоний рисовий належить до так званих мікробіологічних барвників, продуктів життєдіяльності мікроорганізмів. За хімічною будовою – це суміш ряда сполук, будова молекул яких полягає у зчленуванні (конденсації) піридинового, фуранонового, циклогексенового і, по різному гідрованих, піранового або піридинового ядер:



Монаскін (R = C_5H_{11})
Анкафлавін (R = C_7H_{15})



Рубропунктатин (R = C_5H_{11})
Монаскорубін (R = C_7H_{15})



Рубропунктамін (R = C_5H_{11})
Монаскорубрамін (R = C_7H_{15}

Забарвлення наведених пігментів залежить від їхньої хімічної будови. Так, рубропунктамін $C_{21}H_{23}NO_4$ і монаскорубрамін $C_{23}H_{27}NO_4$

мають червоний колір, рубропунктатин $C_{21}H_{22}O_5$ і монаскорубін $C_{23}H_{26}O_5$ - помаранчевий, монаскін $C_{21}H_{26}O_5$ і анкафлавін $C_{23}H_{30}O_5$ – жовтий. Крім наведених пігментів у складі червоного рисового містяться також амінокислоти та пептиди.

Фізико-хімічні властивості. Червоний рисовий пігмент є термічно стійким, має високу стабільність при дії світла, кисню; не змінює свого забарвлення залежно від значень pH.

Джерело. Наведений барвник міститься в рисі їстивному.

Добування. Рис стає червоним завдяки пліснявим грибам „ангак" (*Monascus purpureus*) або іншим видам грибів *Monascus* (*M. ruber, M. pilosus*). Для утворення ферментованого рису (появи червоного забарвлення на поверхні рису) його піддають ферментації відповідними культурами грибів при pH 5-6 і температурі 30^{0}C. Такий рис є червоно-коричневим порошком або гранулятом, він не розчиняється у воді та рослинних оліях. Аналогічно виготовляють червоно-коричневий порошок водорозчинного продукту *M. purpureus.*

Вміст води у кінцевому продукті становить не більше 6,0%, загального попелу – не більше 0,98%, арсену – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 0,2 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг.

1.7.2. Неоганічні барвники (пігменти)

E152* Вугілля

Вугілля, крім здатності до забарвлення різних речовин, виконує також функції освітлювача, адсорбента; речовина, яка полегшує фільторування.

Синоніми: вугілля рослинне, вуглець, сажа, carbon black, lamp black

Фізико-хімічні властивості. Це чорний порошок або гранулят, який не розчиняється у воді, органічних розчинниках, оліях і жирах Має високу стійкість до світла, температури, дії кислот і лугів.

Добування. Одержують вуглець (сажу) переважно шляхом піролізу природного газу (метану), певних фракцій нафти або

побічних продуктів нафтохімічного виробництва в присутності кисню або без нього при 1100-1500^{0}С:

$$CH_4 + O_2 \longrightarrow C + 2H_2O$$

На методи одержання такого пігмента та його специфікацію існують певні Державні стандарти (ГОСТ 23998-80, ГОСТ 20464-75 і ГОСТ 8703-74 марок АР-А, АР-Б, АР-В).

Вміст основної речовини становить не менше 95,0% (на сухий залишок), попелу – не більше 4,0%, вологи – не більше 5,0%.

Е153* Вугілля рослинне

Синоніми: вуглець, сажа, вугілля деревинне, carbon black, lamp black.

Фізико-хімічні властивості. Див. (Е152). Йодне число становить не менше 400 г I_2/100 г.

Добування. Вугілля рослинне одержують шляхом термічної обробки рослинної сировини (деревина, целюлоза, торф, відповідні відходи сільського господарства тощо) згідно певним Державним стандартам (ГОСТ 6217-74 для марки БАУ-А, ГОСТ 4453-74 для марки ОУ-В, ГОСТ 7657-84 для марок А, Б і В різних сортів).

Вміст основної речовини становить не менше 95,0% (на сухий залишок), попелу – не більше 4,0%, вологи – не більше 12%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Е170* Карбонати кальцію

Карбонати кальцію крім функції поверхневого барвника, виконують функції регулятора кислотності; антигрудкуючого агента; розділювача в сухих молочних продуктах, стабілізатора, поживного середовища для дріжджів.

Карбонати кальцію застосовують у формі карбонату (і) і гідрокарбонату (іі).

Е170*(і) Карбонат кальцію

Синоніми: кальцій вуглекислий, кальцієва сіль вугільної кислоти, calcium carbonate, carbonic acid salt, CI Pigment White 18.

$CaCO_3$

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний або аморфний порошок з т. топ. 1240^{0}С (розкл.). Розчиняється (реагує) в розведених мінеральних кислотах; не розчиняється у воді, органічних розчинниках, рослинних оліях. Має високу стійкість до дії світла, температури і лугів. До дії кислот карбонат кальцію – нестійкий. Втрати при висушуванні становлять не більше 2,0% (200^{0}С, 4 години).

Джерело. Карбонат кальцію міститься у таких природних мінералах, як кальцит, гірські породи - крейда, мармур, вапняк $CaCO_3$, арагоніт $CaCO_3$ тощо.

Добування. Карбонат кальцію для харчової промисловості одержують шляхом взаємодії хлориду кальція з карбонатом натрія (содою) за реакцією:

$$CaCl_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 + 2NaCl$$

Вміст карбонату кальцію у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, кислотонерозчинних речовин – не більше 0,2%, вільного лугу – не більше 0,05%, лужних металів і магнію – не більше 1,0%, барію – не більше 0,03%, флуоридів – не більше 50 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 3 мг/кг.

E170*(ii) Гідрокарбонат кальцію

Синоніми: гідрогенкарбонат кальцію, бікарбонат кальцію, кальцій вуглекислий кислий, calcium hydrogen carbonate, calcium bicarbonate.

$Ca(HCO_3)_2$

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний або аморфний порошок, який добре розчиняється у воді. Існує тільки у водних розчинах, при кип'ятінні розкладається на карбонат, діоксид вуглецю та воду.

Добування. Метод одержання гідрокарбонату кальцію полягає у взаємодії карбонату кальцію з оксидом вуглецю(IV) у водному середовищі:

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$$

Е171* Діоксид титану

Синоніми: двуоксид титану, titanium dioxide, CI Pigment White 6.

TiO_2

Фізико-хімічні властивості. Це білий аморфний порошок з т. топ. 1870^{0}С. Розчиняється у флуоридній (плавиковій) кислоті, гарячій концентрованій сульфатній кислоті; не розчиняється – у воді, органічних розчинниках, рослинних оліях. Стійкість до дії світла, температури, а також кислот і лугів – висока. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,5% (105^{0}С, 3 години), при прокалюванні – не більше 1,0% (800^{0}С).

Джерело. Діоксид тітану міститься в мінералах рутилі TiO_2, ільменіті $FeTiO_3$, анатазі і брукиті - TiO_2.

Добування. Діоксид тітану виділяють з титановмісних руд на зразок рутила або ільменіта $FeTiO_3$ згідно Державного стандарту (ГОСТ 9808-84 для різних марок).

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, оксидів алюмінію та/або силіцію сумарно – не більше 2,0%, водорозчинних речовин – не більше 0,5%, кислоторозчинних речовин без оксидів алюмінію та силіцію – не більше 0,5%, кислоторозчинних речовин з оксидами алюмінію та силіцію – не більше 1,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, стибію – не більше 50 мг/кг, цинку – не більше 50 мг /кг.

Метаболізм і токсичність. Діоксид титану в організмі людини практично не всмоктується і ввиводиться з організму разом із калом.

Е172* Оксиди заліза

У харчовій галузі використовують різні види таких оксидів: (і) оксид заліза(II, III) чорний, (іі) оксид заліза(III) червоний, (ііі) оксид заліза(III) жовтий.

E172*(i) Оксид заліза(II, III) чорний

Синоніми: оксид феруму(II, III), пігмент залізоокисний чорний, iron oxide black, ferroso ferric oxide, iron (II,III) oxide, CI Pigment Black.

$FeO \cdot Fe_2O_3$ або Fe_3O_4

Фізико-хімічні властивості. Це порошок коричневого або чорного кольору з т. топ. 1538^{0}C, який не розчиняється у воді, органічних розчинниках, рослинних оліях. Добре розчиняється в концентрованих неорганічних кислотах. Стійкість пігменту до світла, температури, дії лугів значна, до дії фруктових кислот – добра. Втрати при висушуванні становлять не більше 1,0% (105^{0}C, 4 години).

Джерело. Цей пігмент міститься в мінералах на зразок магнетиту, гематиту тощо.

Добування. Внаслідок наявності у природних залізовмісних мінералах інших хімічних елементів, оксиди і гідроксиди заліза одержують синтетичними методами. Один з варіантів – взаємодія заліза з водяною парою при температурі не більше 570^{0}C, другий – прокалювання оксидів заліза(II) і (III):

$$3Fe + 4H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + 4H_2$$
$$Fe_2O_3 + FeO \longrightarrow Fe_3O_4$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті у перерахунку на ферум становить не менше 60%, водорозчинних речовин – не більше 1,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, барію – не більше 50 мг/кг, хрому – не більше 100 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, кадмію – не більше 10 мг/кг, нікелю – не більше 100 мг/кг, цинку – не більше 100 мг/кг, купруму – не більше 50 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Оксиди та гідроксиди заліза організмом людини не засвоюються і практично повністю виділяються у незмінному стані.

Е172*(ii) Оксид заліза(III) червоний

Синоніми: оксид феруму(III) червоний, пігмент залізоокисний червоний, окис заліза(III), iron oxide red, anhydrous ferric oxide, anhydrous iron (III) oxide, CI Pigment Red 101.

Fe_2O_3

Фізико-хімічні властивості. Це порошок червоного кольору з т. топ. 1565^{0}С (розкл.), який не розчиняється у воді, органічних розчинниках, рослинних оліях. Добре розчиняється в концентрованих неоганічних кислотах. Стійкість пігменту до світла, температури, дії лугів значна, до дії фруктових кислот – добра. Втрати при висушуванні становлять не більше 1,0% (105^{0}С, 4 го-дини).

Джерело. Див. Е172 (i) Оксид заліза(II, III) чорний.

Добування. Оксид заліза(III) червоний одержують шляхом прокалювання оксиду заліза(III) жовтого:

$$2FeO(OH) \longrightarrow Fe_2O_3 + H_2O$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті у перерахунку на ферум становить не менше 60,0%, водорозчинних речовин – не більше 1,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, барію – не більше 50 мг/кг, хрому – не більше 100 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. Е172 (i).

Е172*(iii) Оксид заліза(III) жовтий

Синоніми: оксид феруму жовтий, пігмент залізоокисний жовтий, iron oxide yellow, hydrated ferric oxide, CI Pigment Yellow 42.

$2FeO(OH)$

Фізико-хімічні властивості. Це порошок жовтого кольору, який не розчиняється у воді, органічних розчинниках, рослинних оліях. Добре розчиняється в концентрованих неоганічних кислотах. Стійкість пігменту до світла, температури, дії лугів значна, до дії фруктових кислот – добра. Втрати при висушуванні становлять не більше 1,0% (105^{0}С, 4 години).

Джерело. Див. Е172 (і) Оксид заліза(II, III) чорний.

Добування. Оксид заліза жовтий одержують шляхом осаджування лугами із солей заліза(III):

$$FeCl_3 + 3NaOH \longrightarrow FeO(OH) + 3NaCl + H_2O$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті у перерахунку на ферум становить не менше 87,0%, водорозчинних речовин – не більше 0,3%, води та летючих речовин – не більше 0,5% арсену – не більше 3 мг/кг, барію – не більше 50 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. Е172 (і).

Ультрамарин

Ультрамарин належить до мінеральних барвників (пігментів) певною мірою формально, оскільки у харчовій галузі виконує функцію відбілювача (кольорорегулюючої добавки) при виробництві цукру.

Синоніми: ultramarine.

Будова. До ультрамаринів належать пігменти від зеленого до фіолетового кольору. З них для харчової галузі застосовується синій ультрамарин. За хімічною будовою він є алюмосилікатом натрію з включенням полісульфіду натрію із загальною формулою $Na_6Al_4Si_6S_4O_{20}$ або $2(Na_2O{\cdot}Al_2O_3{\cdot}3SiO_2){\cdot}Na_2S_4$.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічний порошок синього кольору, який не розчиняється у воді та органічних розчинниках. Він стійкий до дії світла (8 балів за BWS) та температури (до 350^0C). Вважається стійким до дії лугів, але не стійкий до дії кислот, під впливом яких виділяє сірководень. Ультрамарин чутливий до дії SO_2. Розроблена технологія кислотостійкого ультрамарину внаслідок капсулювання його частинок полісилоксанами.

Джерело. Входить до складу природного ультрамарину (мінерала ляпісу лазуру), основним компонентом якого є лазурит (25-40%) із загальною формулою $(Na, Ca)_8(AlSiO_4)_6(SO_4, S, Cl)_2$.

Добування. При прокалюванні нативного лазуриту утворюється синій ультрамарин, но сучасним методом його одержання є синтетичний.

Синтетичний метод полягає у початковому утворенні шихти, яка складається з алюмосилікату каоліну, соди, аморфного оксиду силіція, коксу або бітуму. Таку шихту брикетують і випалюють на першій стадії без доступа повітря. При цьому спочатку при 450^{0}С утворюються полісульфіди натрію і вилучається вода; далі при 780-800^{0}С утворюється проміжний зелений ультрамарин. На другій стадії при 450^{0}С проводять оксидаційне випалювання в присутності повітря з перетворенням зеленого ультрамарину в синій. При цьому надлишок сірки вилучається у вигляді SO_2. Отриманий продукт послідовно шляхом мокрого розмелювання, промивкою водою для вилучення водорозчинних солей, гідросепарації і висушування переводять у кінцевий синій ультрамарин.

Вміст арсену у кінцевому продукті становить не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Ультрамарин вважається нетоксичною сполукою.

Е173 Алюміній

Синонім: aluminium, CI Pigment metal, aluminium powder.

Al

Фізико-хімічні властивості. Це срібно-сірий порошок або тонкі платівки з т. топ. 660,1^{0}С. Алюміній не розчиняється у воді, органічних розчинниках, рослинних оліях. Розчиняється (реагує) у лугах, хлоридній та сульфатній кислотах. Стійкість до світла і температури (до 150^{0}С) – значна, проте до дії кислот і лугів – недостатня.

Джерело. Алюміній міститься у покладах бокситу, формула якого $Al_2O_3 \cdot nH_2O$ (n = 1-3), каоліну ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$), кріоліту ($Na_3AlF_6$).

Одержання. Алюміній одержують методом електролізу переважно з бокситу.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 20 мг/кг, інших важких металів – не більше 40 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Токсичні властивості алюмінію для людини не виявлені. Метаболізм його досліджений недостатньо. Відомо, що алюміній погано всмоктується організмом людини і більша його частина виводиться із сечею. Комісією ФАО/ВООЗ дозволено споживання алюмінію за добу на рівні 60-90 мг, але практично це значення становить 35-50 мг. У харчовій галузі він застосовується для пакування у вигляді фольги.

Е174 Срібло

Синоніми: аргентум, silver.

Ag

Фізико-хімічні властивості. Це срібний порошок або тонкі платівки з т. топ. 961,9^{0}С. Срібло не розчиняється у воді, органічних розчинниках, рослинних оліях; розчиняється в нітратній кислоті. Стійкість до дії світла і температури, фруктових кислот – висока, до дії лугів – добра.

Джерело. Срібло зустрічається у самородному стані і міститься у покладах аргентиту (Ag_2S) та поліметалічних сульфідних рудах Pb, Cu, Zn, Cd, переважно свинцево-цинкових руд.

Добування. Срібло добувають шляхом переробки поліметалічних руд. Після їх випалювання срібло міститься у розплаві цинку над свинцем. Із суміші срібла і цинку останній відганяють при температурі 906^{0}С, а свинець вилучають у вигляді оксиду. Отримане срібло очищають методом електролізу.

Метаболізм і токсичність. Срібло вважають необхідним мікроелементом для нормальної життєдіяльності людини внаслідок чого його препарати вживають як БАДи. У середньому за добу людина споживає 5-8 мкг срібла при потребі 50-100 мкг. В організмі людини срібло не всмоктується і виводиться практично в незмінному стані переважно разом із калом і

частково сечею. Вважають, що срібло проявляє антисептичні властивості з широким спектром бактерицидної, віруліцидної та фунгіцидної дії.

Е175* Золото

Синоніми: аурум, gold, CI Pigment metal.

Au

Фізико-хімічні властивості. Це порошок, платівки або зливок з т. топ. 1063^{0}С. Золото не розчиняється у воді, органічних розчинниках, рослинних оліях. Добре розчиняється у „царській горілці", розчині ціаніду калію. Стійкість пігменту до світла, температури, дії лугів і фруктових кислот – висока.

Джерело. Золото існує у самородному стані, міститься у золотовмісній породі, а також у вигляді домішок у срібних або мідних рудах.

Добування. Золото добувають переважно хімічним методом. Для цього золото, одержане промиванням водою відповідної породи, розчиняють у розчині ціаніду калію в присутності кисню. На утворену комплексну сіль диціаноаурат(I) калію діють цинковим пилом з метою осаджування золота:

$$4Au + 8KCN + O_2 + 2H_2O \longrightarrow 4K[Au(CN)_2] + 4KOH$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 90,0%, аргентуму – не більше 7,0%, купруму – не більше 4,0%.

Метаболізм і токсичність. Металічне золото вважається нетоксичним елементом, незважаючи на остаточно не з'ясований механізм його дії *in vivo*. Воно проявляє антисептичну дію на бактерії та віруси. Організмом людини золото практично не всмоктується, не засвоюється і виділяється у незмінному стані.

1.8. Фіксатори забарвлення

Фіксатори (стабілізатори) забарвлення належать до загальної групи речовин, які коректують колір харчових продуктів. Головна мета їх застосування (технологічна функція)

полягає у збереженні існуючого забарвлення або його підсилення. Зміна забарвлення харчових продуктів може відбуватися в результаті впливу температури, дії кисню, кислот або основ, окисно-відновних реакцій, процесів гідролізу, конденсації, полімеризації та інших, що у цілому впливає на будову барвника. За хімічною природою стабілізатори забарвлення є різними сполуками як органічної, так і неорганічної природи.

Наприклад, нітрити лужних металів $MeNO_2$ застосовуються для збереження червоного кольору м'ясними виробами після засолення та термічної обробки. Одночасно такі нітрити виконують функції консервантів, оскільки гальмують розвиток небажаних мікроорганізмів, і тому розглянуті в гл. 3.1.1.

Принцип дії нітритів (фіксаторів забарвлення) полягає у перебігу таких основних реакцій:

$NaNO_2 + H_2O \rightarrow HNO_2 + NaOH$

$2\,HNO_2 \rightarrow NO + NO_2 + H_2O$

Mb (міоглобін) + $NO \rightarrow$ MbNO (нітрозоміоглобін)

Hb (гемоглобін) + $NO \rightarrow$ HbNO (нітрозогемоглобін)

Так, утворена з $NaNO_2$ нітритна кислота розкладається до відповідних оксидів азоту. Оксид азоту(II) взаємодіє з міоглобіном (білком м'язової тканини, який складається з одного поліпептиду та порфіринового пігменту (гему) – надає м'ясу червоний колір) і гемоглобіном (білком крови, який аналогічний за будовою до міоглобіну і містить чотири поліпептиди) з утворенням відповідних нітрозопохідних MbNO і HbNO рожево-червоного забарвлення. Одночасно відбуваються інші реакції, в результаті яких утворюється метміоглобін (міоглобін, в якому атом феруму окиснений до +3) сіро-коричневого кольору. Під дією таких від-новників як цистеїн, глютатин, ензими на зразок нітрито-редуктази та інших, метміоглобін відновлюється до міоглобіну, який під дією NO перетворюється в нітрозоміоглобін. Надалі при температурній обробці (60-70^{0}C) нітрозоміоглобін і нітрозогемоглобін перетворюються до нітрозогемохромогену яскраво-червоного кольору, в молекулі якого міститься дві N=O-

групи, сполучених із атомом феруму(II). Це і обумовлює збереження відповідного червоного забарвлення м'ясними виробами.

Аналогічно діють нітрати натрію, калію, кальцію $MeNO_3$, які під дією ензиму нітроредуктази відновлюються до відповідних нітритів. З цією метою до м'ясного продукту додають сахарозу – поживне середовище для мікроорганізмів (денітрофікуючих бактерій), які продукують нітроредуктазу.

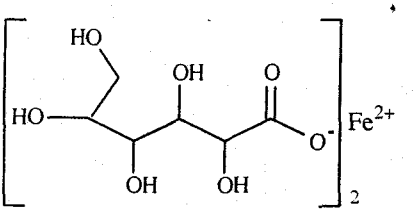
Зазначимо, що нітрозоміоглобін в певних умовах може перетворюватися в нітрозоміохромоген, речовину іншої хімічної будови, що надає продукту коричневий або зеленуватий відтінок.

Ряд харчових добавок (Е220-228), які вважаються відбілювачами, фактично також виконують роль фіксаторів забарвлення.

Е579* Глюконат заліза

Стабілізатор забарвлення.

Синоніми: ди-*D*-глюконат заліза(II) дигідрат, ди-*D*-глюконат феруму(II) дигідрат, сіль феруму(II) глюконової кислоти, iron(II) di-*D*-gluconate dihydrate, ferrous gluconate, gluconic acid iron(II) salt.

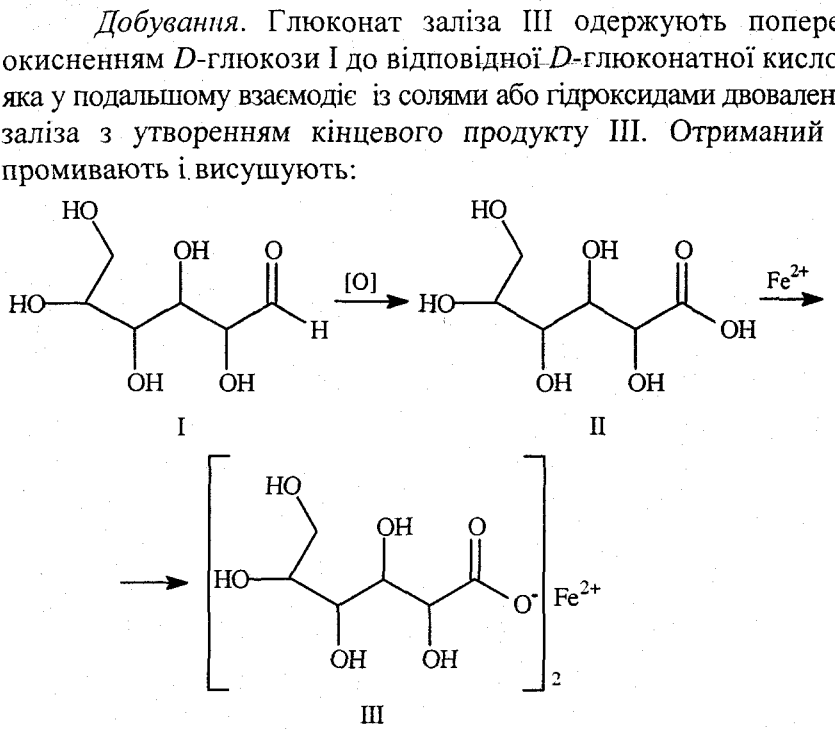


Глюконат заліза існує у формі дигідрату.

Хімічна назва: пентагідроксигексаноат феруму дигідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це порошок від світло жовтого до світло зелено-жовтого кольору з т. топ. 140^{0}С, який добре розчиняється у теплій воді (250 г/л при 25^{0}С), не розчиняється в етанолі. Втрати при висушуванні становлять не більше 10,0% (105^{0}С, 16 годин).

Добування. Глюконат заліза III одержують попереднім окисненням *D*-глюкози I до відповідної *D*-глюконатної кислоти II, яка у подальшому взаємодіє із солями або гідроксидами двовалентного заліза з утворенням кінцевого продукту III. Отриманий осад промивають і висушують:

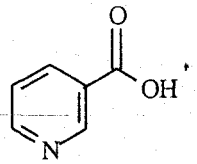


Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, відновлюючих речовин на зразок глюкози – не більше 0,5%, феруму(III) – не більше 2,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Е375 Нікотинова кислота

Фіксатор забарвлення, нутрієнт, дієтична БАД.

Синоніми: ніацин, піколінова кислота, вітамін РР, вітамін $B_5(B_3)$, niacin, pyridine-3-carboxylic acid, 3-picolinic acid, vitamin B_3.

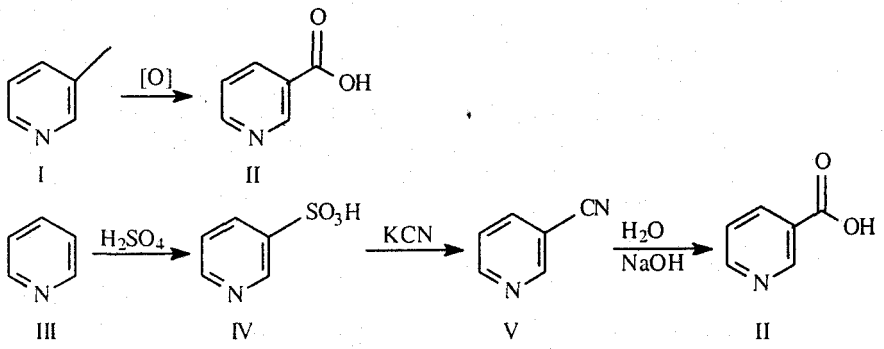


Хімічна назва: піридин-3-карбонова кислота.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічний порошок від білого до жовтуватого кольору з т. топ. 235,5-236,5^{0}С, який добре розчиняється у гарячій воді (1,7 г/100 г при 20^{0}С і 9,76 г/100 г при 100^{0}С), киплячому етанолі, водних розчинах лугу; не розчиняється в діетиловому етері.

Джерело. Нікотинова кислота міститься в продуктах харчування рослинного і тваринного походження (хлібі та круп'яних виробах, дріжджах, овочах, печінці, м'ясі, молоці тощо).

Добування. Відомо кілька методів одержання нікотинової кислоти II, найпоширенішим з яких є окиснення β-піколіну I чи β-хіноліну за допомогою $KMnO_4$ у лужному середовищі або HNO_3, H_2O_2, а також сплавлення 3-піридинсульфонової кислоти IV, яку отримують сульфуванням піридину III, з ціанідами лужних металів з наступним гідролізом відповідного нітрилу V:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,5%, важких металів у перерахунку на плюмбум – не більше 20 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Нікотинова кислота є вітаміном, який потрібний людському організмі (15-25 мг на добу) і застосовується при вітамінізації продуктів харчування. Її роль полягає у впливі на функції головного мозку, органи травлення, серцево-

судинну систему, а також систему крові. Роль вітаміну нікотинова кислота виконує у вигляді відповідних нікотинамідних коензимів.

Переважна частина сполук, які проявляють функції стабілізаторів забарвлення крім кольорокоректуючої дії проявляє також інші технологічні функції – консервуючі, антиоксидаційні або регулюють pH середовища тощо, внаслідок чого вони розглянуті у відповідних розділах:

(E301) аскорбат натрію - гл. 3.3,
(E302) аскорбат кальцію - гл. 3.3,
(E303) аскорбат калію - гл. 3.3,
(E304) аскорбілпальмітат - гл. 3.3,
(E305) аскорбілстеарат - гл. 3.3,
(E315) ізоаскорбатна кислота - гл. 3.3,
(E316) ізоаскорбат натрію - гл. 3.3,
(E317) ізоаскорбат калію - гл. 3.3,
(E318) ізоаскорбат кальцію - гл. 3.3,
(E331) цитрати натрію - гл. 4.1,
(E332) цитрати калію - гл. 4.1,
(E333) цитрати кальцію - гл. 4.1,
(E380) цитрати амонію - гл. 4.1,
(E385) етилендіамінтетрацетат кальцію-натрію - гл. 3.4,
(E386) етилендіамінтетрацетат динатрію - гл. 3.4,
(E920) натрієва і калієва солі *L*-цистеїну і його гідрохлорид - гл. 4.9.

Аналогічно до неорганічних фіксаторів (стабілізаторів) забарвлення можна віднести:

(E220) діоксид сірки - гл. 3.1,
(E221) сульфіт натрію - гл. 3.1,
(E222) гідросульфіт натрію - гл. 3.1,
(E223) піросульфіт натрію - гл. 3.1,
(E224) піросульфіт калію - гл. 3.1,
(E225) сульфіт калію - гл. 3.1,
(E226) сульфіт кальцію - гл. 3.1,
(E227) гідросульфіт кальцію - гл. 3.1,
(E228) гідросульфіт калію - гл. 3.1,
(E249) нітрит калію - гл. 3.1,

(Е250) нітрит натрію - гл. 3.1,
(Е251) нітрат,натрію - гл. 3.1,
(Е252) нітрат калію - гл. 3.1,
(Е339) фосфати натрію - гл. 4.1,
(Е340) фосфати калію - гл. 4.1,
(Е341) фосфати кальцію - гл. 4.1,
(Е342) фосфати амонію - гл. 4.1,
(Е343) фосфати магнію - гл. 4.1,
(Е450) пірофосфати – гл. 3.9,
(Е451) трифосфати - гл. 4.1,
(Е452) поліфосфати – гл. 2.5,
(Е504) карбонати магнію - гл. 4.1,
(Е519) сульфат міді - гл. 3.1.

1.9. Відбілювачі

Відбілювачі – це такі речовини, які запобігають і усувають небажане забарвлення харчового продукту внаслідок хімічної взаємодії його певних компонентів між собою. Зі хімічною будовою відбілювачі є окисниками або відновниками. Внаслідок реакцій окиснення відбувається зміна структури молекул барвників (пігментів), які втрачають відповідне забарвлення. Дія відновників полягає в уповільненні процесів ензиматичного або неензиматичного потемніння (побуріння).

Е925 Хлор

Відбілювач, засіб для знезараження води, окисник.

Хлор переважно застосовується для відбілювання борошна, горіхових шкаралупок; як дезінфектант сировини і матеріалів. Необхідно пам'ятати про можливі наслідки дії цього токсичного продукту на об'єкти харчової технології. Так, хлор має сильну бактерицидну дію практично на всі мікроорганізми, руйнуючи чисельні ензиматичні процеси їхнього метаболізму і як наслідок гальмуючи реакції побуріння. Як окисник він може змінювати хімічну структуру барвників на зразок каротинів

(знебарвлювати їх), хлорувати аміновмісні компоненти з утворенням токсичних сполук тощо.

Внаслідок високої токсичності хлору, його часто замінюють речовинами, які здатні виділяти хлор, на зразок гіпохлоритів натрію або калію, а також дихлорізоціануратів.

Синоніми: молекулярний хлор, chlorine.

Cl_2

Фізико-хімічні властивості. Це їдкий зелено-жовтий газ з т. кип. -34^0С. Розчинність хлору у воді при 0^0С складає 4,6 г/л, а при 20^0С – 2,3 г/л.

Добування. Хлор одержують електролізом водних розчинів переважно натрію хлориду.

Вміст основної речовини становить не менше 99,5%, нелетючого залишку – не більше 0,015%, води – не більше 0,015%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 30 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Хлор є високо токсичною речовиною.

Е926 Діоксид хлору

Засіб для знезараження води, відбілювач, окисник.

Синоніми: двооксид хлору, двоокис хлору, chlorine dioxide.

ClO_2 або O=Cl=O

Фізико-хімічні властивості. Це вибухонебезпечний газ жовтого кольору з т. кип. $+9{,}9^0$С і т. топ. -76^0С, який при 100^0С розкладається. Він розчиняється у тетрахлорометані, воді при 0^0С; за нормальних умов реагує з водою та лугами.

Добування. Діоксид хлору отримують реакцією відновлення хлорату натрію $NaClO_3$ діоксидом сірки у розчині сульфатної кислоти; окисненням $NaClO_2$ хлором або або хлоридною кислотою:

$$2NaClO_3 + SO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow 2ClO_2 + 2NaHSO_4$$

Метаболізм і токсичність. Для людини діоксид хлору є високо токсичною речовиною.

Е924а Бромат калію

Окисник, поліпшувач борошна та хліба.

Синоніми: potassium bromate.

$KBrO_3$

Хімічна назва: калію бромат.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвні кристали або білий порошок з т. топ. 434^{0}С (розкл.), який добре розчиняється у воді (6,9 г/100 г при 20^{0}С); практично не розчиняється в етанолі. Втрати при прокалюванні становлять не більше 0,5%.

Добування. Бромат калію одержують при окисненні хлором броміда калію або взаємодією брому з калій гідроксидом:

$$6KOH + 3Br_2 \longrightarrow KBrO_3 + 5KCl + 3H_2O$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, броміду калію – не більше 0,04%, арсену – не більше 3 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Бромат калію частково руйнує вітаміни P_1 і РР, метіонин. Утворені під дією бромату калію нові продукти проявляють канцерогенні властивості, внаслідок чого у більшості країн світу він заборонений для використання в харчовій галузі.

Е924b Бромат кальцію

Окисник, поліпшувач борошна та хліба.

Синоніми: кальцієва сіль броматної кислоти, кальцію бромат, кальцієва сіль бромноватої кислоти, бромноватокислий кальцій, calcium bromate.

$Ca(BrO_3)_2 \cdot H_2O$

Існує у вигляді безводної форми та моногідрату.

Хімічна назва: триоксобромат(V) кальцію моногідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 180^{0}С, який добре розчиняється у воді (170 г/100 г

при 20^0C). Він термічно нестійкий і при нагріванні розкладається на KBr і O_2. При 180^0C починає зневоднюватися.

Добування. Бромат кальцію одержують, виходячи з бромату калію, синтез якого наведений у Е924а. Спочатку, дією водорозчинних солей барію ($BaCl_2$) з бромату калію одержують бромат барію, який є нерозчинним у воді і випадає в осад, що полегшує тим самим розділення продуктів реакції. При обробці бромату барію сульфатною кислотою утворюється броматна кислота і сульфат барію, який випадає в осад. Надалі відділяють броматну кислоту від осаду сульфата і взаємодією цієї кислоти з гідроксидом або карбонатом кальцію одержують кінцевий продукт:

$$2KBrO_3 + BaCl_2 \rightarrow Ba(BrO_3)_2 + 2KCl$$
$$Ba(BrO_3)_2 + H_2SO_4 \rightarrow 2HBrO_3 + BaSO_4$$
$$2HBrO_3 + CaCO_3 \rightarrow Ca(BrO_3)_2 + H_2O + CO_2$$

Метаболізм і токсичність. Як більшість сполук такого типу, бромат кальцію вважається шкідливою для організму людини речовиною (проявляє канцерогенні властивості), внаслідок чого заборонений до використання в харчовій промисловості у ряді країн. При застосуванні його кількість повинна бути не більше 0,0075 частин на 100 частин борошна.

До відбілювачів належать також речовини, які за основною технологічною функцією наведені у відповідних розділах:

(Е220) діоксид сірки - гл. 3.1,
(Е221) сульфіт натрію - гл. 3.1,
(Е222) гідросульфіт натрію - гл. 3.1,
(Е223) піросульфіт натрію - гл. 3.1,
(Е224) піросульфіт калію - гл. 3.1,
(Е225) сульфіт калію - гл. 3.1,
(Е226) сульфіт кальцію - гл. 3.1,
(Е227) гідросульфіт кальцію - гл. 3.1,
(Е228) бісульфіт калію - гл. 3.1.

Глава 2. Речовини, які регулюють консистенцію продуктів

Для харчових продуктів та їх компонентів велике значення має створення і збереження відповідної консистенції (текстури) переважно колоїдного характеру в процесі їхнього виготовлення, збереження та реалізації.

До таких речовин (текстураторів), які формують і регулюють консистенцію, належать добавки з різними технологічними функціями – емульгатори, загущувачі, желеутворювачі, піноутворювачі, стабілізатори і наповнювачі. Вони бувають натуральними і синтетичними, використовуються як індивідуально, так і у вигляді різноманітних сумішей.

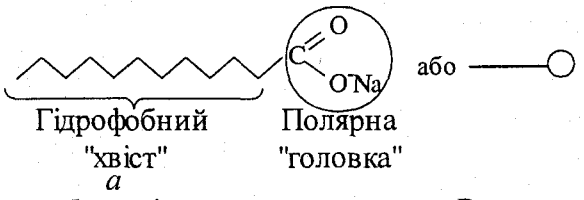
Останнім часом, перспективним рішенням проблеми створення якісної продукції у харчовій галузі вважають застосування стабілізаційних систем, до складу яких входять кілька компонентів з різними технологічними функціями – емульгатора, стабілізатора, загущувача тощо. Залежно від виду харчового продукту, його консистенції, технології виготовлення, умов зберігання та способа реалізації, хімічний склад і співвідношення компонентів таких систем можуть бути різними.

2.1. Емульгатори

Емульгатори – це поверхнево активні речовини (ПАР), які при адсорбції з рідини на поверхні поділу з іншою фазою (рідкої, твердої або газової) суттєво знижують поверхневий натяг води. Це сприяє утворенню та стабілізації емульсій. Емульсії – колоїдні дисперсні системи з розвиненою поверхнею поділу двох або більше фаз, які не розчиняються (не змішуються) одна в другій(их). Емульсії формуються з рідкого дисперсійного середовища та рідкої (рідше газової) дисперсної фази.

За хімічною будовою ПАР поділяють на іоноактивні та неіоногенні. Вони мають переважно колоїдну або справжню розчинність у воді.

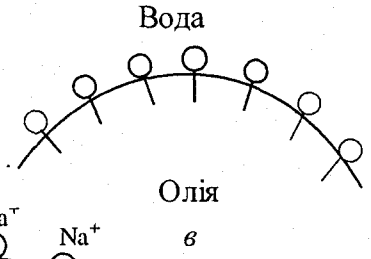
Молекули колоїдних іонних ПАР справжні (істинні) розчини у воді не утворюють, оскільки мають значний гідрофобний вуглеводневий фрагмент („хвіст") – позначений на схемі *а*, але їхні полярні гідрофільні групи („головки") на зразок карбоксилатної або сульфатної у воді розчиняються (*б*,*в*). Внаслідок цього формуються відповідні агрегати їхніх молекул у вигляді міцел, в яких полярні аніони „головки" (наприклад, карбоксилатні групи) розчинені у воді, а гідрофобні „хвости" розчинені в олії (*г*) або агреговані з гідрофобними „хвостами" інших молекул:



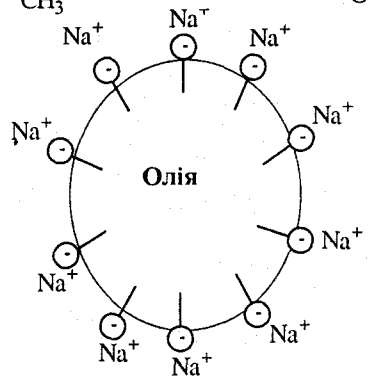
а



б



в

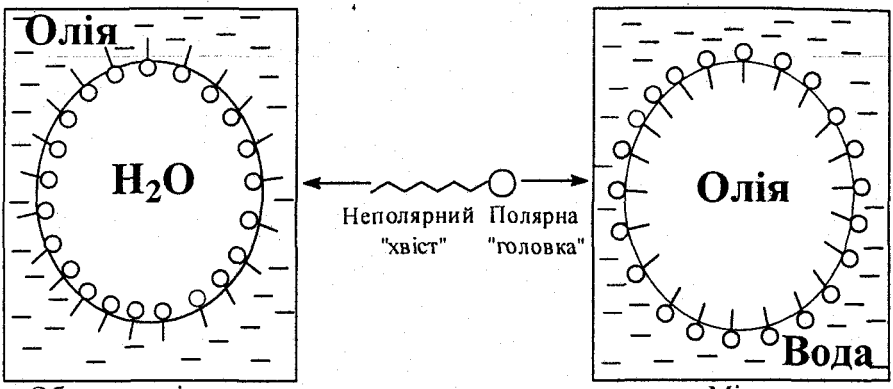


Стабілізована міцела

г

Емульсії, що зустрічаються в харчових продуктах або їх напівфабрикатах бувають двох видів: О/В (олія/вода) – міцели, або мікрокраплі олії (дисперсної фази) розподілені у воді (дисперсійному середовищі) – так звані прямі емульсії, і В/О

(вода/олія) – мікрокраплі води розподілені в олійному дисперсійному середовищі – зворотні емульсії:



Обернена міцела (вода - олія)

Міцела (олія - вода)

До прямих емульсій належать такі харчові продукти, як майонези, соуси тощо, до зворотних – маргарини.

Емульгатори характеризуються безрозмірним значенням гідрофільно-ліпофільного балансу (ГЛБ) – відношення спорідненості (енергії взаємодії) неполярної частини молекули щодо вуглеводневої рідини до спорідненості полярної частини щодо води. При цьому мінімальна кількість атомів вуглецю ліпофільної складової молекули ПАР, при якому існують колоїдні властивості, складає від 8 до 12. Вважають, що ПАР з гідрофільними властивостями мають високі значення ГЛБ, а з ліпофільними – низькі. Залежно від значення ГЛБ прогнозується функціональне застосування ПАР. Так, для створення зворотних емульсії В/О значення ГЛБ низьке і становить 3-6; прямі емульсії О/В – навпаки, 8-16; при ГЛБ 7-9 ПАР виконує функції змочувача, а при 13-15 – миючого засіба.

Значення ГЛБ визначається методами відповідних розрахунків. Наприклад, за одним з них, попередньо встановлюють групове значення ГЛБ для кожної функціональної групи в молекулі ПАР у відповідності до швидкості коалесценції крапель олії у воді і крапель води в олії. Для таких гідрофільних груп як $–OSO_3Na$ групове значення ГЛБ становить 38,7, –COOK – 21,1, –COONa – 19,1, $–SO_3Na$ – 11,0, –COOH – 2,1, N (третинного) – 9,4, –OH – 1,9 тощо; для гідрофобних груп відповідно CF_2 – 0,870, CH_3 і CH_2 – 0,475. Розрахунок ГЛБ

проводять за емпіричною формулою ГЛБ = ∑ (групові значення гідрофільних груп) - ∑ (групові значення гідрофобних груп) + 7.

Згідно існуючій класифікації, ПАР поділяються на чотири основні групи: 1) аніоноактивні, 2) катіоноактивні, 3) неіоногенні і 4) амфотерні.

До *аніоноактивних емульгаторів* належать сполуки, які, своєю чергою, за хімічною будовою можно віднести до певної категорії сполук (груп) на зразок солей карбонових кислот RCOOM або $ROOC(CH_2)_nCOOM$ (M - метал), первинних і вторинних алкілсульфатів $ROSO_2OM$ і $RR'CHOSO_2OM$, алкіларилетилсульфатів $RC_6H_4CH_2CH_2OSO_2OM$, алкілциклогексилетилсульфатів $RC_6H_{10}CH_2CH_2OSO_2OM$; алкіл-, алкілбензенсульфонатів RSO_2OM, $RC_6H_4SO_2OM$ відповідно; сульфонатів естерів моно- і дикарбонових кислот $ROOCCH_2SO_2OM$ і $ROOCCH_2CH$- $(COOR)SO_2OM$; сульфо- і карбоксиетоксилатів спиртів та алкілфенілетилових спиртів $RO(C_2H_4O)_nSO_2OM$, $RO(C_2H_4O)_nCH_2COOM$ і $RC_6H_4(C_2H_4O)_nSO_2OM$ відповідно; сульфоетоксилатів карбонових кислот $RCOO(C_2H_4O)_nSO_2OM$, солей сульфатів ненасичених кислот $RCH(OSO_2OM)=CH(CH_2)_nCOOM$, сульфосукцинатної (сульфобурштинової) $ROOCCH_2CH(COOM)SO_2OM$ тощо.

До *катіоноактивних емульгаторів* належать сполуки, переважно, азотовмісні – аліфатичні та ароматичні третинні аміни та їх солі різної будови $RNR'R''$ і $RNR'R''\cdot HX$ відповідно, аліфатичні моно- і дичетвертинні амонієві сполуки $[RNR'R'']^+\cdot X^-$ і $[RR'N$ $-R''-$ $NRR']^{2+}\cdot 2X^-$, а також сульфонієві та фосфонієві сполуки аналогічної будови $[RSR'R'']^+\cdot X^-$ і $[R_3PR']^+\cdot X^-$ відповідно, амонієві солі азотовмісних гетероциклів на зразок піридину, хіноліну, імідазолу бензотриазолу тощо.

До *неіоногенних ПАР* належать такі, які не здатні до дисоціації на іони, і розчинність яких у воді пояснюється утворення водневих зв'язків між молекулами води і полярними групами та фрагментами у структурі молекул емульгатору. Найчастіше такими фрагментами виступають ОН-, -О- і С=О-групи, етиленгліколеві $-CH_2CH_2OH$ або оксиетиленові $-CH_2CH_2O-$ ланки. Полярність цих груп і фрагментів значно менша, ніж спостерігається для –COOH і $-SO_2OH$, внаслідок чого для надання відповідної гідрофільності і значення ГЛБ необхідно

вводити до молекули неіоногенного емульгатора від 7 до 50 таких груп або фрагментів. Існуючі неіоногенні ПАР поділяють на оксиетильовані спирти $RO(C_2H_4O)_nH$, оксиетильовані вищі карбонові (жирні) кислоти $R\text{-}COO(C_2H_4O)_nH$, оксиетильовані алкілфеноли та алкілнафтоли $RC_6H_4\text{-}O(C_2H_4O)_nH$ і $RC_{10}H_6O(C_2H_4O)_nH$ відповідно, оксиетильовіні алкіламіни $RN[(C_2H_4O)_nH]_2$ і алкіламіди $RCONH(C_2H_4O)_nH$, продукти конденсації різних глікозидів з вищими спиртами, карбоновими кислотами та оксидом етилену, сорбітани, проксаноли, проксаміни тощо.

До *амфотерних (амфолітних) емульгаторів* належать сполуки, в структурі молекул яких містяться одночасно кислотні та основні функціональні групи, і які, залежно від pH, проявляють властивості аніоноактивного або катіоноактивного емульгатора, або (в ізоелектричній точці) цвітер-іонного. Аніоноактивна група – карбоксильна, сульфогрупа, сульфоестерна група, фосфатна група; катіоноактивна група – первинна, вторинна або третинна аміногрупа, амонієва група, залишок піридину або імідазолину тощо.

До амфотерних емульгаторів можна віднести алкіламінокарбонові кислоти $RNH(CH_2)_nCOOH$ з різною кількістю згаданих функціональних груп; наявністю бензенового ядра, інших функціональних груп; алкілбетаїни різної будови, наприклад, $(CH_3)_3N^+\text{-}CHR\text{-}COO^-$; похідні алкілімідазолінів; алкіламіноалкансульфонати і сульфати; фосфоліпіди на зразок лецитинів, полімерні емульгатори на зразок нативних білків, нуклеїнових кислот, модифіковних полісахаридів тощо.

Для потреб харчової індустрії найзастосованішими є неіоногенні емульгатори.

2.1.1. Іоногенні емульгатори

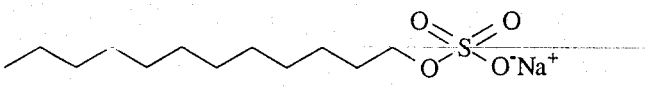
E487 Лауроїлсульфонат натрію

Емульгатор.

Синоніми: додецилсульфат натрію, sodium lauryl sulfate, SLS, sodium dodecyl sulfate, SDS.

Будова. Наведена сполука за хімічною будовою належить до аніоноактивних емульгаторів алкілсульфатів з брутто-формулою

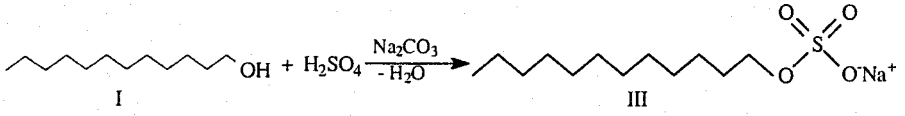
$C_{12}H_{25}OSO_3Na$, яку можна розглядати як естер лаурилового спирту та сульфатної кислоти:



Хімічна назва: додецилсульфат натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок з т. топ. 204-207^{0}С, який розчиняється у воді (за різними джерелами від 10 до 28,8 г/100 мл при 20^{0}С); не розчиняється в органічних розчинниках. pH 1% водного розчину 6-9.

Добування. Такий емульгатор III одержують реакцією естерифікації 1-додеканолу I із сульфатною кислотою II при нагріванні з наступною нейтралізацією за допомогою карбоната натрію:



I III

Вміст основної речовини у кінцевому продукті порошку становить не менше 92,0%, сульфату натрію – не більше 3,5%, хлориду натрія – не більше 2,0%, вільного додецилового спирту – не більше 1,0%. Для кінцевого продукту у вигляді водного розчину, вміст основної речовини – не менше 28,0%, сульфату натрію – не більше 2%, pH становить 6-8.

E470a* Солі вищих карбонових (жирних) кислот алюмінію, кальцію, натрію, калію, амонію

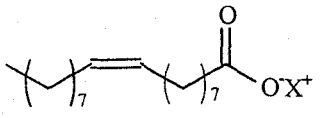
Емульгатори, стабілізатори піни, покриття, засоби проти грудкування та злежування, розділювачі, диспергатори.

Синоніми: алюмінієві, кальцієві, натрієві, калієві, амонійні солі (харчових) жирних кислот; стеарати алюмінію, кальцію, натрію, калію, амонію; мила, aluminium, calcium, potassium, sodium and ammonium salts of (edible) fatty acids.

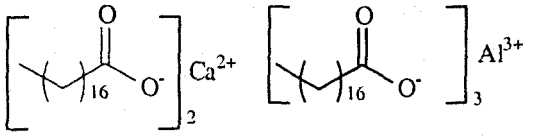
Будова. За хімічною будовою це суміші відповідних солей всіх вищих карбонових кислот (насичених і ненасичених), ланки

яких присутні в натуральних жирах та оліях і з яких вони добуваються. Жири, олії є естерами гліцеролу та згаданих карбонових кислот і називаються триацилгліцеролами.

Зауважимо, що назву „стеарат" часто використовують для солей практично всіх харчових вищих насичених карбонових кислот, а „олеат" – для відповідних ненасичених, що не є коректним. Нижче наведені конкретні солі деяких кислот:



Олеати (X = Na, K, NH_4)



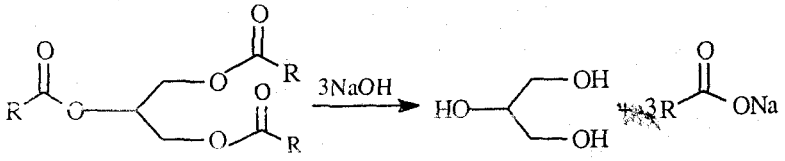
Стеарати

Хімічна назва: алюмінієві, кальцієві, натрієві, калієві, амонійні солі вищих карбонових кислот.

Фізико-хімічні властивості. Це порошки або зерна від білого до кольору слонової кістки для солей насичених кислот; солі ненасичених кислот – це олії від жовтого до коричневого кольору або коричневі воски. Температури топлення таких сполук значною мірою залежать від ступеня насиченості карбонових кислот. Солі лужних металів та амонію розчинні у воді, етанолі; кальцієві солі – нерозчинні у воді, етанолі, діетиловому етері.

Джерело. Такі солі *in vivo* містяться в частково гідролізованих жирах як продукти їхнього розщеплення в реакціях метаболізму.

Добування. Відповідні солі насичених і ненасичених кислот добувають з харчових жирів та олій реакцією лужного гідролізу (омилення) з вилученням вищих карбонових кислот або без вилучення:



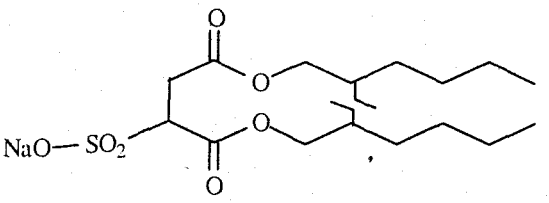
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, натрію (Na_2O) – 9,0-14,0%, калію (K_2O) – 13,0-21,5%, кальцію (CaO) – 8,5-13,0%, вільних вищих карбонових кислот – не більше 3,0%; речовин, які не гідролізуються – не більше 2,0%, вільних лугів (NaOH) – не більше 0,1%, спиртонерозчинних речовин (солі натрію та калію) – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Наведені солі легко засвоюються організмом людини і не викликають отруєння.

Е480 Діоктилсульфосукцинат натрію

Емульгатор, змочуючий агент.

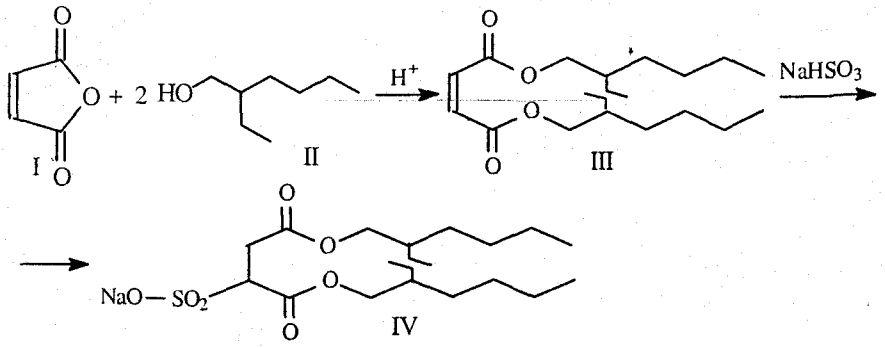
Синоніми: діестер сульфобурштинової кислоти і 2-етилгексанолу, натрієва сіль *біс*(октил)сульфосукцинату, dioctyl sodium sulfosuccinate, DSS, DOSS.



Хімічна назва: 1,4-*біс*(2-етилгексил)сульфосукцинат натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це твердий білий віск або дрібний гігроскопічний порошок з т. топ. 153-157^{0}C, який добре розчиняється в спиртах, гліцеролі, оліях; середньо у воді - 15 г/л при 25^{0}C і 30 г/л при 50^{0}C. Втрати при висушуванні становлять не більше 2,0%.

Добування. Синтез емульгатора відбувається при взаємодії малеїнатного ангідриду I з відповідним спиртом II (реакція естерифікації) і наступним приєднанням бісульфіту натрію до подвійного зв'язку отриманого естеру III з утворенням кінцевого продукту IV:



Вміст основної речовини в кінцевому продукті становить не менше 98,5%, сульфатного попелу – 15,5-16,2%, біс(2-етилгексил)малеїнату – не більше 0,4%, арсену – не більше 3 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Діоктилсульфосукцинат натрію здатний змінювати всмоктування інших речовин у кишечнику людини, внаслідок чого викликає проносну дію. Розчини емульгатору викликають подразнення очей, починаючи з концентрації 0,1%.

E481* Лактилати натрію

Емульгатори, стабілізатори, поліпшувачі борошна та хліба, піноутворювачи.

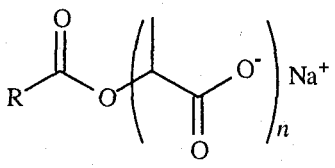
Емульгатори цього виду поділяються на дві групи, залежно від вихідної сировини (природи карбонової кислоти): (i) стеароїллактилат натрію та (ii) олеоїллактилат натрію.

У зв'язку з тим, що їхні фізико-хімічні властивості приблизно однакові, емульгатори E481(i) стеароїллактилат натрію та E481(ii) олеоїллактилат натрію розглядаються разом.

Синоніми: натрієві солі стеароїлмолочної кислоти, натрієві солі олеоїлмолочної кислоти, стеароїллактат натрію, олеоїллактат натрію, sodium stearoyl lactate, sodium stearoyl lactylate, sodium oleyl lactate, sodium oleyl lactylate, SSL, NSL.

Будова. Кожна з груп наведених емульгаторів є сумішшю основного компоненту - натрієвих солей естерів, які є продуктами взаємодії вищих карбонових кислот (переважно стеаринової з

брутто-формулою $C_{21}H_{39}O_4Na$ для Е481(і) чи олеїнової $C_{21}H_{37}O_4Na$ для Е481(іі) з лактатною (молочною) або полілактатною кислотою. Зазначимо, що супутним продуктом емульгатора Е481(і) є пальмітинова кислота у вигляді натрієвої солі відповідного естеру – $C_{19}H_{35}O_4Na$. Крім основних естерів, суміш кожного різновиду емульгатора містить частково вільні стеаринову або олеїнову кислоти, їхні натрієві солі; лактатну та полілактатну кислоти та їхні натрієві солі, а також відповідні естери без натрію:

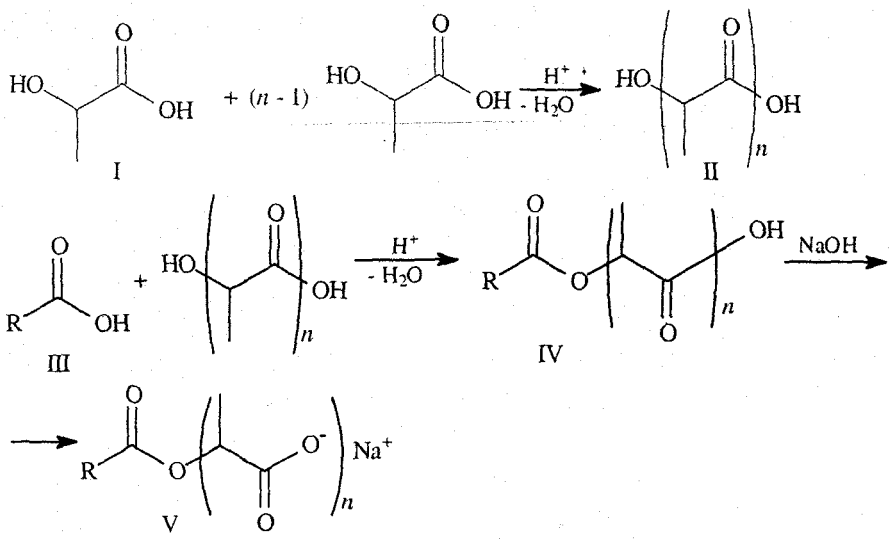


Стеароїлактилат натрію (R = $C_{17}H_{35}$)
Олеоїлактилат натрію (R = $C_{17}H_{33}$)

Хімічна назва: стеароїллактилат натрію, олеоїллактилат натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це порошки або воскоподібні речовини від білого до блідо жовтого кольору. Вони розчиняються в етанолі, рослинних оліях і не розчиняються у воді. Температура топлення таких речовин зменшується зі зростанням вмісту лактатної кислоти. Вважають, що наведені естери мають малу стійкість до гідролізу. Для стеароїллактилату натрія кислотне число становить 60 –130 мг КОН/г, естерове число - 90 – 190 мг КОН/г.

Добування. У концентрованих розчинах лактатна кислота I внаслідок своєї біфункціональності бере участь у реакціях естерифікації (міжмолекулярній дегідратації) з утворенням полілактатної кислоти II (n = 1 - 4). При додаванні до реакційної суміші стеаринової або олеїнової кислоти III відбувається взаємодія їхніх карбоксильних груп з гідроксильними групами лактатної або полілактатної кислоти, що призводить до утворення сполук IV. Останні нейтралізують повністю або частково лугом до натрієвих солей V:



Вміст натрію у кінцевому продукті становить 2,5-5,0%, загальної лактатної кислоти 15,0-40,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Внаслідок малої стійкості до гідролізу, наведені емульгатори вже в харчових продуктах розщеплюються на складові, які для людини вважаються легко засвоюваними речовинами.

Е482 Лактилати кальцію

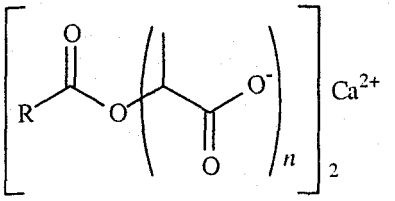
Емульгатори, стабілізатори, поліпшувачі борошна та хліба, піноутворювачі.

Наведені емульгатори поділяються на дві групи, залежно від вихідної сировини (природи карбонової кислоти): (i) стеароїллактилат кальцію та (ii) олеоїллактилат кальцію.

Е482(i) Стеароїллактилат кальцію

Синоніми: кальцієва сіль стеароїллактатної кислоти, кальцієва сіль стеароїлмолочної кислоти, стеароїллактат кальцію, calcium stearoyl-2-lactylate, calcium stearoyl lactylates, CSL.

Будова. Наведений емульгатор є сумішшю основного компоненту – кальцієвої солі естерів (стеароїллактилатів), які, своєю чергою, є продуктами взаємодії переважно стеаринової кислоти з лактатною (молочною) або полілактатною кислотою брутто-формули $C_{42}H_{78}O_8Ca$. Зазначимо, що супутним продуктом такого емульгатора є пальмітинова кислота у вигляді кальцієвої солі відповідного естеру – $C_{38}H_{70}O_8Ca$. Крім основних естерів, суміш містить частково вільну стеаринову (пальмітинову) кислоти, їхні кальцієві солі; лактатну та полілактатну кислоти та їхні кальцієві солі, а також відповідні естери без кальцію:



Значення *n* залежить від кількості лактатної кислоти і становить здебільшого 2.

Хімічна назва: стеароїллактилат кальцію.

Фізико-хімічні властивості. Це твердий білий віск або порошок, з т. топ. в діапазоні 54-69^{0}С, яка зменшується при збільшенні частки лактатної кислоти. Емульгатор слабо розчиняється у гарячій воді. Для стеароїллактилату кальцію кислотне число становить 50-130 мг КОН/г, естерове число – 125-190 мг КОН/г.

Добування. Лактилати кальцію одержують прямою естерифікацією вищих карбонових кислот гідроксильними групами лактатної (полілактатної) кислоти з подальшою нейтралізацією карбоксильних груп молекул лактатної (полілактатної) кислоти гідроксидом кальцію аналогічно продукту (Е481) Лактилати натрію.

Вміст кальцію у кінцевому продукті становить 1,0-5,2%, загальної лактатної кислоти 15,0-40,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

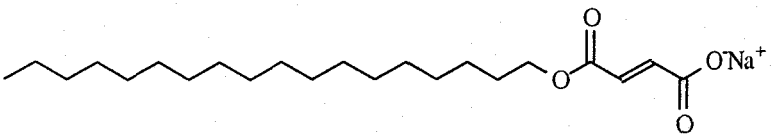
Метаболізм і токсичність. Внаслідок малої стійкості до гідролізу, наведені емульгатори вже в харчових продуктах розщеплюються на складові, які вважають легко засвоюваними речовинами для людини.

Е485 Стеарилфумарат натрію

Емульгатор, стабілізатор.

Синоніми: октадецилфумарат натрію, натрій моностеарилфумарат, sodium stearyl fumarate.

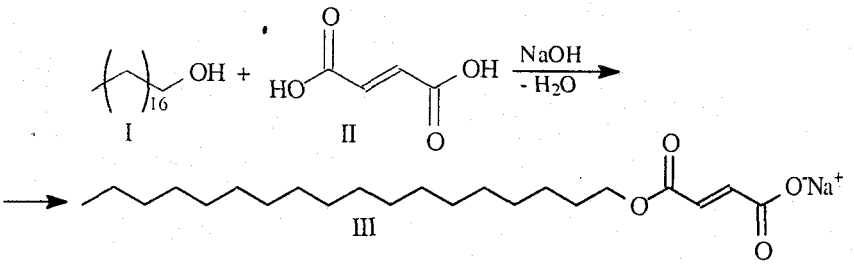
Будова. Такий емульгатор з брутто-формулою $C_{22}H_{39}O_4Na$ за хімічною будовою є моноестером фумаратної кислоти та стеарилового спирту (1-октадеканола) у вигляді натрієвої солі:



Хімічна назва: натрій (*E*)-4-октадецилокси-4-оксо-2-бутеноат.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який розчиняється у воді. Число омилення становить 142-146 мг КОН/ г.

Добування. Стеарилфумарат натрію III одержують реакцією естерифікації 1-октадеканолу I з фумаратною кислотою II у кислому середовищі з наступною нейтралізацією карбоксильної групи до солеподібної:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0% на сухий залишок, стеарилмалеїнату натрію – не більше 0,25%, стеарилового спирту – не більше 0,5%, води – не

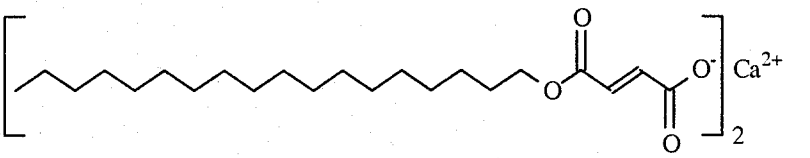
більше 5,0%, арсену – не більше 2 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Е486 Стеарилфумарат кальцію

Емульгатор, стабілізатор.

Синоніми: октадецилфумарат кальцію, calcium stearyl fumarate.

Будова. Такий емульгатор за хімічною будовою є моноестером фумаратної кислоти та стеарилового (1-октадеканола) спирту у вигляді кальцієвої солі:



Хімічна назва: кальцій (*E*)-4-октадецилокси-4-оксо-2-бутеноат

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який погано розчиняється у воді.

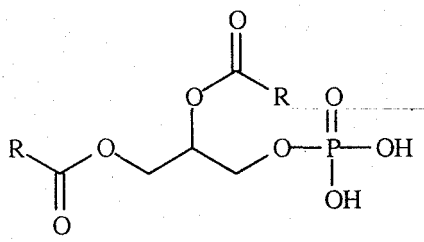
Добування. Стеарилфумарат кальцію одержують аналогічним чином як і стеарилфумарат натрію (Е485) реакцією естерифікації 1-октадеканолу з фумаратною кислотою у кислому середовищі з наступною нейтралізацією карбоксильної групи до солеподібної.

Е442 Амонійні солі фосфатидних кислот

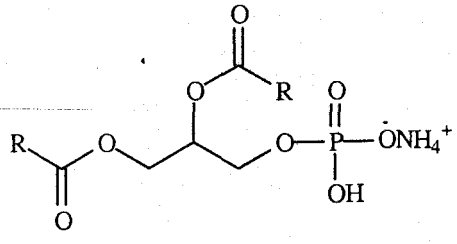
Емульгатор.

Синоніми: фосфатиди амонію, ammonium salts of phosphatidic acid, ammonium phosphatides, emulsifier YN, mixed ammonium salts of phosphorylated glycerides.

Будова. Цей емульгатор є сумішшю амонійних похідних фосфатидних (фосфатидилових) кислот. У свою чергу, фосфатидні кислоти є діацилпохідними гліцеролу та фосфатної кислоти (*sn*-гліцеро-3-фосфату):



Фосфатидні кислоти



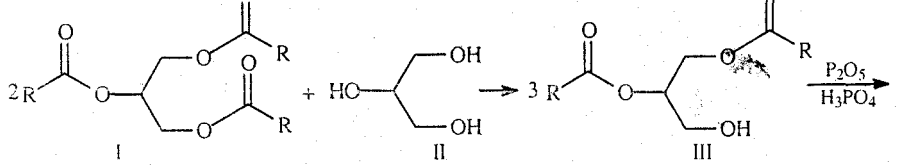
Амонійні солі фосфатидних кислот

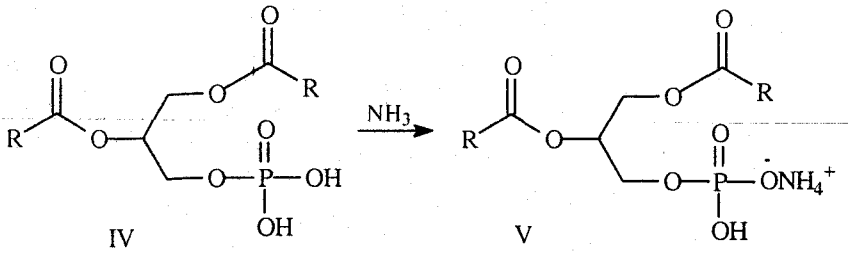
Фосфатидні кислоти здебільшого добувають з харчової олії – частково отвердненої рапсової олії. Рапсова олія містить значну кількість ненасичених кислот: олеїнової (*цис*-9-октадеценової) – 20-25%, ерукової (*цис*-13-докозенової) – 56-65%, лінолевої (*цис-цис*-9,12-октадекадієнової) – 14%, ліноленової (*цис-цис-цис*-9,12,15-октадекатрієнової) – 2-3%) і належить до так званих висихаючих олій. При її нагріванні відбуваються відповідні реакції твердіння, в результаті яких утворюється тривимірна (зшита) будова олії. Вважають, що амонійні солі фосфатидних кислот є синтетичними аналогами природних лецитинів (Е322).

Хімічна назва: 1,2-діацил-*sn*-гліцеро-3-фосфат амонію.

Фізико-хімічні властивості. Це олійста маса жовто-коричневого кольору, яка добре розчиняється у вуглеводнях; середньо – в гліколях, теплій воді; не розчиняється у холодній воді, етанолі, ацетоні.

Добування. Для одержання фосфатидних кислот спочатку проводять переестерифікацію жирів I гліцеролом II з метою отримання діацилгліцеролів III. На останні діють P_2O_5 або трихлоромонооксидом фосфора (реакція фосфорилювання) з утворенням фосфатидних кислот IV і подальшою нейтралізацією газоподібним амоніаком їх переводять до кінцевої сполуки V:





Крім основної речовини в отриманій суміші як домішки містяться нейтральні жири та олії, естери полігліцеролу, полімерні (зшиті) ненасичені вищі карбонові кислоти, вищі гідроксикислоти, моноацилгліцеролдіестери фосфатної кислоти.

Вміст у кінцевому продукті загального фосфору становить 3,0-3,4%, амоніакового азоту – 1,2-1,5%, нерозчинних у петролейному ефірі речовин – не більше 2,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

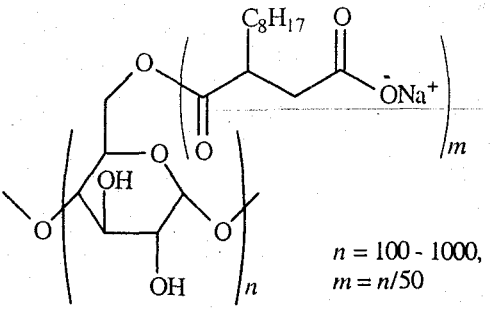
Метаболізм і токсичність. В організмі людини амонійні солі фосфатидних кислот розщеплюються і беруть участь у метаболізмі аналогічно лецитинам (Е322).

Е1450* Естери крохмалю та октенілсукцината натрію

Емульгатори, загущувачі, стабілізатори, покриття.

Синоніми: Естери крохмалю та октенілбурштинової кислоти та її натрієвої солі, естер крохмалю і октенілянтарної кислоти та її солі натрію, крохмальнатрійоктенілсукцинат, starch sodium octenyl succinat, SSOS.

Будова. У молекулах цього емульгатора глюкопіранозні ланки крохмалю сполучені переважно по С6 з октенілсукцинатною (3-карбоксиундекановою) кислотою з утворенням структури напівестеру. При цьому, вільні карбоксильні групи октенілсукцинатної кислоти існують у вигляді натрієвих солей. Молекулярна маса становить від 30 000 до 300 000:

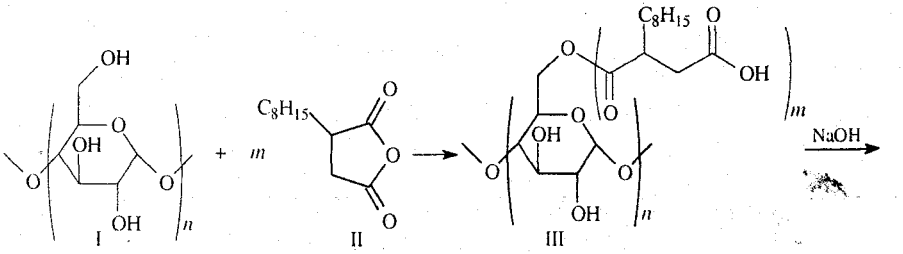


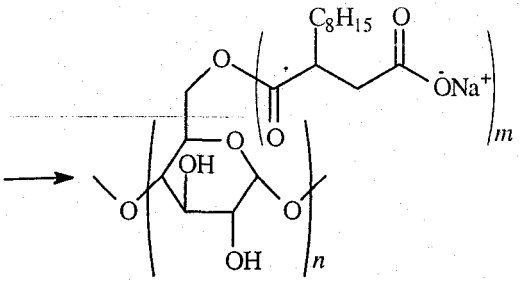
Введення гідрофобного (октенільного) фрагменту до макромолекул крохмалю надає їм поверхнево активні властивості. Це сприяє розташуванню молекул крохмалю відповідним чином на поверхні розділу фаз в емульсійних системах харчових продуктів і збільшенню стабілізуючої дії емульгатора у цілому.

Хімічна назва: естери крохмалю та 3-карбоксиундеканоату натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який добре розчиняється у теплій воді; середньо – у холодній з набряком; не розчиняється в спиртах. Естерифікація крохмалю октенілсукцинатною кислотою призводить до появи у нього ліпофільних властивостей (розчинення відповідних солей у воді, стійкості до ретроградації). Втрати при висушуванні становлять не більше 15,0% для кукурудзяного крохмалю, не більше 21,0% - для картопляного, не більше 18,0% - для інших крохмалів.

Добування. Наведений емульгатор одержують шляхом ацилювання нативного крохмалю I октенілсукцинангідридом II (у кількості до 3%) і подальшою обробкою утвореного естеру III гідроксидом натрію до кінцевої сполуки IV, послідовними операціями промивки, фільтрування і висушування:





IV

Вміст у кінцевому продукті октенілсукцинільних груп становить не більше 3,0%, вільної октенілсукцинатної кислоти – не більше 0,3%, діоксиду сірки – не більше 50 мг/кг (для кукурудзяного крохмалю) і не більше 18 мг/кг (для інших видів), протеїнів – не більше 0,5%, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, меркурію – не більше 0,1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Вважають що естерні зв'язки такого емульгатора в організмі людини легко розщеплюються, залишки розкладаються.

2.1.2. Неіоногенні емульгатори

У цьому розділі до неіоногенних емульгаторів віднесена також значна кількість сполук з вільними карбоксильними групами в структурі молекул внаслідок незначного ступеня їх дисоціації у водних розчинах на відповідні іони і прояву властивостей неіоногенних ПАР.

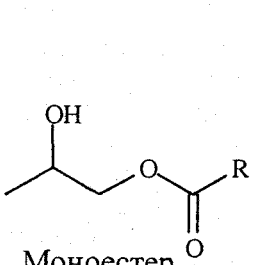
Е477* Естери пропіленгліколя і вищих карбонових кислот

Емульгатори.

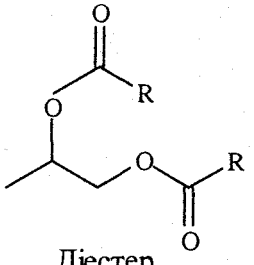
Синоніми: естери пропіленгліколя і жирних кислот, propylene glycol esters of fatty acids, propylene glycol mono- and diesters of fatty acids.

Будова. Цей емульгатор є сумішшю естерів 1,2-пропандіолу з однією або двома харчовими карбоновими (жирними) кислотами. Такими кислотами переважно є насичені на зразок пальмітинової (гексадеканової) $C_{15}H_{31}COOH$, стеаринової (октадеканової)

$C_{17}H_{35}COOH$, маргаринової (гептадеканової) $C_{16}H_{33}$-COOH та інші. Крім них у структурі молекул емульгатора містяться також ненасичені кислоти на зразок олеїнової (*цис*-9-окта-деценової) $C_{17}H_{33}COOH$ та лінолевої (*цис-цис*-9,12-октадекадієнової) $C_{17}H_{31}COOH$:



Моноестер пропіленгліколю

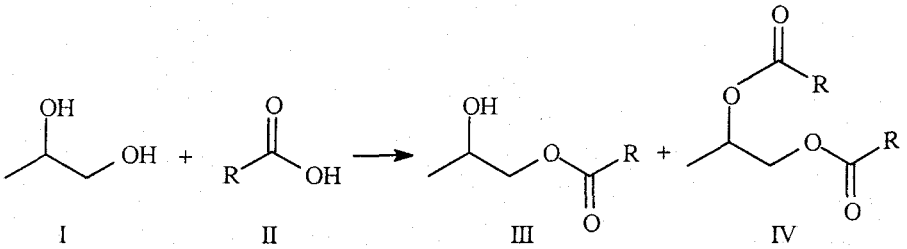


Дієстер пропіленгліколю

Хімічна назва: моно- і діацили 1,2-пропандіолу (наприклад, моностеароїл-1,2-пропандіол, дистеароїл-1,2-пропандіол).

Фізико-хімічні властивості. Це прозора в'язка рідина або гранули від білого до кремового кольору з т. топ. 30-40^{0}С (для естерів насичених кислот). Емульгатор добре розчиняється в спиртах, вуглеводнях; не розчиняється у воді. Термостійкість та стійкість до гідролізу таких емульгаторів достатня для застосування в харчових технологіях. Кислотне число становить не більше 20 мг КОН/ г.

Добування. Наведені емульгатори одержують реакцією естерифікацією вищих карбонових кислот II з α-пропіленгліколем I, в результаті якої утворюються до 50-60% моноестерів III і 30-40% діестерів IV:



I II III IV

З метою одержання емульгатора із вмістом моноестеру III до 90-95%, проводять швидку дистиляцію отриманої суміші. У кінцевому продукті містяться також домішки: моно-, ди- і триацилгліцероли,

вільні вищі карбонові кислоти, поліпропіленгліколь (ди- і тримери) та його естери зі згаданими кислотами.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 85,0%, загальної кількості пропіленгліколю – 11,0-31,0%, залишків вільного пропіленгліколю - не більше 1,5%, ди- і тримерів пропіленгліколю – не більше 0,5%, вільних вищих карбонових кислот (на зразок олеїнової) – не більше 6,0%, сульфатного попелу – не більше 0,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

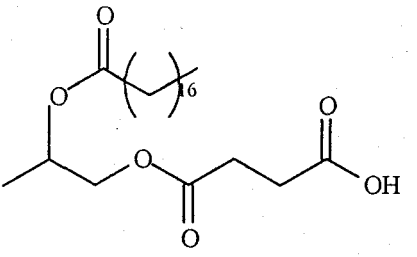
Метаболізм і токсичність. В організмі людини жирнокислотна складова емульгатора розщеплюється ензимами ліпазами.

Е446 Сукцистеарин

Емульгатор.

Синоніми: стеароїлпропіленгліколькгідросукцинат, stearoyl propylene glycol hydrogen succinate, succistesrin.

Будова. Сукцистеарин за хімічною будовою є естером пропіленгліколю, одна гідроксильна група якого утворює естерний зв'язок з карбоксильною групою стеаринової кислоти або іншої насиченої харчової кислоти (переважно C_{16} або C_{18}), а друга – з карбоксильною групою сукцинатної (бурштинової) кислоти:

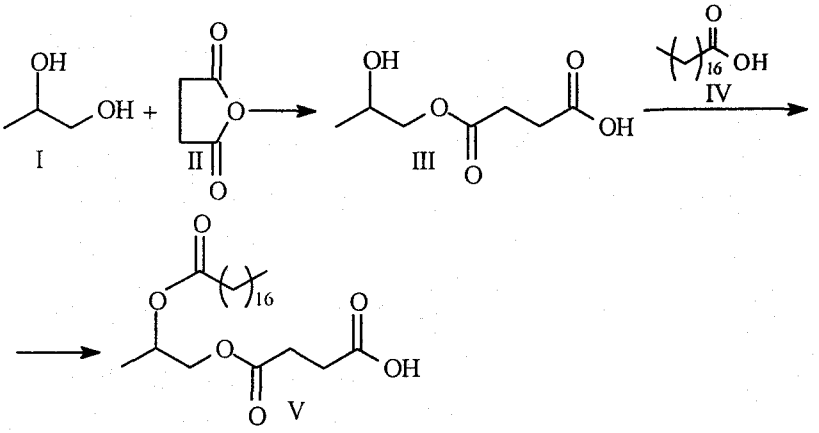


Кількість ланок естерів сукцинатної кислоти становить 45,0-75,0%.

Хімічна назва: стеароїлпропіленгліколькгідросукцинат.

Фізико-хімічні властивості. Кислотне число сукцистеарину становить 50-150 мг КОН/ г, гідроксильне число - 15-50 мг КОН/ г.

Добування. Синтез сукцистеарину відбувається шляхом прямої взаємодії пропіленгліколя I з сукцинангідридом II у співвідношенні 1:2 при 110^0С в присутності каталізаторів на зразок карбонату натрія або без нього в безводному середовищі. До утвореного моноестеру III надалі додають насичені кислоти на зразок стеаринової IV і в результаті реакції естерифікації утворюється сукцистеарин V:



По другому методу діють сукцинангідридом на дистильовані моноестери пропіленгліколя і вищих карбонових кислот, синтез яких наведений раніше (Е477).

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить 45,0-75,0 %.

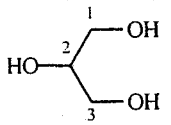
Е471* Моно- і діацилгліцероли вищих карбонових кислот

Емульгатори, стабілізатори, покриття, стабілізатори піни або антивспінювачі (залежно від складу), поліпшувачі борошна та хліба (дистильовані моноацилгліцероли).

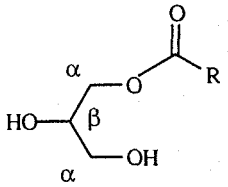
Синоніми: моно- та дигліцериди харчових жирних кислот, дистильовані моногліцериди жирних кислот, дистильовані моноацилгліцероли вищих карбонових кислот, МГД, mono- and

diglycerides of edible fatty acids, monoglycerides of edible fatty acids, monodiglyceride.

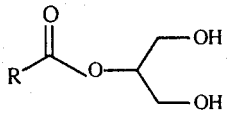
Будова. Емульгатори наведеного типу за хімічною будовою є неповними естерами гліцеролу та вищих карбонових (жирних) кислот. Зауважимо, що молекула гліцеролу містить три гідроксильних групи і здатна утворювати різні типи естерів залежно від своєї природи (первинна та вторинна) і взаємного розташування. Естери з ацилгрупою при атомі С1 отримують α-позначення, при С2 - β. У свою чергу, вищі карбонові кислоти, що формують нативні тваринні жири (свинячий, баранячий, коров'ячий тощо) є здебільшого насиченими і розташовані переважно в α-положенні за винятком свинячого, а ненасичені (меншою кількістю), які формують олії, здебільшого в β-положенні:



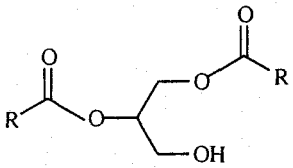
Гліцерол



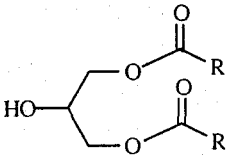
α-Моноацилгліцерол



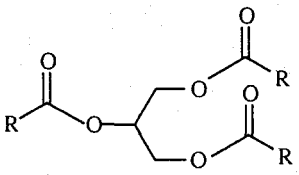
β-Моноацилгліцерол



α,β-Діацилгліцерол



α,α-Діацилгліцерол



Триацилгліцерол

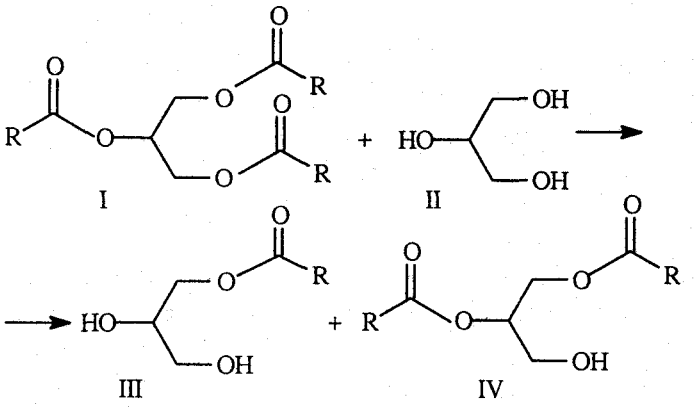
Хімічна назва: моностеарат гліцеролу, дистеарат гліцеролу.

Фізико-хімічні властивості. Ацилгліцероли насичених кислот є порошками, гранулами, кульками, восками від білого до кремового кольору, які розчиняються в етанолі, бензені, хлороформі; не розчиняються у воді. Ацилгліцероли ненасичених кислот є відповідними маслами або оліями жовто-коричневого забарвлення. Вони мають достатньо широкий діапазон температури топлення залежно від хімічної природи карбонової кислоти, наприклад,

т. топ. чистого моностеарату (тристеароїлгліцеролу) становить 56^{0}С. Кислотне число - 5,0-6,0 мг КОН/ г, йодне число – 3,0-34,0 г I_2/100 г.

Джерело. Моно- і діацилгліцероли є проміжними сполуками процесу метаболізма харчових олій і жирів.

Добування. Моно- та діацилгліцероли одержують реакцією переестерифікації жирів I гліцеролом II з утворенням суміші моно- III (40-60%) та діацилгліцеролу IV (30-50%):



При необхідності збільшення кількості моноацилгліцеролів (значно ефективніших емульгаторів порівняно з відповідними діацилпохідними) до 90,0-95,0% проводять молекулярну дистиляцію. Після неї вміст α-моноацилгліцеролу доходить до 80,0%. Крім того, залишається окремо суміш, що містить приблизно до 80% діацилгліцеролів, які використовуються як антивспінювачі. У цілому, дані емульгатори містять крім моно- і діацилгліцеролів триацилгліцероли (нейтральні жири), вільні вищі карбонові кислоти, гліцерол, естери полігліцеролу.

Вміст моно- і діацилгліцеролів у кінцевому продукті становить не менше 70,0%, загального гліцеролу – 16,0-33,0%, вільного гліцеролу – не більше 7,0%, полігліцеролів – не більше 4,0% для дигліцеролів і не більше 1,0% – для вищих полігліцеролів, води – не більше 2,0% (за Фішером), сульфатного попелу після прокалювання (800 ± 25^{0}С) – не більше 0,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

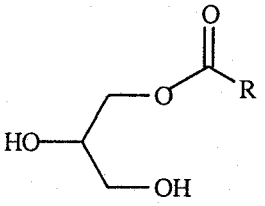
Метаболізм і токсичність. Моно- і діацилгліцероли вищих карбонових кислот в організмі людини перетравлюються та засвоюються подібно до жирів.

Е441 Високогліцеролізований гідрогенізований рапсовий жир

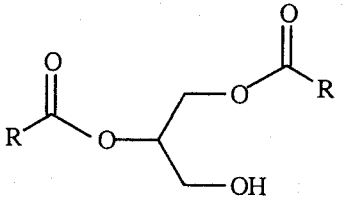
Емульгатор.

Синоніми: високогліцеризована, гідрогенізована рапсова олія; гідрогенізована рапсова олія з високим вмістом гліцеролу, superglycerinated hydrogenated rapeseed oil; rapeseed oil, hydrogenated, superglycerinated.

Будова. За хімічною будовою наведений емульгатор складається переважно з моно- та діацилгліцеролів із невеликою кількістю триацилгліцеролів:



Моноацилгліцероли



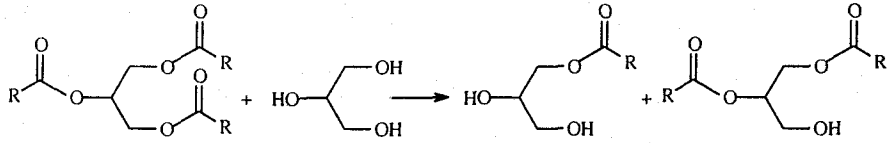
Діацилгліцероли

Природа і кількість вищих карбонових кислот в їх молекулах така ж сама, як і у натуральній рапсовій олії, але тільки у насиченій формі. Такий рапсовий жир одержують шляхом повного каталітичного гідрування натуральної рапсової олії в присутності нікелю при температурі 170-180^{0}С. Нативна рапсова олія для порівняння містить у своєму складі вищі карбонові кислоти, %: міристинової (тетрадеканової) $CH_3(CH_2)_{12}COOH$ – 1,5, стеаринової (октадеканової) $CH_3(CH_2)_{16}COOH$ – 1,6, арахінової (ейкозанової) $CH_3(CH_2)_{12}COOH$ – 1,5, олеїнової (*цис*-9-октадеценової) $CH_3(CH_2)_7CH{=}CH(CH_2)_7COOH$ – 20-25, ерукової (*цис*-13-докозенової) $CH_3(CH_2)_7CH{=}CH(CH_2)_{11}COOH$ – 56-65, лінолевої (*цис-цис*-9,12-октадекадієнової) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}(CH_2)_3\text{-}CH{=}CH\text{-}CH_2CH{=}CH\text{-}(CH_2)_7COOH$ – 14, ліноленової (*цис-цис-цис*-9,12,15-октадекатриєнової)

CH_3CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-$(CH_2)_7COOH$ – 2-3. Перевод ненасичених кислот у насичені призводить до зміни фізичної консистенції продукту з рідкої в тверду, тобто він стає жиром.

Фізико-хімічні властивості. Це біла тверда речовина, яка не розчиняється у воді; розчиняється в дихлороетані, бензені, толуені, рослинних оліях. Йодне число становить не більше 4 г I_2/100 г, кислотне число – не більше 6 мг КОН/ г.

Добування. Високогліцеролізований жир одержують шляхом нагрівання при 165^{0}С суміші повністю гідрогенізованого рапсового жиру I з гліцеролом II в присутності гідроксиду натрія при невеликому вакуумі та постійному перемішуванні шляхом парового розбризкування компонентів. При цьому відбувається частковий гліцероліз або часткова переестерифікація триацилгліцеролі в до моно- III і діацилгліцеролів IV:



I II III IV

Вміст у кінцевому продукті ерукової кислоти становить не більше 1,0%, вільних вищих карбонових кислот на зразок олеїнової – не більше 2,0%, вільного гліцеролу – не більше 1,0%.

Метаболізм і токсичність. Моно- і діацилгліцероли вищих карбонових кислот в організмі людини перетравлюються та засвоюються подібно до жирів.

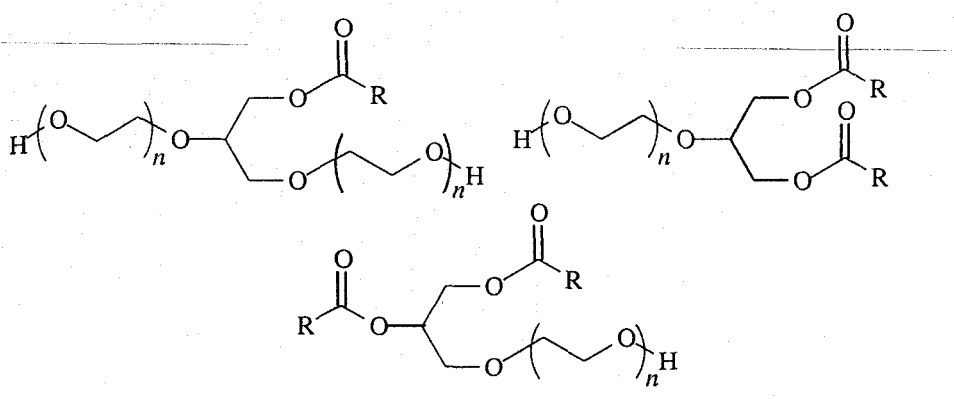
Е488 Етоксильовані моно- і діацилгліцероли вищих карбонових кислот

Емульгатори.

Синоніми: етоксильовані моно- та дигліцериди, полігліцерати 60, поліоксиетилен(20) моно- та гліцериди жирних кислот, polyglycerate 60, ethoxylated mono- and diglycerides.

Будова. За хімічною будовою наведені речовини є моно- і діацилгліцеролами вищих карбонових кислот (див. Е471), у молекулах яких по вільним гідроксильним групам гліцеролового

фрагменту в α- або β-положеннях приєднані етиленгліколеві ланки з середньою кількістю 20:



Фізико-хімічні властивості. Це біло-жовта напіврідка маса, яка розчиняється в органічних розчинниках і слабо – у воді. Число омилення становить 65 – 75 мг КОН/ г, кислотне число – 0 – 2 мг КОН/ г, гідроксильне число – 65 – 80 мг КОН/ г.

Добування. Такий емульгатор одержують початковою реакцією прямої естерифікації гліцеролу і суміші харчових карбонових кислот (переважно стеаринової, пальмітинової і міристинової) в кислому середовищі при нагріванні до того часу, поки кислотне число досягне значення не більше 0,3, а кількість води в системі - не більше 0,2%. Після цього на утворену суміш моно- та діацилгліцеролів діють оксидом етилену в умовах аналогічно (Е432). За іншим варіантом процес починається з реакції переестерифікації жирів гліцеролом (гліцеролізом жирів), аналогічно (Е471), з наступною взаємодією з оксидом етилену.

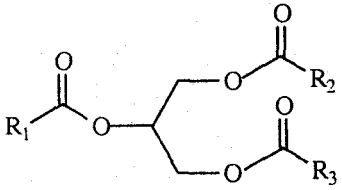
Вміст ланок оксиетилену у кінцевому продукті становить 60,5 – 65,0%.

Е472а* Естери гліцеролу з ацетатною та вищими карбоновими кислотами

Емульгатори, стабілізатори, антиоксиданти, покриття, розділювачі.

Синоніми: естери гліцерину та оцтової і жирних кислот, моно- і дигліцериди оцтової і жирних кислот, ацетильовані моно- і дигліцериди, ацетогліцериди, acetic and fatty acid esters of glycerol, acetylated mono- and diglycerides, acetoglycerides, acetic acid esters of mono- and diglycerides.

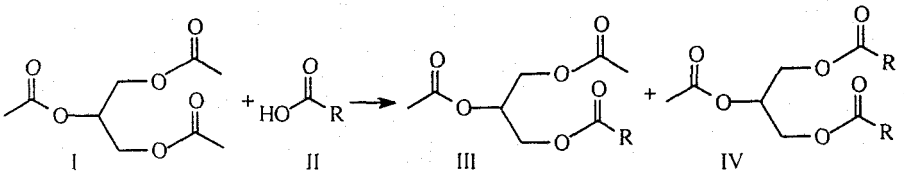
Будова. За хімічною будовою такі речовини є естерами гліцерола з однією або двома молекулами вищих карбонових (харчових) кислот та однією або двома молекулами ацетатної кислоти:



де R_1, R_2, R_3 - залишки вищих карбонових кислот, ацетатної кислоти або Н.

Фізико-хімічні властивості. Це речовина з консистенцією від яскраво-жовтої олії до пластичного воску, яка розчиняється в етанолі; не розчиняється у воді. Кислотне число становить не більше 6 мг КОН/ г, число Рейхерта-Мейсля – 75-150.

Добування. Естери гліцеролу та ацетатної і вищих карбонових кислот III, IV одержують реакцією переестерифікації при взаємодії жирів з ацетатним ангідридом або переестерифікацією триацетилгліцеролу (триацетину) І вищими карбоновими кислотами II:



Вміст у кінцевому продукті загальної кількості гліцеролу становить 14,0-31,0%, загальної ацетатної кислоти – 9,0-32,0%, вільного гліцеролу – не більше 2,0%, вільних карбонових кислот, включаючи ацетатну – не більше 3,0%, сульфатного попелу – не більше 0,5% (800 ± 25^{0}С), арсену - не більше 3 мг/кг, плюмбуму –

не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

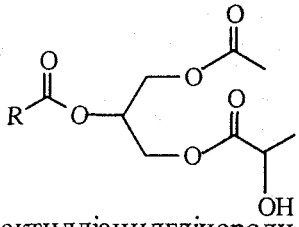
Метаболізм і токсичність. Наведені естери організмом людини повністю гідролізуються та засвоюються.

Е472b* Естери гліцеролу з лактатною та вищими карбоновими кислотами

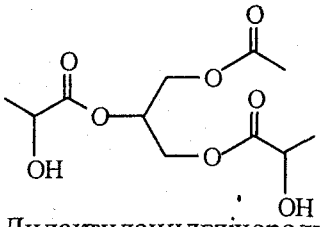
Емульгатори, засоби для обробки борошна, піноутворювачі, стабілізатори піни.

Синоніми: естери гліцерола, молочної кислоти та жирних кислот; лактильовані моно- та дигліцериди, лактильовані моно- та діацилгліцероли, лактогліцериди, лактоацилгліцероли, lactic and fatty acids esters of glycerol, lactylated mono- and diglycerides, lactylic esters of fatty acids, LACTEM, lactoglycerides.

Будова. Наведений емульгатор є сумішшю естерів гліцеролу з вищими карбоновими та лактатною кислотами:



Лактилдіацилгліцероли



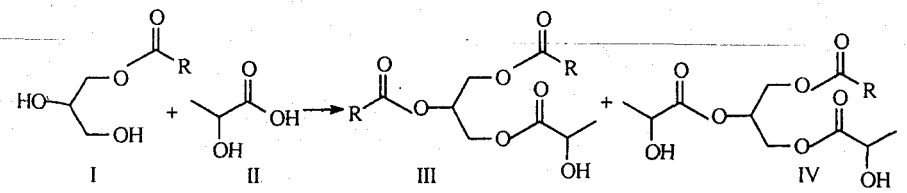
Дилактилацилгліцероли

Хімічна назва: лактилдіацилгліцерол і дилактилацилгліцерол.

Фізико-хімічні властивості. Це масла або воски від білого до коричневого кольору. Їхня температура топлення і твердість менша, ніж у відповідних моноацилгліцеролів. Наведені емульгатори диспергуються у гарячій воді і не розчиняються у холодній. Мають малу стійкість до гідролізу.

Добування. Емульгатори цього типу одержують реакцією естерифікації суміші гліцеролу, лактатної та відповідних карбонових кислот. По другому методу їх отримують естерифікацією продуктів дистиляції – моноацилгліцеролів I безпосередньо лактатною кислотою II з частковою переестерифікацією (перегрупування

ацильних залишків), в результаті якої утворюються відповідні лактати ди- III та моноацилгліцеролу IV:



Кінцева суміш містить також моно-, ди- і триацилгліцероли; лактатну та полілактатну кислоти.

Вміст у кінцевому продукті загальної кількості гліцеролу становить 13,0-30,0%, загальної лактатної кислоти – 13,0-45,0%, вільного гліцеролу – не більше 2,0%, вільних карбонових кислот, включаючи лактатну – не більше 3,0%, сульфатного попелу – не більше 0,5% (800 ± 25^{0}C), арсену - не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

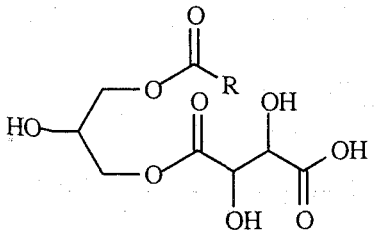
Метаболізм і токсичність. Наведені сполуки вже у складі харчових продуктів переважно гідролізуються до моноацилгліцеролів і лактатної кислоти і тому *in vivo* легко засвоюються людиною.

Е472d Естери гліцеролу з тартратною та вищими карбоновими кислотами

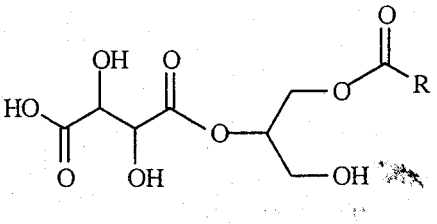
Емульгатори, стабілізатори, антиоксиданти.

Синоніми: ефіри моно- і діацилгліцеридів винної та жирних кислот, tartaric and fatty esters of glycerol, tartaric acid esters of mono- and diglycerides of fatty acids.

Будова. За хімічною будовою це естери моно- і діацилгліцеролів з тартратною кислотою:



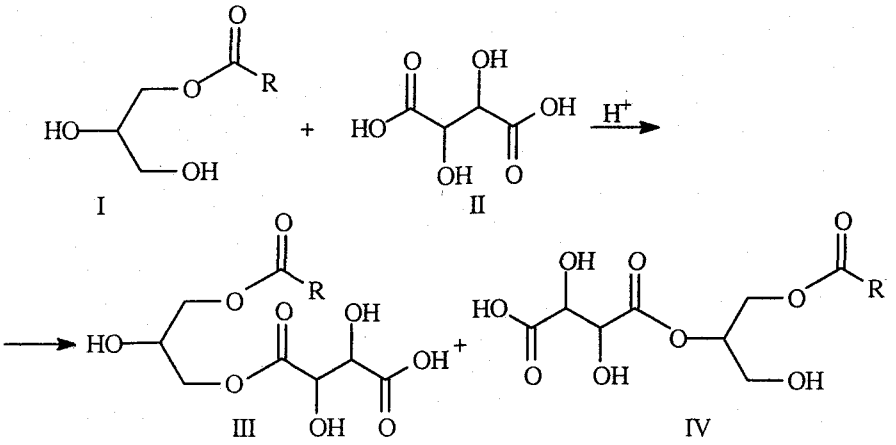
α-Тартрил-α-ацилглицероли



β-Тартрил-α-ацилгліцероли

Фізико-хімічні властивості. Це високов'язкі оліїсті речовини або тверді воски жовтого кольору, які розчиняються у воді.

Добування. Наведений емульґатор одержують реакцією естерифікації ланок моно- I і діацилгліцеролів по гідроксильним групам з тартратною кислотою II:



На схемі показано утворення відповідних естерів III і IV, виходячи тільки з моноацилгліцеролу.

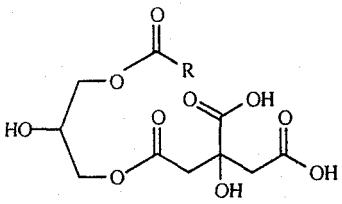
Вміст у кінцевому продукті загальної кількості тартратної кислоти становить 15,0-50,0%, загальної кількості гліцеролу – ,12,0-29,0%, вільних вищих карбонових кислот (олеїнової) – не більше 3,0%, вільного гліцеролу – не більше 2,0%, сульфатного попелу (800 ± 25^{0}C) – не більше 0,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

E472c* Естери гліцеролу з цитратною та вищими карбоновими кислотами

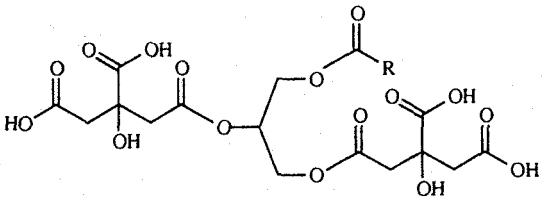
Емульгатори, стабілізатори, синергісти антиоксидантів, поліпшувачі борошна та хліба.

Синоніми: естери лимонної кислоти і моно- та дигліцеридів жирних кислот, естери гліцерину з лимонною та жирними кислотами, цитрогліцериди, цитроацилгліцероли, citric and fatty acid esters of glycerol, CITREM, citroglycerides.

Будова. Такі емульгатори є естерами гліцеролу з однією-двома молекулами цитратної (лимонної) кислоти і однією-двома молекулами вищих карбонових кислот. Цитратна кислота як триосновна може утворювати естерні зв'язки по СООН-групі з іншою молекулою ацилгліцеролу або по ОН-групі, як гідроксикислота, з іншою молекулою карбонової кислоти:



Моноцитромоноацилгліцероли

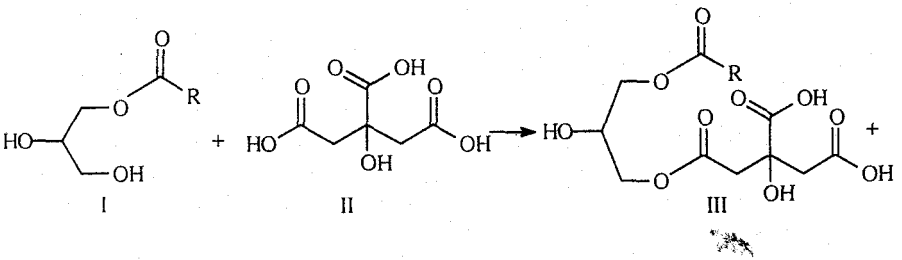


Дицитроацилгліцероли

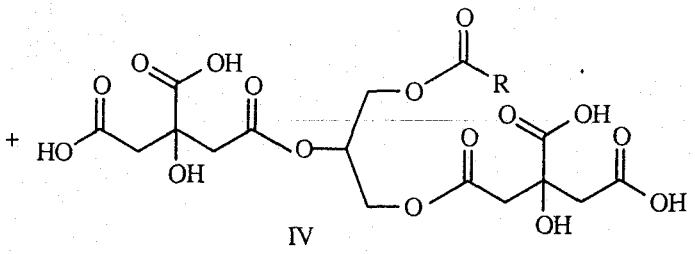
Хімічна назва: моноцитродіацилгліцероли і дицитроацилгліцероли.

Фізико-хімічні властивості. Це коричневі масла або білі воски. Вони диспергуються у гарячій воді; розчиняються у вуглеводнях, рослинних оліях; не розчиняються у холодній воді, етанолі. Мають відносно малу термічну стабільність. Стійкість таких естерів до гідролізу недостатня, внаслідок чого в їхніх молекулах частково відбуваються ацильні перегрупування.

Добування. Наведені сполуки одержують прямою взаємодією всіх компонентів (гліцеролу, цитратної та вищих карбонових кислот). За другим методом проводять естерифікацію моноацилгліцеролів (дистильованих) I цитратною кислотою II. На схемі показано утворення тільки цитромоноацилгліцеролів III та дицитроацилгліцеролів IV, без врахування інших можливих взаємодій у системі:



I II III



IV

Вміст у кінцевому продукті загальної кількості цитратної кислоти становить 13,0-50,0%, загального гліцеролу 8,0-33,0%, загальної кількості карбонових кислот 37,0-81,0%, вільного гліцеролу – не більше 2,0%; вільних вищих карбонових кислот – не більше 3,0%; сульфатного попелу ненейтралізованих речовин – не більше 0,5%, сульфатного попелу частково або повністю нейтралізованих речовин – не більше 10,0%; арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг. Крім того, у суміші присутні також моно-, ди- та триацилгліцероли, естери цитратної кислоти з гліцеролом або карбоновими кислотами. Залишкові карбоксильні групи цитратної кислоти можна нейтралізувати основами, в результаті чого емульгатор стає іоногенним.

Метаболізм і токсичність. Цей емульгатор в організмі людини повністю гідролізується та засвоюється.

Е472е* Естери гліцеролу з діацетилтартратною та вищими карбоновими кислотами

Емульгатори, стабілізатори, антиоксиданти.

Синоніми: ефіри гліцерину і діацетилвинної та жирних кислот, mono- and diacetyl tartaric acid esters of mono- and diglycerides of fatty acids.

Будова. Див. Е427f Змішані естери гліцеролу з тартратною, ацетатною та вищими карбоновими кислотами.

Фізико-хімічні властивості. Див. Е427f.

Добування. Див. Е427f.

Вміст у кінцевому продукті загальної тартратної кислоти становить 10,0-40,0%, загальної ацетатної кислоти 8,0-32,0%, загального гліцеролу 11,0-28,0%, вільних вищих карбонових кислот – не

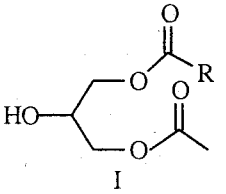
більше 3,0%, вільного гліцеролу – не більше 2,0%, вільної тартратної кислоти – не більше 1,0%, сульфатного попелу (800 ± 25^{0}C) – не більше 0,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг. Як домішки містяться також: моно-, ди- та триацилгліцероли; ацетати гліцеролу, моноацетилтартратна кислота та її естери.

E472f* Змішані естери гліцеролу з тартратною, ацетатною та вищими карбоновими кислотами

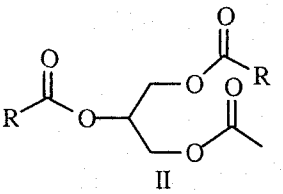
Емульгатори, поліпшувачі борошна та хліба.

Синоніми: змішані естери гліцерину і винної, оцтової та жирних кислот; ДВК-естери, МГС-ДВ, естери гліцерину і діацетилвинної та жирних кислот; естери гліцеролу, діацетилвинної та вищих карбонових кислот; diacetyltartaric acid esters of mono- and diglycerides, mixed tartaric acetic and fatty acid esters of glycerol, DATEM.

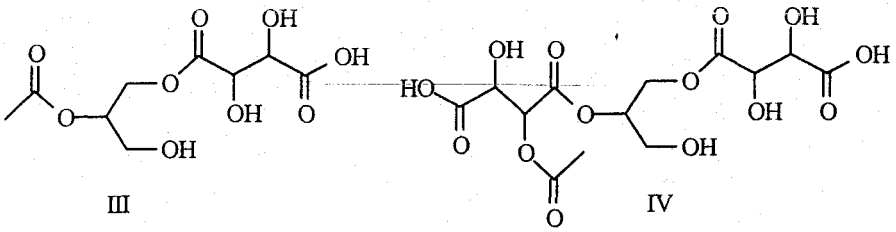
Будова. Наведений емульгатор практично не відрізняється від емульгатора E472e за хімічним складом і розпізнати їх практично неможливо. Це складні суміші естерів однієї молекули гліцеролу з 1 або 2 молекулами вищих карбонових кислот, 1 або 2 молекулами тартратної (винної) кислоти, від 1 до 4 молекул ацетатної кислоти. Крім того, фрагменти тартратної кислоти по гідроксильним групам ще можуть бути естерифіковані ацетатною кислотою і 2 молекулами ацилгліцеролів, також з вільними гідроксильними групами. Таку будову можна показати певною мірою умовно за допомогою відповідних хімічних формул:



I



II



III IV

Хімічна назва: моноацетилмоноацилгліцероли I, ацетилдіацилгліцероли II, моноацетилмонотартрилгліцероли III, монотартрилмоноацетилтартрилгліцероли IV.

Фізико-хімічні властивості. Це оліїсті або тверді воскоподібні речовини жовто-білого кольору, які диспергуються в холодній і гарячий воді; розчиняються в жирах, спиртах, ацетоні. Вони вважаються нестійкими до гідролізу та дії температури.

Добування. Наведені емульгатори одержують ацилюванням тартратної кислоти ацетатним ангідридом з подальшою взаємодією отриманих продуктів з моно- та діацилгліцеролами. По другому методу проводять реакцію естерифікації моноацилгліцеролів з тартратною кислотою в присутності надлишку ацетатного ангідриду.

Вміст у кінцевому продукті загальної тартратної кислоти становить 20,0-40,0%, загальної ацетатної кислоти 10,0-20,0%, загального гліцеролу 12,0-27,0%, вільного гліцеролу – не більше 2,0%, вільних вищих карбонових кислот – не більше 3,0%, вільної ацетатної – не більше 5,5%, вільної тартратної – не більше 1,0%, сульфатного попелу (800 ± 25^{0}C) – не більше 0,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг. Як домішки містяться також: моно-, ди- та триацилгліцероли; ацетати гліцеролу, моноацетилтартратна кислота та її естери.

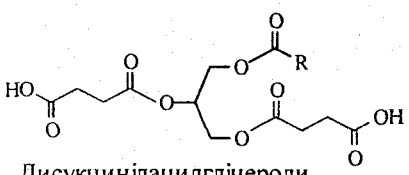
Метаболізм і токсичність. Такі емульгатори, частково при переробці, частково при нагріванні, а також при перетравлюванні їжі розщеплюються на вихідні складові, які організмом людини легко засвоюються і виводяться з кишечника.

E472g* Сукцинільовані моноацилгліцероли

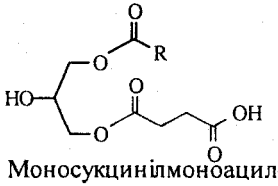
Емульгатори, поліпшувачі борошна та хліба, антиоксиданти.

Синоніми: естери моногліцеридів і янтарної кислоти, сукцинільовані моногліцериди, естери моноацилгліцеролів і бурштинової кислоти, succinylated monoglycerides.

Будова. Наведені емульгатори є сумішшю естерів сукцинатної кислоти (бутандіової) і моноацилгліцеролів (частково і діацилгліцеролів) приблизно наведеного виду:



Дисукцинілацилгліцероли

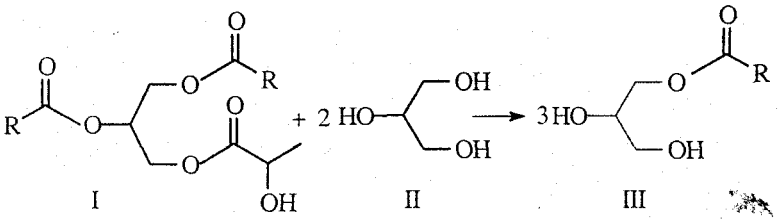


Моносукцинілмоноацилгліцероли

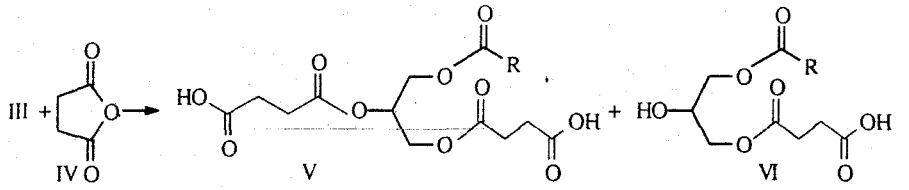
Хімічна назва: дисукцинілацилгліцероли, моносукцинілмоноацилгліцероли.

Фізико-хімічні властивості. Це воскоподібна маса темно-сірого кольору. Кислотне число становить 70-120 мг КОН/ г, гідроксильне число – 138-152 мг КОН/г, йодне число – 3 мг I_2/100 г.

Добування. Сукцинільовані моноацилгліцероли одержують шляхом прямої взаємодії в реакції естерифікації відповідних компонентів. По другому методу спочатку проводять переестерифікацію натуральних жирів I гліцеролом II (реакція гліцеролізу) з утворенням переважно моноацилгліцеролів III з наступним сукцинілюванням їх сукцинангідридом IV до відповідної суміші дисукцинілацилгліцеролів V і моносукцинілмоноацилгліцеролів VI:



I II III



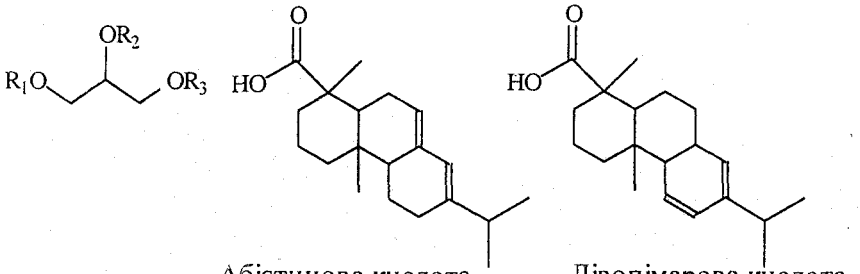
Вміст у кінцевому продукті зв'язаної сукцинатної кислоти становить не більше 15,0%, вільної сукцинатної кислоти – не більше 3,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг. У кінцевому продукті містяться також у невеликих кількостях триацилгліцероли, сукцинілдіацилгліцероли, вільний гліцерол тощо.

Е445* Естери гліцеролу та смоляних кислот

Емульгатори, стабілізатори, загущувачі.

Синоніми: естери гліцерину та смоляних кислот, ester gum, glycerol esters of wood rosin.

Будова. Наведені естери є сумішшю ди- та триацилгліцеролів, продуктів взаємодії гліцеролу з монокарбоновими смоляними кислотами. Смоляні кислоти на зразок лівопімарової, декстропімарової належать до похідних циклічних дитерпенів групи абієтану з брутто-формулою $C_{20}H_{32}O_2$ і складають основу каніфолі. Смоляні кислоти добувають з живиці хвойних дерев, здебільшого різних видів сосни *Pinus pinaster, P. maritima.* При їх виділенні з живиці утворюється суміш, яка містить приблизно 90,0% смоляних кислот і 10,0% некислотних речовин. При цьому в процесі добування таких кислот відбувається ізомеризація лівопімарової кислоти до абієтинової. На схемі залишок $R_{1\text{-}3}$ позначає фрагменти смоляних кислот або атом(и) водню:



Абієтинова кислота Лівопімарова кислота

Хімічна назва: естери гліцеролу та смоляних кислот.

Фізико-хімічні властивості. Це тверді речовини від жовтого до яскраво-бурштинового кольору з температурою розм'якшення 82-90^{0}С. Вони розчиняються в бензені, ацетоні; не розчиняються у воді. Кислотне число становить 3-9 мг КОН/г, гідроксильне число – 15-45 мг КОН/г.

Добування. Наведені емульгатори одержують реакцією естерифікації гліцеролу смоляними кислотами в кислому середовищі.

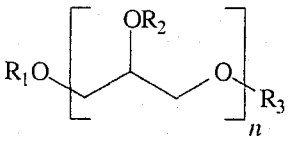
Вміст у кінцевому продукті арсену становить не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Е475* Естери полігліцеролу і вищих карбонових кислот

Емульгатори, піногасники, диспергуючі агенти.

Синоніми: естери полігліцеридів та жирних кислот, полігліцериди, полігліцероли, polyglycerol esters of fatty acids, polyglycerides.

Будова. За хімічною будовою це естери полігліцеролу (ди- і тримера) і вищих карбонових кислот (насичених і ненасичених) із загальною формулою:



R_1, R_2, R_3 - атом водню або ацили

$n = 1 - 6$

Хімічна назва: полігліцерилполіалканоат (наприклад, тригліцерилмоностеарат, гексагліцерилтетраолеат тощо).

Фізико-хімічні властивості. Наведені емульгатори є оліїстими в'язкими рідинами від яскраво-жовтого до бурштинового кольору. При збільшенні частки гліцеролу такі естери стають твердішими. Вони добре розчиняються у спиртах, вуглеводнях; середньо – в теплій воді, теплих оліях; не розчиняються у холодній воді та гліколях.

Джерело. Естери полігліцеролу і вищих карбонових кислот містяться у використаних оліях (жирах) для смаження.

Добування. Наведені емульгатори одержують реакцією конденсації гліцеролу або приєднанням ацилгліцеролу до гліцеролу та переестерифікацією (очищеного) продукту жирами або естерифікацією вільними харчовими кислотами.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 90,0%, з яких естерів ди-, три- і тетрагліцеролу – не менше 70,0%, естерів гепта- і більше ацилгліцеролу – не більше 10,0%; загального гліцеролу та полігліцеролу – 18,0-60,0%, вільного гліцеролу та полігліцеролу – не більше 7,0%, вільних вищих карбонових кислот – не більше 6,0%, сульфатного попелу (800 ± 25^{0}C) – не більше 0,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

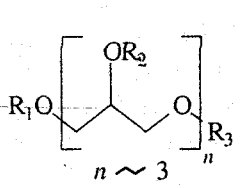
Метаболізм і токсичність. Полігліцеролові естери в організмі людини розщеплюються ензимами на складові, вільні полігліцероли виділяються з організму крізь нирки.

476* Естери полігліцеролу і взаємоестерифікованих рицинолевих кислот

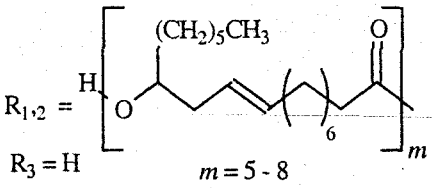
Емульгатори, розділювачі, плівкоутворювачі.

Синоніми: полігліцеринполірицинолеати, ПГПР, polyglycerol-polyricinoleat, polyglycerol esters of interesterified ricinoleic acid, PGPR.

Будова. За хімічною будовою ці речовини є естерами полігліцеролів (переважно ди- і тригліцеролів) з конденсованими гідроксикислотами внаслідок міжмолекулярної дегідратації (естерифікації). В результаті цієї реакції формується олігомерний ланцюг переважно з 5-8 ланок рицинолевої (12-гідрокси-*цис*-9-октадеценової) кислоти. При взаємодії таких блоків утворюється емульгатор у вигляді ди- і триполірицинолілгліцеролів з молекулярною масою більше 1000:



Полігліцерол



Полірицинолева кислота

Хімічна назва: полігліцерилполірицинолеати.

Фізико-хімічні властивості. Це в'язкі темні олії, які добре розчиняються в діетиловому етері, вуглеводнях, їх галогенопохідних, рослинних оліях; не розчиняються у воді, етанолі, гліколях. Мають добру стійкість до дії температури та гідролізу. Гідроксильне число становить 80-100 мг КОН/г, кислотне число – не більше 6 мг КОН/г, йодне число – 72-103 г I_2/100 г.

Добування. Утворення наведеного емульгатора відбувається внаслідок одночасного перебігу реакцій незалежної самоконденсації гліцеролу і рицинолевої кислоти та взаємодії утворених олігомерів між собою внаслідок реакції естерифікації.

Вміст у кінцевому продукті естерів ди-, три- і тетрагліцеролів становить не менше 75,0%, естерів гептагліцеролів і більше – не більше 10,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг. У кінцевій суміші присутні також у невеликих кількостях вільні гліцерол, полігліцероли, вищі карбонові гідроксикислоти, нейтральні жири (триацилгліцероли).

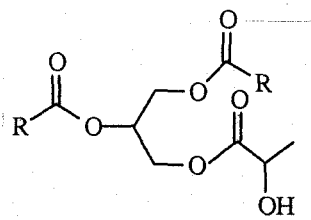
Метаболізм і токсичність. Основна частина емульгатора в організмі людини повільно розщеплюється в кишечнику, полірицинолева кислота всмоктується і розщеплюється в печінці, полігліцероли частково виділяються з калом та сечею залежно від довжини полімерного ланцюга.

Е478 Лактильовані естери гліцеролу і пропіленгліколю з вищими карбоновими кислотами

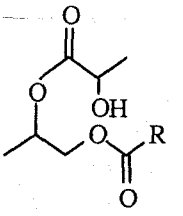
Емульгатори.

Синоніми: естери лактильованих жирних кислот, гліцерину та пропіленгліколю; lactylated fatty acids esters of glycerol and propylene glycol, propylenglycollactostearates.

Будова. Наведений емульгатор є сумішшю естерів гліцеролу та пропіленгліколю з вищими карбоновими кислотами та лактатною кислотою:



Лактилдіацилгліцероли

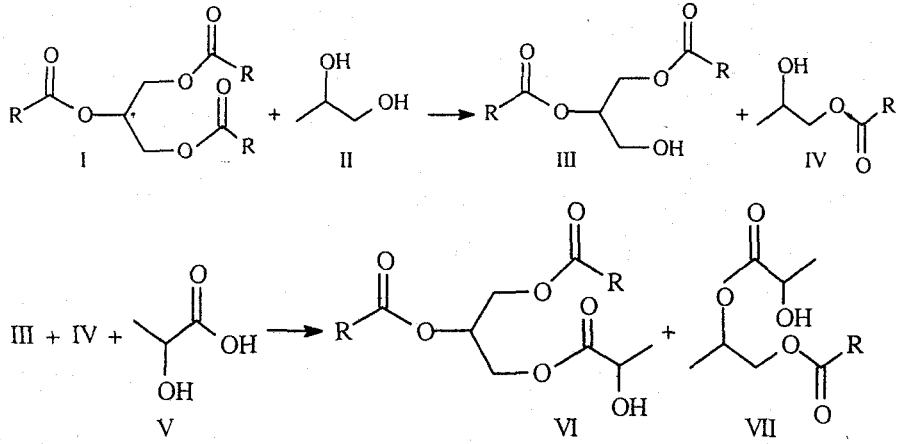


Лактилацил-α-пропіленгліколі

Хімічна назва: лактилдіацилгліцероли, лактилацил-α-пропіленгліколі.

Фізико-хімічні властивості. Це м'яка або тверда маса, яка диспергується у гарячій воді, помірно розчиняється у соєвій олії.

Добування. Такі естери одержують початковою реакцією переестерифікації триацилгліцеролів I (харчових жирів) з пропіленгліколем II, після чого на утворені продукти III і IV діють лактатною кислотою V. В результаті перебігу реакцій естерифікації утворюється суміш сполук VI і VII:



У кінцевому продукті загальна кількість карбонових кислот становить не більше 12,0%; зв'язаної лактатної кислоти, що не розчиняється у воді – 14,0 -18,0%; важких металів – не більше 10 мг/кг.

479b Термічно окиснена соєва олія з моно- і діацилгліцеролами

Емульгатор, розділювач, антивспінювач.

Синоніми: термічно окиснена соєва олія з моно- і дигліцеридами жирних кислот, оксистеарин, термоокиснена соєва олія, oxystearin, thermoxydated soja-oils, TOSOM.

Будова. Наведений емульгатор є сумішшю естерів зшитих ненасичених харчових кислот з полігліцеролом у надлишку нейтрального жиру (триацилгліцеролу). Крім того, зшиті між собою ненасичені кислоти додатково естерифіковані моноацилгліцеролами або гліцеролом.

Соєва олія належить до ненасичених рослинних олій і містить у своїх молекулах такі ненасичені кислоти (%): лінолева – 51,5-57,0, ліноленова – 2,0-3,0, олеїнова – 32,0-35,6. Кількість насичених кислот значно менша (%): стеаринова – 4,4-7,3 і пальмітинова – 2,4-6,8. При термічній обробці таких олій формуєтьсяу поперечно зшита будова внаслідок утворення ковалентних зв'язків між ланками ненасичених кислот естерів олії, що значно ускладнює однозначне трактування реакцій утворення і особливо хімічної структури кінцевого продукту.

Такі емульгари поділяють фактично на три різних за хімічною будовою продукти: 1) „оксистеарин"- Е387 (гл. 4.8), 2) „термоокиснена соєва олія" - Е479а і 3) „термоокиснена соєва олія, естерифікована моно- і діацилгліцеролами харчових кислот" - Е479b.

Фізико-хімічні властивості. Це воскоподібні речовини від жовтого до яскраво-коричневого кольору з т. топ. вище 40^0С ($55-65^0$С для продукту Е479b). Вони добре розчиняються у гарячих оліях; середньо – у гарячій воді; не розчиняється у холодній воді, оліях, жирах. Число омилення для Е479а становить не більше 220 мг КОН/г, пероксидне число для Е479а – не більше 5,0 і для Е479b – не більше 3,0 ммол O_2/кг.

Джерело. Термічно окиснена соєва олія міститься у використаному фритюрі (олія для прожарювання) як небажаний компонент.

Добування. Залежно від виду кінцевого продукту існують відповідні методи їхнього одержання. Так при м'якому окисненні

харчового жиру отримують „оксистеарин", при швидкому окисненні (200^{0}С) утворюється „термічно окиснена соєва олія" – Е479а. Якщо при цьому ввести до реакційного середовища гліцерол або моноацилгліцероли і провести реакцію естерифікації, то отримують „термічно окиснену соєву олію з моно- та діацилгліцеролами" – Е479b.

Вміст харчових кислот у кінцевому продукті для Е479а становить 91,0-97,0%; речовин, які не гідролізуються – не більше 1,0%; вищих карбонових кислот, які не розчиняються в петролейному ефірі – не більше 40,0%; метилових естерів вищих карбонових кислот, які не утворюють аддукти з карбамідом (сечовиною) – не більше 60,0%; епоксидів – не більше 0,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, важких металів – не більше 40 мг/кг. Як домішки містяться також у невеликих кількостях відповідні гідроксикислоти, кетокислоти, епоксидні та пероксидні сполуки.

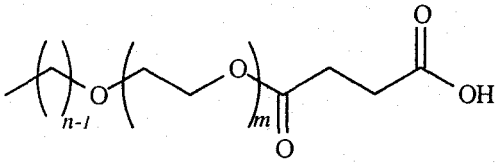
Вміст харчових кислот у кінцевому продукті для Е479b становить 83,0-90,0%, загальної кількості гліцеролу – 16,0-22,0%; вищих карбонових кислот, які не розчиняються в петролейному ефірі – не більше 2,0%; метилових естерів вищих карбонових кислот, які не утворюють аддукти з карбамідом (сечовиною) – не більше 9,0%; вільних вищих карбонових кислот – не більше 1,5%, вільного гліцеролу – не більше 2,0%, епоксидів – не більше 0,03%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг. Як домішки містяться також у невеликих кількостях відповідні гідроксикислоти, кетокислоти, епоксидні та пероксидні сполуки.

Метаболізм і токсичність. Ці речовини в організмі людини мають незначну здатність до перетравлювання. Мала кількість таких продуктів окиснення при використанні дає змогу розглядати їх як безпечні.

Оксиянт

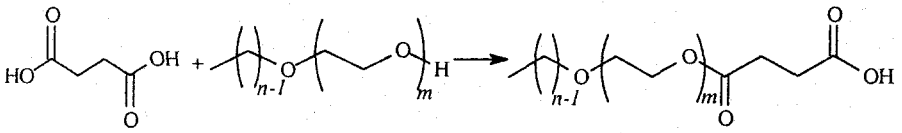
Емульгатор.
Синоніми: оксиетилсукцинат-21, oxyethylsuccinat.

Будова. За хімічною будовою такий емульгатор є моноестером сукцинатної (янтарної) кислоти та моноалкілових етерів на основі поліетиленгліколю та вищих спиртів (оксиетильованих вищих спиртів) — на зразок ОС-10 із загальною формулою $C_nH_{2n+1}O(C_2H_4O)_mH$, де n = 10-18, m = 8-10:



Фізико-хімічні властивості. Це жовта паста з т. топ. 37-39^{0}С, яка розчиняється у воді. Кислотне число становить 42-45 мг КОН/г, естерне число – 42-50 мг КОН/г.

Добування. Оксиянт III одержують конденсацією сукцинатної кислоти I або сукциніланґідрида з оксиетильованими спиртами II за механізмом реакції естерифікації в кислому середовищі:



Метаболізм і токсичність. Оксиянт дозволений до використання в багатьох країнах. Не дозволений в Україні та Росії.

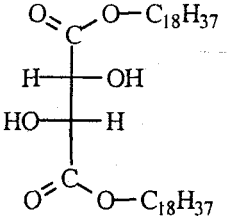
Е483 Стеарилтартрат

Емульгатор, засіб обробки борошна.

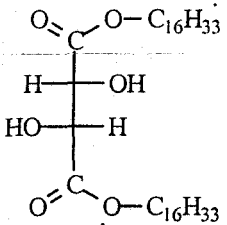
Синоніми: естер стеарилового спирту і винної кислоти, естер октадецилового спирту і тартратної кислоти, stearyl tartrate, stearyl palmityl tartrate.

Будова. Цей емульгатор є естером, здебільшого повним, тартратної кислоти та октадецилового спирту (1-октадеканолу) $C_{18}H_{37}OH$, який інколи називають „стеариловим". Другим компонентом такого емульгатора слугує аналогічний діестер цетилового

(„пальмітилового") спирту (1-гексадеканолу) $C_{16}H_{33}OH$, який завжди присутній у кількості до 50% у товарному октадециловому спирті:



Дистеарилтартрат

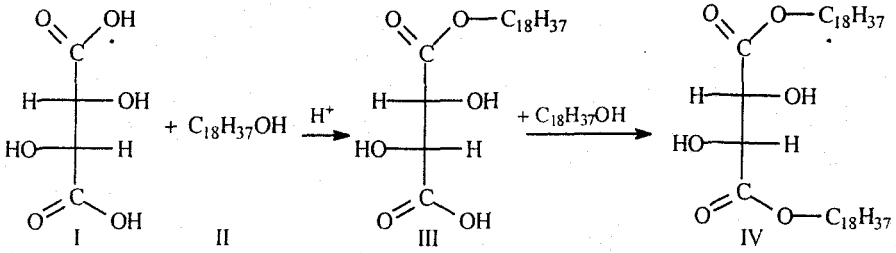


Дипальмітилтартрат

Хімічна назва: діоктадецилтартрат, дигексадецилтартрат.

Фізико-хімічні властивості. Це жовтуватий віск або кремоподібна паста з т. топ. 67-77^{0}С, які добре розчиняються в хлороформі; середньо – в гарячому етанолі; не розчиняються у воді, етанолі за нормальних умов. Кислотне число становить не більше 5-6 мг КОН/г, естерне число – 163-180 мг КОН/г, гідроксильне число – 200-220 мг КОН/г, йодне число – не більше 4 г I_2/100 г.

Добування. Синтез стеарилтартрату полягає у послідовних реакціях естерифікації тартратної кислоти (*D*-винної) I з октадеканолом II, в результаті чого утворюється суміш моноестеру III і діестеру IV:



Внаслідок присутності в реакційному середовищі іншого – цетилового спирту, паралельно утворюються відповідні моно- і діестери тартратної кислоти, яких у харчовій технології прийнято називати моно- і дипальмітилтартратами. Як домішки містяться також моноестери обох вищих спиртів, вільні спирти і тартратна кислота.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 90,0%; речовин, нерозчинних у хлороформі – не більше

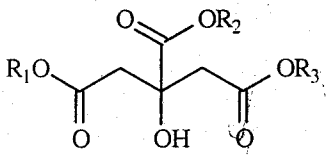
0,5%; речовин, які не омилюються – 77,0-83,0%; загальної тартратної кислоти – 18,0-35,0%, сульфатного попелу (800 ± 25^{0}C) – не більше 0,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Е484 Стеарилцитрат

Емульгатор.

Синоніми: естер стеарилового спирту і лимонної кислоти, естер октадецилового спирту і цитринової кислоти, октадецилцитрат, stearyl citrate.

Будова. За хімічною будовою це естери цитратної (лимонної) кислоти, або 3-карбокси-3-гідрокси-1,5-пентандіової кислоти, з сумішшю вищих нерозгалужених спиртів стеарилового (переважно) і пальмітилового (див. Е483):



R_1, R_2, R_3 - атом водню, стеарил (октадецил) і пальмітил (гексадецил)

Хімічна назва: гексадецилоктадецилцитрат, діоктадецилцитрат, дигексадецилцитрат

Фізико-хімічні властивості. Це оліїста речовина кремового кольору, яка розчиняється у гарячому етанолі.

Добування. Синтез таких естерів відбувається аналогічно естерам Е483 шляхом взаємодії цитратної кислоти з відповідними вищими спиртами в кислому середовищі.

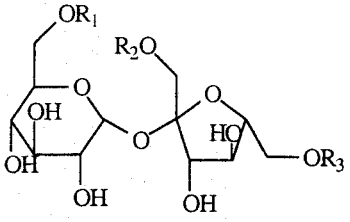
Вміст у кінцевому продукті речовин, які не розчиняються у хлороформі, становить не більше 0,5%; арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Е473* Естери сахарози і вищих карбонових кислот

Емульгатори, засоби обробки борошна, покриття.

Синоніми: естери цукру і жирних кислот, естери сахарози і жирних кислот, sucrose esters of fatty acids, sucrose fatty acid esters.

Будова. Наведений емульгатор є моно-, ди- або триестерами невідновлюючого дисахариду сахарози і однієї, двох або трьох молекул вищих карбонових кислот C_{12}-C_{24}:

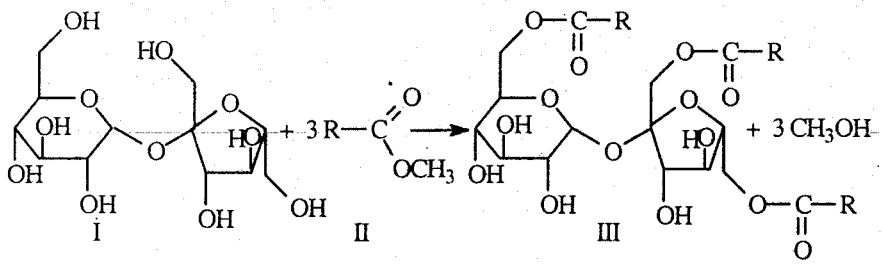


Моноестер: R_1, R_2 = H, R_3 = ацил
Діестер: R_2 = H, R_1, R_3 = ацили
Триестер: R_1, R_2, R_3 = ацили

Хімічна назва: моно-, ди- або триацилсахароза, або 2-О-(6-ацил-α-*D*-глюкопіранозил)-1,6-діацил-β-*D*-фруктофуранозид.

Фізико-хімічні властивості. Це міцні гелі (драглі), м'які речовини або порошки від білого до сірого кольору, які розчиняються в теплих спиртах, гліколях, інших органічних розчинниках; погано розчиняються у воді. Мають достатню стійкість до гідролізу та дії температури. Їх вважають ефективними емульгаторами систем „олія у воді", оскільки вони суттєво знижують поверхневий натяг на межі розподілу фаз олія/вода. Кислотне число становить не більше 6,0 мг КОН/г.

Добування. Синтез естерів сахарози полягає у реакції переестерифікації між дисахаридом сахарозою I і відповідними метиловими або етиловими естерами харчових карбонових кислот II. Інколи з метою збільшення вмісту таких естерів у кінцевому продукті проводять екстракцію реакційного середовища розчинниками на зразок диметилсульфоксиду, диметилформаміду, етилацетату, ізопропілового спирту, етилметилкетону тощо. На схемі показано утворення триестеру III:



Застосування згаданих органічних розчинників для екстракції вимагає відповідної ретельної очистки від них кінцевого продукту.

Вміст загальних естерів у кінцевому продукті становить не менше 80,0%, моноестерів – 40,0-60,0%, суми ди- та триестерів – 60,0-40,0%, вільної сахарози – не більше 5,0%, вільних вищих карбонових кислот – не більше 3,0%, сульфатного попелу – не більше 2,0% (800 ± 25^{0}C), залишків розчинників (диметилформаміду – не більше 1 мг/кг, диметилсульфоксиду – не більше 2 мг/кг, метанолу – не більше 10 мг/кг, етилметилкетону – не більше 10 мг/кг; етилацетату, пропіленгліколю та 2-пропанолу (сумарно чи окремо – не більше 350 мг/кг), арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

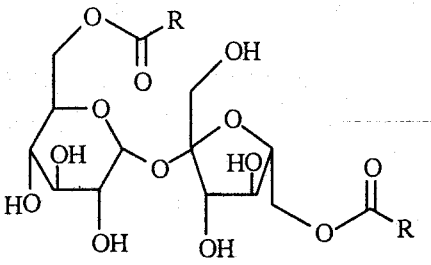
Метаболізм і токсичність. Наведені емульгатори в організмі людини повільно розщеплюються ензимами на сахарозу та вищі карбонові кислоти.

Е474 Сахарогліцероли

Емульгатори, засоби обробки борошна, покриття.

Синоніми: сахарогліцериди, естери цукру і жирних кислот, естери сахарози і вищих карбонових кислот, sucroglycerides.

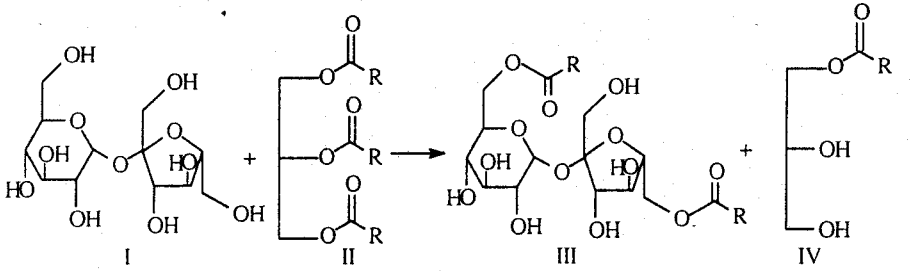
Будова. Наведений емульгатор за хімічною будовою подібний на аналогічний продукт (Е473) і є сумішшю основної речовини – переважно моно- і діестерів сахарози з моно-, ди- та триацилгліцеролами (гліцеридами).



Хімічна назва: діацилсахароза, або 2-О-(6-ацил-α-*D*-глюкопіранозил)-1-ацил-β-*D*-фруктофуранозид.

Фізико-хімічні властивості. Це напівтверда маса або білий порошок, які середньо розчиняються в етанолі, гліколях; не розчиняються у холодній воді. Такі речовини мають достатню стійкість до гідролізу. Термостійкість сахарогліцеролів залежить від вмісту сахарози. Кислотне число – не більше 6 мг КОН/г.

Добування. Емульгатри цього типу одержують реакцією переестерифікації сахарози I триацилгліцеролами II (харчовими жирами або оліями) в органічних розчинниках або без них. На спрощеній схемі показано утворення тільки діестеру сахарози III і не враховані реакції утворення відповідних моно- та триестеру при взаємодії сахарози I з однією або двома (трьома) молекулами іншого триацилгліцеролу II (залишки R в ацильних групах однакові або різні):



Каталізаторами реакції переестерифікації слугують метилат або етилат натрію, натрій, калій, алюмосилікати.

Вміст загальних естерів у кінцевому продукті становить 40,0-60,0%, вільної сахарози – не більше 5,0%, вільних вищих карбонових кислот – не більше 3,0%, сульфатного попелу – не більше 2,0%, залишків розчинників: диметилформаміду – не більше 1 мг/кг, ізобутилового спирту – не більше 10 мг/кг,

метанолу – не більше 10 мг/кг; етилацетату, ізопропілового спирту та циклогексану – не більше 350 мг/кг (разом чи окремо), арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

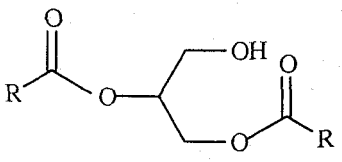
Метаболізм і токсичність. Сахарогліцероли в організмі людини повільно розщеплюються ензимами на відповідні дисахариди та вищі карбонові кислоти.

Е489 Естери кокосової олії і метилглюкозиду

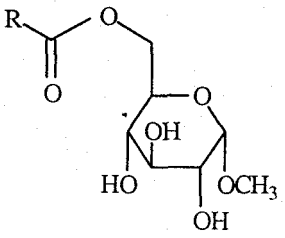
Емульгатори, стабілізатори; речовина, що полегшує фільтрування.

Синоніми: естери кокосового масла та метилглюкозиду, methyl glucoside, cocount oil ester; glucoside, methyl, cocoun oil ester.

Будова. За хімічною будовою наведений емульгатор є сумішшю моно- і діацилгліцеролів кокосової олії та 6-ацил-1-О-метил-*D*-глюкопіранозиду, утворених внаслідок реакції переестерифікації триацилгліцеролів цієї олії:



Діацилгліцерол



Моноацилглюкозид

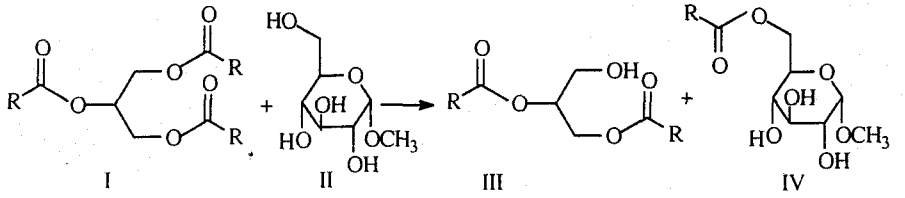
Реакції переестерифікації триацилгліцеролів дозволяють змінювати їхні колоїдно-хімічні властивості на зразок ГЛБ, в'язкості водних розчинів, розчинності у воді, здатності до змочування гідрофобної поверхні та розподілу між фазами та інших у харчових композиціях.

Кокосова олія складається переважно (до 92,0%) з триацилгліцеролів, до складу яких входять переважно насичені кислоти: лауринова (додеканова) – 44,1-51,3, міристинова (тетрадеканова) – 13,1-18,5, пальмітинова (гексадеканова) – 7,5-

10,5, каприлова (октанова) – 5,4-9,5, капринова (деканова) – 4,5-9,7, стеаринова (октадеканова) – 1,0-3,2 і капронова (гексанова) – 0,2-0,5,); три ненасичені - олеїнова (*цис*-9-октадеценова) – 5,0-8,2, лінолева (*цис-цис*-9,12-октадекадієнова) – 1,0-2,6 і арахідонова (*цис-цис-цис-цис*-5,8,11,14-ейкозатетраєнова) – 0-1,5). Для кокосової олії число омилення становить 246-268 мг КОН/г, йодне число – 8-10 г I_2/100 г.

Фізико-хімічні властивості. Це високов'язка рідина, яка розчиняється у воді. Кислотне число емульгатора становить 10-20 мг КОН/г, гідроксильне число – 200-300 мг КОН/г, число омилення – 178-190 мг КОН/г. pH 4,8-5,0 для 5% водного розчину.

Добування. Естери кокосової олії і метилглюкозиду (сполуки III і IV), як було зазначено вище, одержують шляхом реакції переестерифікації триацилгліцеролів I кокосової олії метиловим етером глюкози (метилглюкозидом) II хімічним і біотехнологічним методами. У першому випадку реакцію проводять в присутності мінеральних кислот, другому – в присутності ензиму ліпази з роду *Candida sp*:



I II III IV

Вважають, що застосування відповідних ензимів дозволяє проводити стереоселективну реакцію утворення моноацилглюкозиду IV по гідроксильній групі при первинному атомі С6 глюкопіранозного циклу.

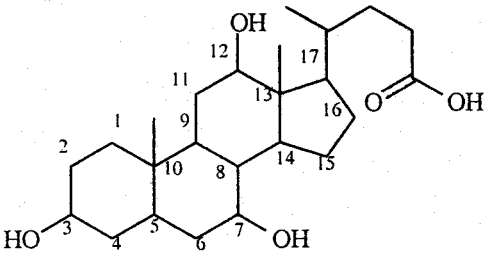
Метаболізм і токсичність. Токсичність наведеної речовини невідома. Вважають, що вона аналогічно кокосовій олії (кокосовому маслу) у надлишку в людському організмі сприяє накопиченню холестеролу в артеріях. Естери кокосової олії і метилглюкозиду дозволені до застосування в харчових технологіях, наприклад, для меляси, у співвідношенні 320 мас. ч. емульгатора на 1 млн ч. меляси.

Е1000 Холева кислота

Емульгатор

Синоніми: холієва кислота, холалова кислота, cholic acid, cholalic acid.

Будова. Холева кислота належить до тритерпенових стероїдів – жовчних кислот, конкретно до тригідроксипохідної 5α-холанової кислоти. Молекула холевої кислоти містить циклопентанопергідрофенантренове ядро та аліфатичний залишок з одною карбоксильною групою:



Хімічна назва: 3α,7α,12α-тригідрокси-5β-холан-24-ова кислота, або 3α,7α,12α-тригідроксихоланова кислота.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 199^{0}С, який добре розчиняєтьсяв етанолі, ацетатній кислоті, розведених лугах; погано розчиняється у воді. Значення питомого обертання $[\alpha]_D^{25}$ не більше +37^0. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,5%.

Джерело. Холева кислота міститься у вигляді солей лужних металів у жовчі людини, ссавців, деяких птахів.

Добування. Наведену кислоту добувають шляхом виділення з жовчі великої рогатої худоби. Для цього відповідні жовчі гідролізують 10-15% розчином лугу при 120-160^{0}С протягом 10-16 годин. За допомогою подальшого підкислення розведеною HCl та екстракцією діетиловим етером або етилацетатом виділяють кінцевий продукт, який додатково перекристалізовують.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, сульфатного попелу – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, важких металів – не більше 40 мг/кг.

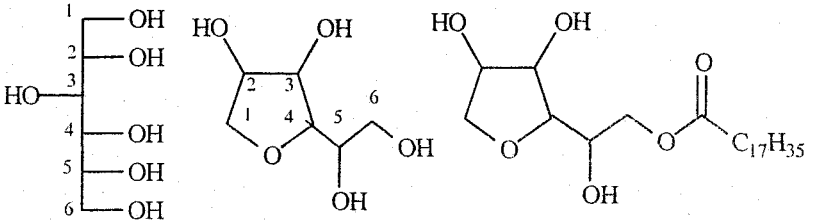
Метаболізм і токсичність. Холева кислота в організмі людини відіграє значну роль у процесах травлення та всмоктування ліпідів. Вона утворюється переважно у печінці та виділяється у складі жовчі.

Е491 Сорбітану моностеарат (СПЕН 60)

Емульгатор, піноутворювач або антивспінювач (залежно від середовища).

Синоніми: СПАН 60, sorbitan monostearate, SPAN 60.

Будова. Основним продуктом цього емульгатора є моноестер сорбітану (ангідроформи сорбітолу, або сорбіту) зі стеариновою кислотою. Сорбітан – похідна шестиатомного спирту сорбітолу (продукту відновлення глюкози) у циклічній ангідроформі (на зразок ангідриду), хімічна назва якого – 1,4-ангідро-*D*-сорбітол, або 1,4-сорбітан, або просто сорбітан):

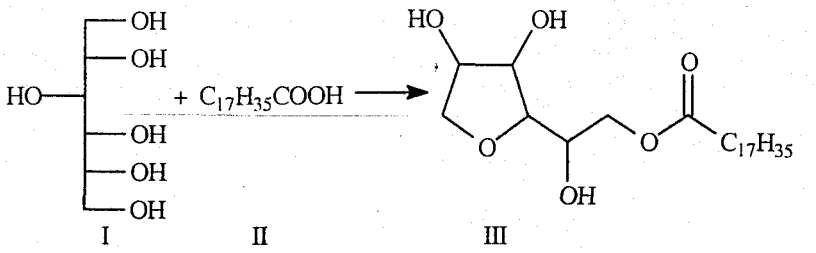


D-сорбітол Сорбітан Сорбітан моностеарат

Хімічна назва: 6-стеароїл-1,4-ангідро-*D*-сорбітол.

Фізико-хімічні властивості. Це твердий віск або порошок від кремового до жовто-коричневого кольору з т. топ. 52-54^{0}С. Він добре розчиняється у теплих спиртах, вуглеводнях; диспергується у теплій воді; не розчиняється у холодній воді. Число омилення становить 147-157 мг КОН/г, гідроксильне число 235-260 мг КОН/г і кислотне число 7-12 мг КОН/г.

Добування. Емульгатор СПЕН 60 (III) одержують шляхом прямої естерифікації сорбітолу I стеариновою кислотою II з одночасним утворенням відповідної ангідроформи (ангідриду):



I II III

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, води – не більше 1,5% (за Фішером), сульфатного попелу – не більше 0,5%, арсену – 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг. У кінцевому продукті містяться також у невеликих кількостях діестери сорбітану, моно- і діестери сорбітолу; у вільному стані – сорбітан, стеаринова кислота та її солі.

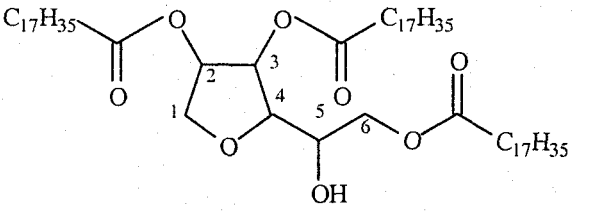
Метаболізм і токсичність. Естери сорбітану у кишечнику людини повільно розщеплюються на сорбітол і стеаринову кислоту, які в процесах метаболізму повністю засвоюються організмом.

E492* Сорбітану тристеарат (СПЕН 65)

Емульгатор, піноутворювач або антивспінювач (залежно від середовища).

Синоніми: СПАН 65, sorbitan tristearate, SPAN 65.

Будова. Основна сполука цього емульгатору – триестер сорбітану зі стеариновою кислотою (сорбітан – див. Е491):



Хімічна назва: 2,3,6-тристеароїл-1,4-ангідро-*D*-сорбітол.

Фізико-хімічні властивості. Це твердий віск або порошок від кремового до жовто-коричневого кольору з т. топ. 47-50^{0}С. Він добре розчиняється в толуені, діетиловому етері; диспергується в мінеральних та рослинних оліях, ацетоні; не розчиняється у воді, спиртах. Число омилення становить 176-188 мг КОН/г, гідроксильне число 66-80 мг КОН/г і кислотне число – не більше 15 мг КОН/г.

Добування. Емульгатор СПЕН 65 одержують шляхом прямої естерифікації сорбітолу відповідною кількістю стеаринової кислоти з одночасним утворенням ангідроформи (ангідриду) аналогічно СПЕН 60 (Е491).

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, води – не більше 1,5% (за Фішером), сульфатного попелу – не більше 0,5%, арсену – 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг. У кінцевому продукті містяться також у невеликих кількостях діестери сорбітану, моно- і діестери сорбітолу; у вільному стані - сорбітан, стеаринова кислота та її солі.

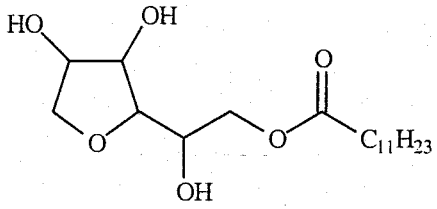
Метаболізм і токсичність. Див. (Е491) Сорбітану моностеарат.

Е493 Сорбітану монолаурат (СПЕН 20)

Емульгатор, піноутворювач або антивспінювач (залежно від середовища).

Синоніми: СПАН 20, sorbitan monolaurate, SPAN 20.

Будова. Основний продукт цього емульгатору – це моноестер сорбітану із лауриновою кислотою (сорбітан – див. Е491):



Хімічна назва: 6-лауроїл-1,4-ангідро-*D*-сорбітол.

Фізико-хімічні властивості. Це твердий віск або порошок від кремового до жовто-коричневого кольору з т. топ. нижче 25^0С. Він розчиняється в теплих спиртах, вуглеводнях; диспергується у теплій воді; не розчиняється у холодній воді. Число омилення становить 155-170 мг КОН/г, гідроксильне число 330-358 мг КОН/г і кислотне число – не більше 7 мг КОН/г.

Добування. Емульгатор цього типу одержують шляхом прямої естерифікації сорбітолу відповідною кількістю лауринової кислоти з одночасним утворенням ангідроформи аналогічно СПЕНу 60 (Е491).

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, води – не більше 2,0% (за Фішером), сульфатного попелу – не більше 0,5%, арсену – 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг. У кінцевому продукті містяться також у невеликих кількостях діестери сорбітану, моно- і діестери сорбітолу; у вільному стані – сорбітан, лауринова кислота та її солі.

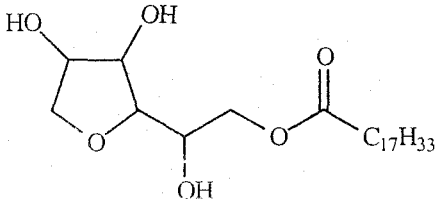
Метаболізм і токсичність. Див. (Е491) Сорбітану моностеарат.

Е494 Сорбітану моноолеат (СПЕН 80)

Емульгатор, піноутворювач або антивспінювач (залежно від середовища).

Синоніми: СПАН 80, sorbitan monooleate, SPAN 80.

Будова. Основним продуктом цього емульгатора є моноестер сорбітану із олеїновою кислотою (сорбітан – див. Е491):



Хімічна назва: 6-олеоїл-1,4-ангідро-*D*-сорбітол.

Фізико-хімічні властивості. Це в'язка жовта олія з т. топ. нижче 25^0С. Вона розчиняється в теплих спиртах, вуглеводнях; диспергується в теплій воді; не розчиняється у холодній воді. Число омилення становить 145-160 мг КОН/г, гідроксильне число 193-210 мг КОН/г і кислотне число – не більше 8 мг КОН/г.

Добування. Емульгатор такого типу одержують шляхом прямої естерифікації сорбітолу відповідною кількістю олеїнової кислоти з одночасним утворенням ангідроформи аналогічно СПЕНу 60 (Е491).

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, води – не більше 2,0% (за Фішером), сульфатного попелу – не більше 0,5%, арсену – 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг. У кінцевому продукті містяться також у невеликих кількостях діестери сорбітану, моно- і діестери сорбітолу; у вільному стані - сорбітан, олеїнова кислота та її солі.

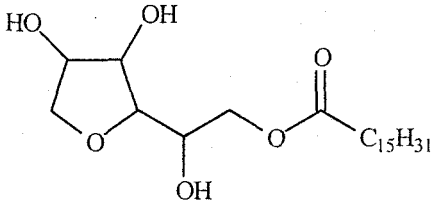
Метаболізм і токсичність. Див. (Е491) Сорбітану моностеарат.

Е495 Сорбітану монопальмітат (СПЕН 40)

Емульгатор, піноутворювач або антивспінювач (залежно від середовища).

Синоніми: сорбітан, СПАН 40, sorbitan monopalmitate, SPAN 40.

Будова. Основним продуктом цього емульгатора є моноестер сорбітану із пальмітиновою кислотою (сорбітан – див. Е491):



Хімічна назва: 6-пальмітоїл-1,4-ангідро-*D*-сорбітол.

Фізико-хімічні властивості. Це твердий віск або порошок від кремового до жовто-коричневого кольору з т. топ. 45-47^{0}С. Він добре розчиняється в теплих спиртах, вуглеводнях; диспергується у теплій воді; не розчиняється у холодній воді. Число омилення становить 140-150 мг КОН/г, гідроксильне число 270-305 мг КОН/г і кислотне число – 4,0-7,5 мг КОН/г.

Добування. Наведений емульгатор одержують шляхом прямої естерифікації сорбітолу відповідною кількістю пальмітинової кислоти з одночасним утворенням ангідроформи аналогічно СПЕНу 60 (Е491).

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, води – не більше 1,5% (за Фішером), сульфатного попелу – не більше 0,5%, арсену – 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг. У кінцевому продукті містяться також у невеликих кількостях діестери сорбітану, моно- і діестери сорбітолу; у вільному стані - сорбітан, пальмітинова кислота та її солі.

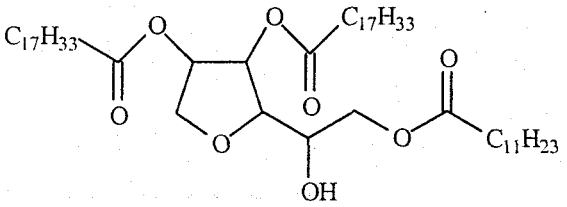
Метаболізм і токсичність. Див. (Е491) Сорбітану моностеарат.

Е496 Сорбітану триолеат (СПЕН 85)

Емульгатор, піноутворювач або антивспінювач (залежно від середовища).

Синоніми: сорбітан, СПАН 85, sorbitan trioleate, SPAN 85.

Будова. Основним продуктом цього емульгатора є триестер сорбітану з олеїновою кислотою (сорбітан – див. Е491):



Хімічна назва: 2,3,6-триолеоїл-1,4-ангідро-*D*-сорбітол.

Фізико-хімічні властивості. Це в'язка жовта олія, яка добре розчиняється в спиртах, вуглеводнях; диспергується в холодній воді; не розчиняється у теплій воді. Число омилення становить 171-185 мг КОН/г, гідроксильне число 58-69 мг КОН/г і кислотне число – не більше 14 мг КОН/г.

Добування. Емульгатор цього типу одержують шляхом прямої естерифікації сорбітолу відповідною кількістю олеїнової кислоти з одночасним утворенням ангідроформи аналогічно СПЕНу 60 (Е491).

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, води – не більше 1,0% (за Фішером), сульфатного попелу – не більше 0,5%, арсену – 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг. У кінцевому продукті містяться також у невеликих кількостях діестери сорбітану, моно- і діестери сорбітолу; у вільному стані - сорбітан, олеїнова кислота та її солі.

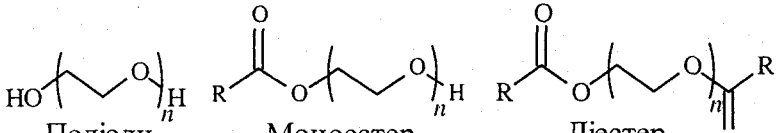
Метаболізм і токсичність. Див. (Е491) Сорбітану моностеарат.

Е430 Поліокиетилен(8)стеарат

Емульгатор.

Синоніми: полігліцерат, polyoxyethylene (8) stearate, polyoxyl (8) stearate, POEMS.

Будова. Наведений емульгатор є сумішшю поліолу (поліоксиетилену) зі ступенем полімеризації (n = 7-8) та його моно- і діестеру стеаринової кислоти:



Поліоли Моноестер Діестер

Хімічна назва: поліоксиетиленмоностеарат і поліоксиетилендистеарат.

Фізико-хімічні властивості. Це воскоподібна маса кремового кольору з температурою затвердіння 27-29^{0}С, яка добре розчиняється в спиртах та диспергується у теплій воді. Число омилення становить 87-97 мг КОН/г, гідроксильне число 85-100 мг КОН/г і кислотне число – не більше 2 мг КОН/г.

Добування. Емульгатор такого типу одержують прямою естерифікацією відповідного поліетиленгліколя (ПЕГ) та стеаринової кислоти.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96,0%, оксиетиленових ланок - 53,0-57,0%, води – не більше 3,0% (за Фішером), арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг..

Е431* Поліоксиетилен(40)стеарат

Емульгатор.

Синоніми: полігліцерат, polyoxyethylene (40) stearate, polyoxyl (40) stearate, polyoxyethylene (40) monostearate, POEMS.

Будова. Наведений емульгатор є сумішшю поліоксиетилену зі ступенем полімеризації 40 та його моно- і діестеру стеаринової кислоти (див.'Е430 Поліокиетилен(8)стеарат).

Хімічна назва: поліоксиетиленмоностеарат і поліоксиетилендистеарат.

Фізико-хімічні властивості. Це воскоподібна маса кремового кольору з температурою затвердіння 39-44^{0}С, яка добре розчиняється в спиртах та диспергується у теплій воді. Число омилення становить 25-35 мг КОН/г, гідроксильне число 27-40 мг КОН/г і кислотне число – не більше 1 мг КОН/г.

Добування. Див. Е430.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,5%, оксиетиленових ланок – 84,0-88,0%, води – не більше 3,0% (за Фішером), 1,4-діоксану – не більше 5 мг/кг, етиленоксиду – не більше 0,2 мг/кг, етиленгліколю – не більше 0,25 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг,

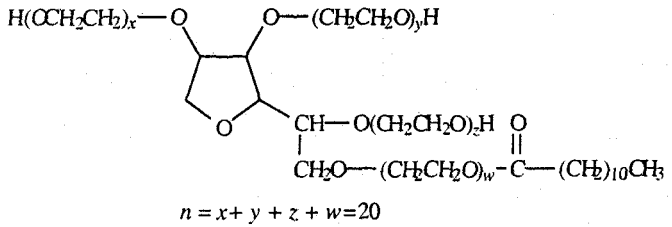
кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг. У кінцевому продукті містяться також у невеликих кількостях поліоксиетилени, стеаринова кислота.

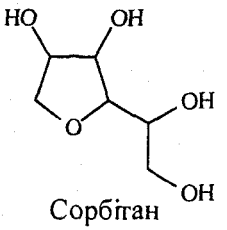
Е432* Поліоксиетилен(20)сорбітану монолаурат (Твін 20)

Емульгатор, стабілізатор, піноутворювач або антивспінювач (залежно від середовища), диспергуючий агент.

Синоніми: полісорбітан 20, полісорбат 20, Твін 20, polysorbate 20, polyoxyethylene (20) sorbitan monolaurate, TWEEN 20, POE (20) sorbitan monolaurate, PEG-20 sortlitan laurate, sorbitan monododecanoate, poly(oxy-1,2-ethanediyl) derivative.

Будова. За хімічною будовою цей емульгатор є моноестерами оксиетильованих по гідроксильним групам ангідросорбітолу (сорбітану) з лауриновою кислотою:





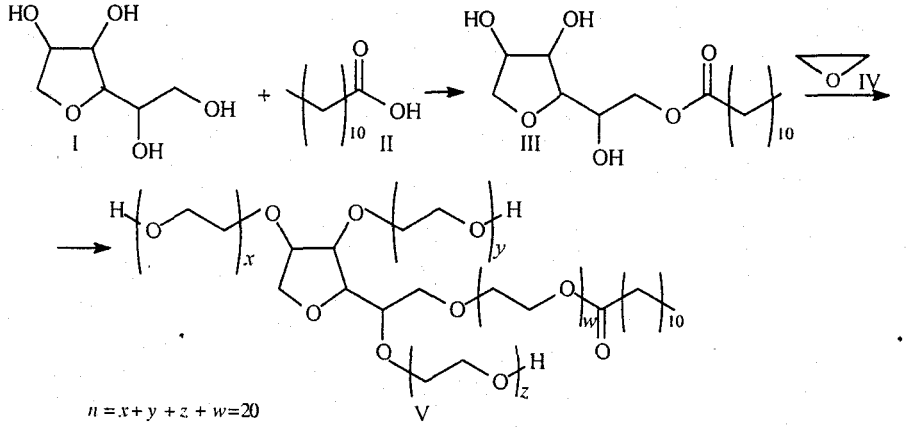
Вміст оксиетиленових ланок у молекулах поліоксиетилен-сорбітанмонолаурату становить 70,0-74,0%, ланок лауринової кислоти – 15,0-17,0%. Значення 20 свідчить про усереднену загальну кількість мономерних оксиетиленових ланок. Крім цього використовуються також як емульгатори аналогічні сполуки із загальною кількістю оксиетиленових ланок 8 і 40.

Хімічна назва: поліоксиетиленсорбітанмонолаурат.

Фізико-хімічні властивості. Це рідини від цитринового до бурштинового кольору, температура топлення яких зменшується зі зменшенням кількості оксиетиленових фрагментів у ланцюгу молекул. Одночасно при цьому збільшуються гідрофільні властивості, термостійкість та стійкість до гідролізу. Вони добре розчиняються у воді, спиртах; середньо – в гліколях, естерах,

вуглеводнях; не розчиняються в мінеральних (нафтових) оливах. Число омилення становить 40-50 мг КОН/г, гідроксильне число 96-108 мг КОН/г і кислотне число – не більше 2 мг КОН/г.

Добування. Емульгатори такого типу V одержують шляхом прямої естерифікації сорбітану I відповідною кількістю лауринової кислоти II з утворенням моноестерів 6-лауроїл-1,4-ангідро-*D*-сорбітолу III (СПЕН 20). При дії на останній продукт оксиду етилену IV в середовищі 1,4-діоксану в присутності лужних агентів (NaOH, CH_3ONa) під тиском при 130^{0}C утворюється кінцевий продукт. При цьому відбувається оксиетилювання всіх вільних гідроксильних груп сорбітанового циклу (утворення етерів) та відповідна переестерифікація під дією оксиду етилену з переміщенням ацильного фрагменту на кінець бічного ланцюга:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,3%, оксиетиленових ланок – 70,0-74,0%, води – не більше 3,0% (за Фішером), сульфатного попелу – не більше 0,25%, 1,4-діоксану – не більше 10 мг/кг, етиленоксиду – не більше 0,2 мг/кг, етиленгліколю – не більше 0,25 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг. У кінцевому продукті містяться також у невеликих кількостях поліоксиетилени, лауринова кислота.

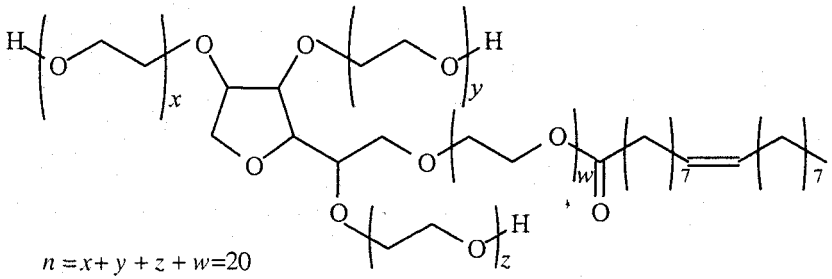
Метаболізм і токсичність. В організмі людини вищі карбонові кислоти повільно відщеплюються від основної молекули. Утворені при цьому поліоксиетильовані сорбітани надалі не розщеплюються і виділяються з організму разом із калом та сечею.

Е433* Поліоксиетилен(20)сорбітану моноолеат (Твін 80)

Емульгатор, стабілізатор, піноутворювач або антивспінювач (залежно від середовища), диспергуючий агент.

Синоніми: полісорбітан 80, полісорбат 80, Твін 80, polysorbate 80, polyoxyethylene (20) sorbitan monooleate, TWEEN 80, POE (20) sorbitan monooleate, PEG-20 sortlitan oleate, sorbitan mono-9-octadecenoate.

Будова. За хімічною будовою цей емульгатор є моноестерами оксиетильованих по гідроксильним групам ангідросорбітолу (сорбітану) з олеїновою кислотою:



$n = x + y + z + w = 20$

Вміст оксиетиленових ланок у молекулах поліоксиетиленсорбітанмоноолеату становить 65,0-69,5%, ланок олеїнової кислоти – 22,0-24,0%. Значення 20 свідчить про усереднену загальну кількість мономерних оксиетиленових ланок. Крім цього використовуються також як емульгатори аналогічні сполуки із сумарною кількістю оксиетиленових ланок 8 і 40.

Хімічна назва: поліоксиетиленсорбітанмоноолеат.

Фізико-хімічні властивості. Це оліїсті рідини від жовтого до оранжевого кольору, температура топлення яких зменшується

зі зменьшенням кількості оксиетиленових ланок у ланцюгу молекул. Одночасно при цьому збільшуються гідрофільні властивості, термостійкість та стійкість до гідролізу. Вони добре розчиняються у воді (10 г/100 мл при 20^{0}С), спиртах (наприклад, в ізопропіловом спирті 10 г/100 мл при 20^{0}С); середньо – в ксиленах (ксилолах) (1 г/100 мл при 20^{0}С), естерах; не розчиняються в пропіленгліколі, мінеральних (нафтових) оливах. Число омилення становить 45-55 мг КОН/г, гідроксильне число 65-80 мг КОН/г і кислотне число – не більше 2 мг КОН/г.

Добування. Одержання поліоксиетиленсорбітанмоноолеату відбувається аналогічно випадку для Е432.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96,5%, оксиетиленових ланок – 65,0-69,5%, води – не більше 3,0% (за Фішером), сульфатного попелу – не більше 0,25%, 1,4-діоксану – не більше 10 мг/кг, етиленоксиду – не більше 0,2 мг/кг, етиленгліколю – не більше 0,25 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг. У кінцевому продукті містяться також у невеликих кількостях поліоксиетилени, олеїнова кислота.

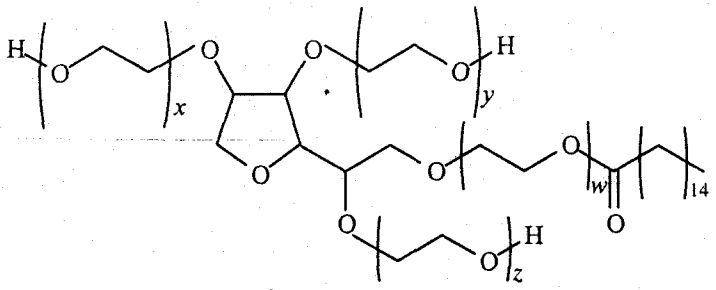
Метаболізм і токсичність. Див. (Е432) Поліоксиетилен-сорбітанмонолаурат.

Е434* Поліоксиетилен(20)сорбітану монопальмітат (Твін 40)

Емульгатор, стабілізатор, піноутворювач або антивспінювач (залежно від середовища), диспергуючий агент.

Синоніми: полісорбітан 40, полісорбат 40, Твін 40, polysorbate 40, polyoxyethylene (20) sorbitan monopalmitate, TWEEN 40, POE (20) sorbitan monopalmitate, sorbitan monohexadecanoate, poly(oxy-1,2-ethanediyl) derivative.

Будова. За хімічною будовою цей полісорбітан є моноестерами оксиетильованих по гідроксильним групам ангідросорбітолу (сорбітану) з пальмітиновою кислотою:



$n = x + y + z + w = 20$

Вміст оксиетиленових ланок у молекулах поліоксиетилен-сорбітанмонопальмітату становить 66,0-70,5%, ланок пальмітинової кислоти – приблизно 21,0 %. Значення 20 свідчить про усереднену загальну кількість мономерних оксиетиленових ланок. Крім цього використовуються також як емульгатори аналогічні сполуки із загальною кількістю оксиетиленових ланок 8 і 40.

Хімічна назва: поліоксиетиленсорбітанмонопальмітат.

Фізико-хімічні властивості. Це олійста рідина або напівгель від жовтого до помаранчевого кольору, температура топлення яких зменшується зі зменьшенням кількості оксиетиленових ланок у ланцюгу молекули. Одночасно збільшуються гідрофільні властивості, термостійкість та стійкість до гідролізу. Полісорбітани цього типу добре розчиняються у воді, спиртах; середньо – в гліколях, естерах, вуглеводнях; не розчиняються в мінеральних (нафтових) оливах. Число омилення становить 41-52 мг КОН/г, гідроксильне число 90-107 мг КОН/г і кислотне число – не більше 2 мг КОН/г.

Добування. Одержання поліоксиетилен(20)сорбітанмонопальмітату відбувається аналогічно прикладу Е432.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,0%, оксиетиленових ланок – 66,0-70,5%, води – не більше 3,0% (за Фішером), 1,4-діоксану – не більше 10 мг/кг, етиленоксиду – не більше 0,2 мг/кг, етиленгліколю – не більше 0,25 мг/кг, сульфатного попелу – не більше 0,25%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг. У кінцевому продукті містяться

також у невеликих кількостях поліоксиетилени, пальмітинова кислота.

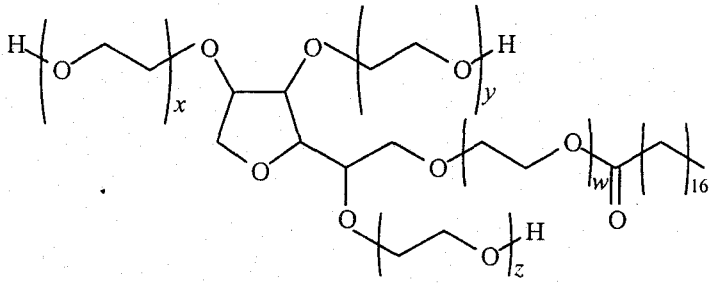
Метаболізм і токсичність. Див. (Е432) Поліоксиетилен (20)сорбітану монолаурат.

Е435* Поліоксиетилен(20)сорбітану моностеарат (Твін 60)

Емульгатор, стабілізатор, піноутворювач або антивспінювач (залежно від середовища), поліпшувач борошна та хліба, диспергуючий агент.

Синоніми: полісорбітан 60, полісорбат 60, Твін 60, polysorbate 60, polyoxyethylene (20) sorbitan monostearate, TWEEN 60, POE (20) sorbitan monostearate, PEG-20 sorbitan monostearate, sorbitan monooctadecanoate, poly(oxy-1,2-ethanediyl) derivative.

Будова. За хімічною будовою цей емульгатор є моноестерами оксиетильованих по гідроксильним групам ангідросорбітолу (сорбітану) зі стеариновою кислотою:



$n = x + y + z + w = 20$

Вміст оксиетиленових ланок у молекулах поліоксиетилен-сорбітанмоностеарату становить 65,0-69,5%, ланок стеаринової (і пальмітинової) кислоти – 21,5-26,0 %. Значення 20 свідчить про усереднену загальну кількість мономерних оксиетиленових ланок. Крім цього використовуються також як емульгатори аналогічні сполуки із загальною кількістю оксиетиленових ланок 8 і 40.

Хімічна назва: поліоксиетиленсорбітанмоностеарат.

Фізико-хімічні властивості. Це оліїста рідина або напівтвердий від цитринового до помаранчевого кольору, температура топлення яких зменшується зі зменшенням кількості оксиетиленових

ланок у ланцюгу молекул. Одночасно збільшуються гідрофільні властивості, термостійкість та стійкість до гідролізу. Вони добре розчиняються у воді, спиртах; середньо – в гліколях, естерах, вуглеводнях; не розчиняються в мінеральних (нафтових) і рослинних оліях. Число омилення становить 41-52 мг КОН/г, гідроксильне число 90-107 мг КОН/г і кислотне число – не більше 2 мг КОН/г.

Добування. Одержання такого поліоксиетилен(20)сорбітан-моностеарату відбувається аналогічно випадку Е432.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,3%, оксиетиленових ланок – 65,0-69,5%, води – не більше 3,0% (за Фішером), 1,4-діоксану – не більше 10 мг/кг, етиленоксиду – не більше 0,2 мг/кг, етиленгліколю – не більше 0,25 мг/кг, сульфатного попелу – не більше 0,25%, 1,4-діоксану – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг. У кінцевому продукті містяться також у невеликих кількостях поліоксиетилени, стеаринова і пальмітинова кислоти.

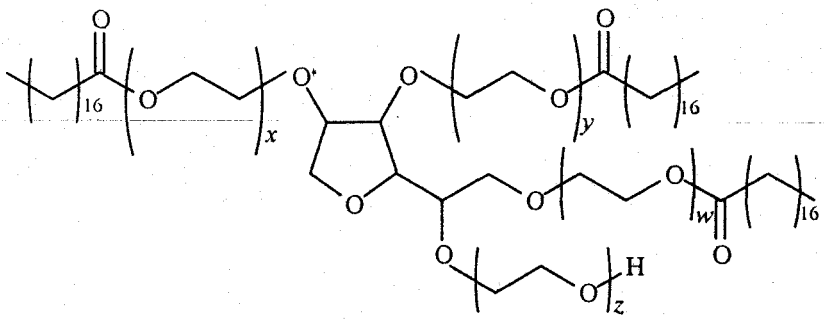
Метаболізм і токсичність. Див. (Е432) Поліоксиетилен(20) сорбітану монолаурат.

Е436* Поліоксиетилен(20)сорбітану тристеарат (Твін 65)

Емульгатор, стабілізатор, піноутворювач або антивспінювач (залежно від середовища), диспергуючий агент.

Синоніми: полісорбітан 65, полісорбат 65, Твін 65, polysorbate 65, polyoxyethylene (20) sorbitan tristearate, TWEEN 65, POE (20) sorbitan tristearate, PEG-20 sorbitan tristearate.

Будова. За хімічною будовою цей емульгатор є триестерами оксиетильованих по гідроксильним групам ангідросорбітолу (сорбітану) зі стеариновою кислотою:



$n = x + y + z + w = 20$

Вміст оксиетиленових ланок у молекулах поліоксиетиленсорбітантристеарату становить 46,0-50,0%, ланок стеаринової (і пальмітинової) кислоти – 42,0-44,0%. Значення 20 свідчить про усереднену загальну кількість мономерних оксиетиленових ланок. Крім цього використовуються також як емульгатори аналогічні сполуки із загальною кількістю оксиетиленових ланок 8 і 40.

Хімічна назва: поліоксиетиленсорбітантристеарат.

Фізико-хімічні властивості. Це жовто-коричневі воскоподібні маси, температура топлення яких зменшується зі зменшенням кількості оксиетиленових ланок у ланцюгу молекули. Одночасно збільшуються гідрофільні властивості, термостійкість та стійкість до гідролізу. Емульгатори цього типу диспергуються у воді; розчиняються у спиртах, ацетоні, діетиловому етері, мінеральних (нафтових) і рослинних оліях. Число омилення становить 88-98 мг КОН/г, гідроксильне число 40-60 мг КОН/г і кислотне число – не більше 2 мг КОН/г.

Добування. Одержання поліоксиетилен(20)сорбітантристеарату відбувається аналогічно прикладу Е432.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96,0%, оксиетиленових ланок – 46,0-50,0%, води – не більше 3,0% (за Фішером), сульфатного попелу – не більше 0,25%, 1,4-діоксану – не більше 10 мг/кг, етиленоксиду – не більше 0,2 мг/кг, етиленгліколю – не більше 0,25 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг. У кінцевому продукті містяться

також у невеликих кількостях поліоксиетилени, стеаринова і пальмітинова кислоти.

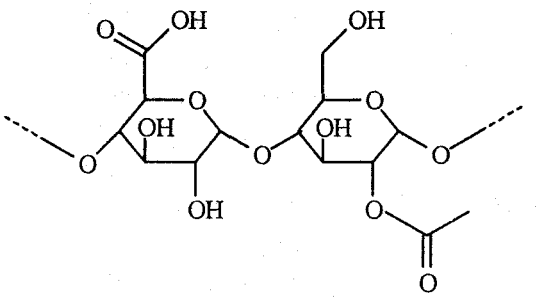
Метаболізм і токсичність. Див. (Е432) Поліоксиетилен (20)сорбітану монолаурат.

Е1451 Ацетильований, окиснений крохмаль

Емульгатор, загущувач.

Синоніми: acetilated oxydised starch.

Будова. За хімічною будовою цей емульгатор є частково ацетильований, переважно в положення С2 або С6 глюкопіранозного циклу, і окиснений, переважно в положення С6, крохмаль:



Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок. Ацетильований та окиснений крохмаль має більшу стійкість до ретроградації, більшу ступінь прозорості клейстеру та меншу температуру клейстеризації. Втрати при висушуванні становлять не більше 15,0% для зернового крохмалю, не більше 20,0% – картопляного і не більше 18,0% – інших крохмалів.

Добування. Наведений емульгатор одержують шляхом ацилювання нативного крохмалю ацетатним ангідридом або вінілацетатом (до 7,5% від маси крохмалю) та одночасного окиснення гіпохлоритами натрію NaClO (не більше 5,5% вільного хлору на сухий крохмаль).

Вміст у кінцевому продукті ацетильних груп становить не більше 2,5%, карбоксильних груп – не більше 1,3%; діоксиду сірки – не більше 50 мг/кг для зернового крохмалю і не більше 10 мг/кг – для інших; арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, меркурію – не більше 0,1 мг/кг.

2.1.3. Амфотерні емульгатори

До амфотерних або цвіттер-іонних (при певних значення pH) емульгаторів, які застосовуються у харчовій галузі, належать холіни, лецитини. Амфотерність таких сполук обумовлена існуванням у структурі їхніх молекулах різних полярних функціональних груп. З другого боку, синтетичний аналог лецитинів - (Е442) Амонійні солі фосфатидних кислот, віднесені до іоногенних емульгаторів.

Е1001 Солі холіну

Емульгатори, стабілізатори, нутрієнти, дієтичні БАД.
Синоніми: вітамін B_4, choline salts and esters, vitamin B_4.

Солі холіну поділяються на (i) ацетат холіну, (ii) гідрогенкарбонат холіну, (iii) хлорид холіну, (iv) дигідрогенцитрат холіну, (v) гідрогентартрат холіну, (vi) лактат холіну.

Е1001(i) Ацетат холіну

Синоніми: холінацетат, choline acetate.

Будова. Холін (гідроксид 2-гідроксиетил(триметил) амонію) є сильною основою (pK_b 5,06) і утворює солі з мінеральними та органічними кислотами. За хімічною будовою такі сполуки є четвертинними амонійними солями сполук із загальною формулою $[HOCH_2CH_2N^+(CH_3)_3]X$. Залежно від природи аніону X, вони поділяються на відповідні солі, наприклад, ацетат холіну:

$$[HOCH_2CH_2N^+(CH_3)_3]\cdot CH_3COO^-$$

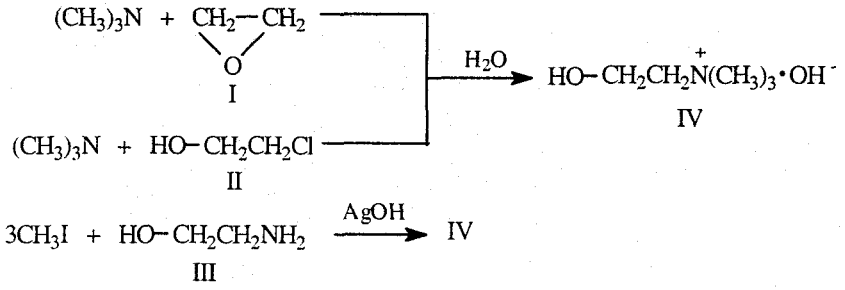
Хімічна назва: ацетат 2-гідроксиетил(триметил)амонію, або холінацетат.

Фізико-хімічні властивості. Це рідина від безколірної до жовтої у розчині або безбарвні гігроскопічні кристали з т. топ. 85^0C (180^0C (розкл.) для холіну). Вони добре розчиняються у воді, нижчих спиртах; не розчиняються в діетиловому етері, тетрахлорометані, бензені.

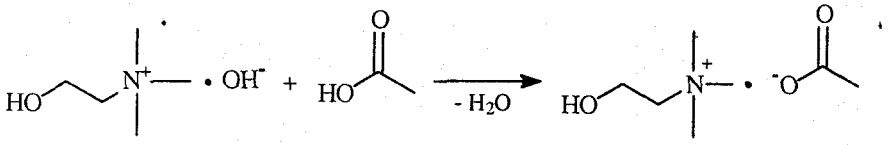
Джерело. Холін та його похідні у вигляді солей містяться в мікроорганізмах, рослинних і тваринних тканинах (м'ясі, рибі, яєчному жовтку, борошні злакових, гороху, капусті, шпинаті тощо).

Добування. В умовах *in vivo* такі сполуки утворюються мікрофлорою кишечника з серину та метіонину у вигляді фосфоліпідів на зразок сфінгомієлінів і фосфатидилхолінів (лецитинів) – головних компонентів біологічних мембран.

Синтетичний шлях одержання холіну IV полягає у взаємодії триметиламіну з оксидом етилену I або етиленхлорогідрином II. Відомий також метод алкілювання 1-етаноламіну III в присутності вологого оксиду аргентуму:



На останній стадії процесу до холіну IV додають необхідну кількість мінеральної або органічної кислоти, наприклад, ацетатної V. У результаті утворюється відповідна сіль (холінацетат VI):



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%.

Метаболізм і токсичність. Див. Е1001(iii) Хлорид холіну.

Е1001(ii) Гідрогенкарбонат холіну

Синоніми: холінкарбонат, choline carbonate.

Будова. За хімічною будовою гідрогенкарбонат холіну є відповідною сіллю:

$[HOCH_2CH_2N^+(CH_3)_3]\cdot HCO_3^-$

Хімічна назва: гідрогенкарбонат 2-гідроксиетил(триметил) –амонію, або холінбікарбонат.

Фізико-хімічні властивості. Це рідини від безбарвного до жовтого кольору. pH 10% водного розчину становить 8,6-8,9.

Джерело. Див. E1001(i) Ацетат холіну.

Добування. Див. E1001(i) Ацетат холіну.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 80,0%, сульфатів – не більше 0,1%.

Метаболізм і токсичність. Див. E1001(iii) Хлорид холіну.

E1001(iii) Хлорид холіну

Синоніми: холінхлорид, вітамін B_4, choline chloride, vitamin B_4.

Будова. За хімічною будовою хлорид холіну є відповідною сіллю:

$[HOCH_2CH_2N^+(CH_3)_3]\cdot Cl^-$

Хімічна назва: хлорид 2-гідроксиетил(триметил)амонію, або холінхлорид.

Фізико-хімічні властивості. Це рідини від безбарвного до жовтого кольору розчині або безбарвні гігроскопічні кристали з т. топ. 105-107,5^{0}C. Вони добре розчиняються у воді, нижчих спиртах; не розчиняються в діетиловому етері, тетрахлорометані, бензені. pH 10% водного розчину становить 6,5-8,0. Втрати при висушуванні становлять не більше 2,0%.

Джерело. Див. E1001(i) Ацетат холіну.

Добування. Див. E1001(i) Ацетат холіну.

Вміст холінхлориду у кінцевому продукті становить не менше 75,0%, води – не більше 0,5%, попелу після прокалювання – не більше 0,2%, сульфатів – не більше 0,05%, етиленгліколю – не більше 0,5%, триметиламіну – не більше 300 мг/кг, важких металів – не більше 20 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Холін виконує в організмі людини важливі функції: стимулює обмін жирів, входить до складу ацетилхоліну як нейромедіатор, лецитинів тощо. Холін вважається вітаміноподібною речовиною, яку часто добавляють до харчових продуктів з метою їх вітамінізації. Його нестача призводить до хвороб печінки, нирок. Наведені солеподібні похідні холіну, як вважають, виконують подібні біологічні функції.

Е1001(iv) Дигідрогенцитрат холіну

Синоніми: холінцитрат, choline citrate.

Будова. За хімічною будовою дигідрогенцитрат холіну є відповідною сіллю при співвідношенні компонентів 1:1:

$[HOCH_2CH_2N^+(CH_3)_3]\cdot HOOC\text{-}CH_2\text{-}C(OH)(COOH)\text{-}CH_2\text{-}COO^-$

Хімічна назва: цитрат 2-гідроксиетил(триметил)амонію, або холінцитрат.

Фізико-хімічні властивості. Це гігроскопічний білий кристалічний порошок з т. топ. 103-107^{0}С, який розчиняється у воді, етанолі; погано розчиняється в діетиловому етері, хлороформі, бензені. pH 10% водного розчину становить 3,8-4,2.

Джерело. Див. Е1001(i) Ацетат холіну.

Добування. Див. Е1001(i) Ацетат холіну.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, сульфатів – не більше 0,05%.

Метаболізм і токсичність. Див. Е1001(iii) Хлорид холіну.

Е1001(v) Гідрогентартрат холіну

Синоніми: холінтартрат, холін бітартрат, choline tartrate, choline hydrogentartrate.

Будова. За хімічною будовою гідрогентартрат холіну є відповідною сіллю при співвідношенні складових 1:1:

$[HOCH_2CH_2N^+(CH_3)_3]\cdot HOOC\text{-}CH(OH)\text{-}CH(OH)\text{-}COO^-$

Хімічна назва: гідрогентартрат 2-гідроксиетил(триметил) амонію, або холінтартрат.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 144-148^{0}С, який розчиняється у воді; слабо розчиняється в етанолі; не розчиняється в діетиловому етері, хлоробензені. pH 10% водного розчину становить 3,4-3,8. Втрати при висушуванні – не більше 0,5%.

Джерело. Див. Е1001(і) Ацетат холіну.

Добування. Див. Е1001(і) Ацетат холіну.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0% на сухий залишок, води – не більше 10,0%, попелу після прокалювання – не більше 0,5%, хлоридів – не більше 50 мг/кг, важких металів – не більше 20 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. Е1001(ііі) Хлорид холіну.

Е1001(vі) Лактат холіну

Синоніми: холінлактат, choline lactate.

Будова. За хімічною будовою лактат холіну є відповідною сіллю:

$[HOCH_2CH_2N^+(CH_3)_3]\cdot CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}COO^-$

Хімічна назва: лактат 2-гідроксиетил(триметил)амонію, або холінлактат.

Фізико-хімічні властивості. Це рідини від безбарвного до жовтого кольору у розчині або безбарвні гігроскопічні кристали.

Джерело. Див. Е1001(і) Ацетат холіну.

Добування. Див. Е1001(і) Ацетат холіну.

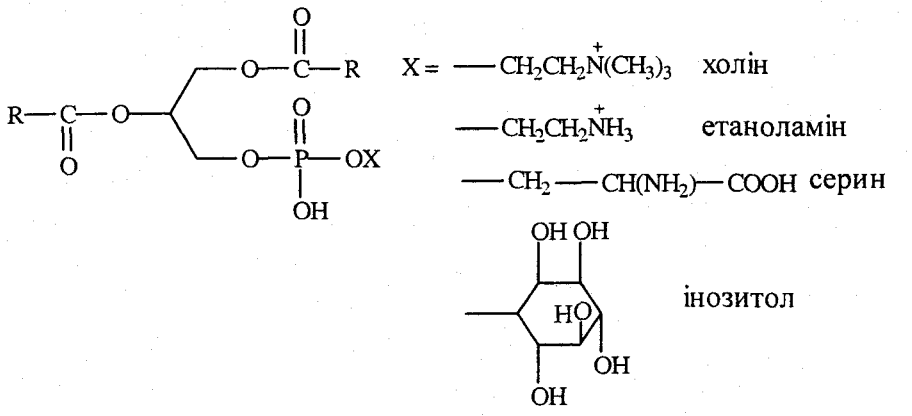
Метаболізм і токсичність. Див. Е1001(ііі) Хлорид холіну.

Е322* Лецитини

Емульгатори, стабілізатори, антиоксиданти, синергісти антиоксидантів, вологоутримуючі агенти, поліпшувачі борошна та хліба.

Синоніми: фосфоліпіди, концентрати фосфатидні харчові: соєвий і соняшниковий, lecithins, phosphatides, phospholipids.

Будова. За хімічною будовою лецитини належать до фосфоліпідів (гліцерофосфоліпідів) і є похідними фосфатидної кислоти (Е442) загальною формули:



В якості X слугують: холін $-CH_2CH_2N^+(CH_3)_3$, етаноламін $-CH_2CH_2NH^+_3$, серин $-CH_2CH(NH_2)COOH$, іно зитол $-C_6H_6(OH)_5$. Нативні лецитини є сумішшю відповідних гліцерофосфоліпідів, будова яких формується природою X: фосфатидилхолінів, фосфатидилетаноламінів, фосфатидилсеринів, фосфатидилінозитолів та інших речовин. Хімічний склад таких лецитинів (неочищених та очищених) становить (%):

Таблиця 2.1. Склад нативних лецитинів, %

№	Фракції	Сирий лецитин	Лецитин очищений
1	Фосфатидилхоліни	15	23
2	Фосфатидилетаноламіни	14	21
3	Фосфатидилсерини	10	15
4	Фосфатидилінозитоли	13	19
5	Вільні фосфатиди	4	6
6	Гліколіпіди	9	14
7	Нейтральні жири	35	2

Лецитини для потреб харчової промисловості випускаються різними марками – сирий, очищений, фракційний тощо, від чого залежать їхні фізико-хімічні властивості. Такі лецитини мають позначення (і). Використовують також частково гідролізовані ензимами лецитини, які позначаються (іі).

Хімічна назва: 1,2-діацил-*sn*-гліцеро-3-фосфохолін, 1,2-діацил-*sn*-гліцеро-3-фосфоетаноламін, 1,2-діацил-*sn*-гліцеро-3-фосфо-*L*-серин, 1,2-діацил-*sn*-гліцеро-3-фосфо-1´-інозитол.

Фізико-хімічні властивості. Сирий лецитин (і) є в'язкою коричневою олією, очищений – жовто-коричневий віск, фракційний - від безбарвних в'язких рідин до порошків або гранулятів жовтого чи коричневого кольору. Частково гідролізований лецитин (іі) є речовиною від рідкого стану до пластичного, залежно від вмісту вільних карбонових кислот та відповідних рослинних олій. Вони добре розчиняються в аліфатичних та ароматичних вуглеводнях, рослинних оліях, жирах; середньо – в гарячій воді, гліколях; не розчиняються в ацетоні, холодній воді. Лецитини мають невисоку стійкість до гідролізу та дії температури. Кислотне число становить не більше 36 мг КОН/г для продукта (і) та не більше – 45 для (іі), пероксидне число – не більше 10 ммол O_2/кг. Втрати при висушуванні - не більше 2,0% (105^0С, 1 година).

Джерело. Лецитини містяться в насінні олійних культур сої, гороху, злаків, яєчному жовтку тощо.,

Добування. Лецитини (і) одержують як побічні продукти при виділенні з природних джерел рослинних олій (соєвої, соняшникової, рапсової тощо) при їх очистці (екстракція водою з наступним осадженням). У разі необхідності проводять відповідне фракціонування сирих лецитинів з метою збагачення їх певною фракцією гліцерофосфоліпіду.

Для одержання частково гідролізованого лецитину (іі) застосовують відповідні ензими липази, при досягненні необхідного ступеня гідролізу процес припиняють шляхом нагрівання для інактивації ензиму.

Вміст у кінцевому продукті нерозчинних в ацетоні речовин (гліцерофосфоліпідів) становить не менше 60,0% для марки (і) та не менше 56,0% – марки (іі), нерозчинних у толуені (гексані) – не

більше 0,3%, води та летючих речовин – не більше 1,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Лецитини в організмі людини повністю розщеплюються на складові і засвоюються. Вони вважаються важливими і потрібними організму речовинами.

2.2. Піноутворювачі

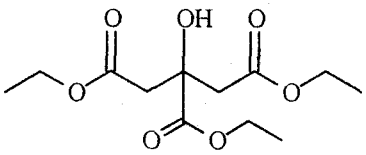
Піноутворювачі – це речовини, які сприяють рівномірній дифузії газової фази в рідкі та тверді харчові продукти. Піну можна розглядати як дисперсію повітря у рідині або твердому тілі. Для утворення піни необхідно застосовувати речовини з поверхнево активними властивостями, тобто емульгатори. В олієвмісних (жировмісних) пінних масах такі емульгатори розташовуються на поверхні олійних частинок (кульок), що призводить до кращого розподілу олії (жиру) або їх кульок в колоїдній системі харчового продукту. Крім того, застосування емульгаторів дозволяє ліпше відділяти жири від білкової складової харчового продукту, що має певне технологічне значення.

E1505 Триетилцитрат

Піноутворювач, розчинник.

Синоніми: етилцитрат, триетиловий естер лимонної кислоти, триетиловий естер цитринової кислоти, triethyl citrate, ethyl citrate.

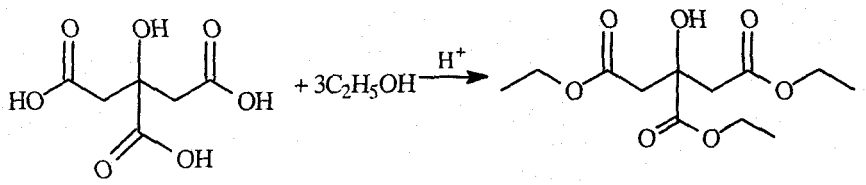
Будова. Триетилцтират є повним естером трикарбонової цитратної (лимонної, або 2-гідрокси-1,2,3-пропантрикарбонової) кислоти та етилового спирту:



Хімічна назва: триетилцитрат.

Фізико-хімічні властивості. Це оліїста, практично прозора, рідина з т. кип. 294^{0}С, яка змішується зі спиртом, діетиловим етером; середньо розчиняється у воді.

Добування. Триетилцитрат синтезують реакцією естерифікації цитратної кислоти та етилового спирту в кислому середовищі:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, вільних кислот (у перерахунку на цитратну) - не більше 0,02%, води – не більше 0,25% (за Фішером), арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму - не більше 5 мг/кг.

E999* Екстракт квілаї

Екстракти квілаї поділяють на неочищений E999(i) та напівочищений E999(ii).

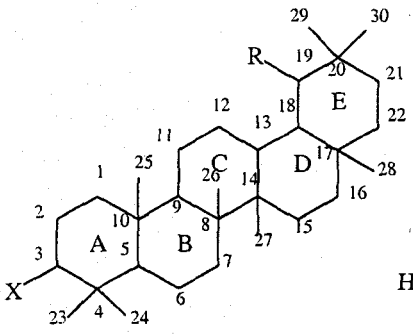
E999*(i) Екстракт квілаї неочищений

Піноутворювач.

Синоніми: екстракт мильної кори, екстракт кори квілаї, quillaia extracts, quillai extract, soapbark extract, quillay bark extract, panama bark extract, murillo bark extract, china bark extract.

Будова. Екстракт квілаї є складною сумішшю рослинних сапонінів тритерпеноїдної будови, яких відомо понад 60. В основі будови таких сапонінів (глікозидів) слугують сполуки з відповідним тритерпеновим ядром – агліконом (сапогеніном), до якого по ОН-групі при С3 або в інших місцях прищеплені ланки вуглеводів на зразок глюкози, галактози, ксилози, рамнози у вигляді моно-, ди- або олігосахаридів (всього може бути до десяти ланок вуглеводів). Молекулярна маса таких сапонінів

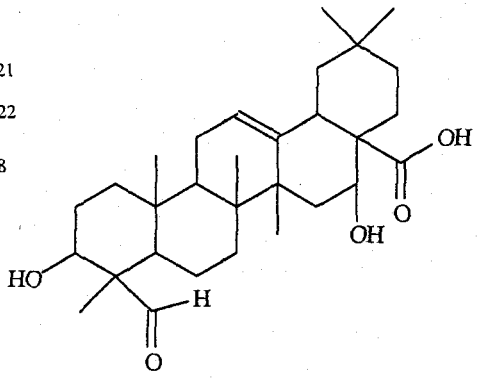
становить 1800-2300. За хімічною будовою аглікони є похідними відповідних тритерпенових пентациклічних сполук олеанану, урсану, β-амірану, квілайової кислоти, олеанолової кислоти, тараксасу та інших:



Олеанан (X=R=H)

Урсан (X=H; R=CH_3, CH_3(29) немає)

β-Аміран (X=OH, C_{12}=C_{13})



Квілайова кислота

Вважають, що основними сапонінами екстракту квілаї є похідні β-амірану та квілайової кислоти. Крім згаданих сапонінів у суміші екстракту містяться також поліфеноли, таніни, вуглеводи, оксалат кальцію (до 11,0%) тощо.

Фізико-хімічні властивості. Це порошок яскраво-коричневого кольору з рожевим відтінком, який добре розчиняється у воді; не розчиняється в метанолі, 1-бутанолі, етанолі, ацетоні. Екстракт квілаї може бути у вигляді водного розчину. pH 3,7-5,5 для 4% водного розчину. Втрати при висушуванні рідкої форми становить 50,0-80,0% (105^0C, 5 годин).

Джерело. Наведена речовина міститься в корі дерев квілаї *Quillai saponaria Molina* та інших родини Rosaceae у кількості до 10%.

Добування. Цей піноутворювач добувають шляхом водної екстракції внутрішнього шару кори квілаї або кори інших дерев цієї родини, коренів відповідних рослин. Добуті екстракти можна висушувати, оскільки водні розчини квілайї необхідно застосовувати свіжоприготовленими.

Вміст у кінцевому продукті сухого залишку сапонінів становить 20,0-26,0%, танінів – не більше 8,0%, води у порошковій формі – не більше 6,0% (за Фішером), загального попелу – не більше 14,0%, арсену – не більше 2 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг. У кінцевому продукті також залишається певна кількість оксалату кальцію та інших компонентів рослинної сировини.

E999*(ii) Екстракт квілаї напівочищений

Піноутворювач, емульгатор.

Синоніми: екстракт мильної кори, екстракт кори квілаї, quillaia extracts, quillai extract, soapbark extract, quillay bark extract, panama bark extract, murillo bark extract, china bark extract.

Будова. Див. E999(i) Екстракт квілаї неочищений.

Фізико-хімічні властивості. Це порошок яскраво-коричневого кольору з рожевим відтінком, який добре розчиняється у воді. Екстракт квілаї може бути у вигляді водного розчину. pH 3,7-5,5 для 4% водного розчину. Втрати при висушуванні рідкої форми становить 50,0-80,0% (105^0C, 5 годин).

Джерело. Наведена речовина міститься в корі дерев квілаї *Quillai saponaria Molina* та інших родини Rosaceae у кількості до 10%.

Добування. Напівочищений екстракт готують з неочищеного (E999(i)) за допомогою ультрафільтрації або афінної хроматографії для позбавлення від поліфенолів. Такий напівочищений екстракт містить переважно сапонінів 75,0-80,0% і має ліпші емульгуючі властивості.

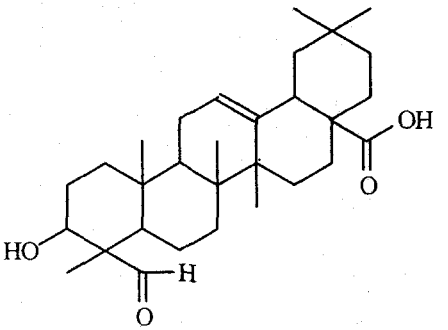
Вміст у кінцевому продукті сухого залишку сапонінів становить 65,0-90,0%, танінів – не більше 8,0%, води у порошковій формі – не більше 6,0% (за Фішером), загального попелу – не більше 5,0%, арсену – не більше 2 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Відвар мильного кореню

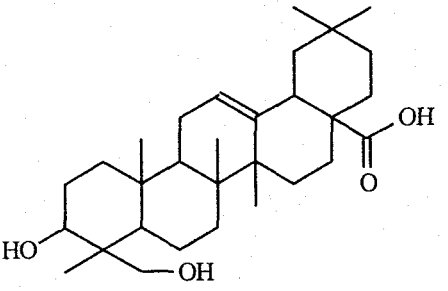
Піноутворювач, стабілізатор піни.

Синоніми: відвар мильного кореню густиною 1,05 г/см^3, відвар кореню колючелисника.

Будова. Відвар мильного кореню аналогічно квілайовим екстрактам (Е999) є сумішшю тритерпенових сапонінів, вміст яких в рослинах залежить від їх виду і коливається в межах 10,0-35,0%. Такі сапоніни існують у вигляді глікозидів вуглеводів, подібних до моносахаридів квілаї. Основними сапонінами відвару мильного кореню слугують сапорубін (сапотоксин) та його аглікон гіпсогенін, олеанолова кислота, хедерагенін та інші:



Гіпсогенін



Хедерагенін

Крім сапонінів, до складу відвару входять різноманітні сполуки флавоноїдної будови.

Фізико-хімічні властивості. Це темно-коричнева рідина з густиною 1,05 г/см^3, яка розчиняється у воді і не розчиняється в органічних розчинниках.

Джерело. Наведений піноутворювач міститься у корені колючеличника качимовидного *Acanthophyllum gypsophiloides Rgl.* та колючелисника залізистого *Acanthophyllum glandulosum Bge.* родини гвоздичних (Caryophyllaceae) у кількості до 32%, в плодах мильного дерева *Sapindus mukorossi Gaertn.* до 38%, у коренях мильянці до 36% та інших.

Добування. Відвар виробляється з сухого подрібненого кореню згаданих рослин шляхом екстракції гарячою водою (кількаразовим виварюванням у нових порціях води). Отримані при цьому екстракти із загальним вмістом сапонинів приблизно 5% об'єднують і надалі виварюють до консистенції розчину з густиною 1040-1050 кг/м^3.

Метаболізм і токсичність. В екстракті кореню (відварі) міститься невелика частина токсичних сапонінів, вміст яких не повинен перевищувати 300 мг/кг, що обмежує їх застосування.

До піноутворювачів належать також речовини, які за основною технологічною функцією (здебільшого як емульгатори) висвітлені в інших розділах:

(Е430) поліоксиетилен(8)стеарат - гл. 2.1,

(Е431) поліоксиетилен(40)стеарат - гл. 2.1,

(Е432) поліоксиетилен(20)сорбітану монолаурат (Твін 20) - гл. 2.1,

(Е433) поліоксиетилен(20)сорбітану моноолеат (Твін 80) - гл. 2.1,

(Е434) поліоксиетилен(20)сорбітану монопальмітат (Твін 40) - гл. 2.1,

(Е435) поліоксиетилен(20)сорбітану моностеарат (Твін 60) - гл. 2.1,

(Е436) поліоксиетилен(20)сорбітану тристеарат (Твін 65) - гл. 2.1,

(Е465) метилетилцелюлоза - гл. 2.3,

(Е466) натрієва сіль карбоксиметилцелюлози – гл. 2.3,

(Е467) етилгідроксиетилцелюлоза - гл. 2.3,

(Е472b) естери гліцеролу з лактатною та вищими карбоновими кислотами - гл. 2.1,

(Е481) лактилати натрію - гл. 2.1,

(Е482) лактилати кальцію - гл. 2.1,

(Е491) сорбітану моностеарат (СПЕН 60) - гл. 2.1,

(Е492) сорбітану тристеарат (СПЕН 65) - гл. 2.1,

(Е493) сорбітану монолаурат (СПЕН 20) - гл. 2.1,

(Е494) сорбітану моноолеат (СПЕН 80) - гл. 2.1,

(Е495) сорбітану монопальмітат (СПЕН 40) - гл. 2.1,

(Е496) сорбітану триолеат (СПЕН 85) - гл. 2.1,

(Е958) гліциризин - гл. 1.2.

2.3. Загущувачі

Загущувачі – це речовини, які збільшують в'язкість харчових продуктів, впливаючи стабілізуючим чином на стійкість

емульсій, суспензій та піни. Це типові гідроколоїди з лінійною або розгалуженою глобулярно подібною будовою своїх молекул. За хімічною природою до загущувачів належать різноманітні полісахариди рослинного та мікробного походження (крохмаль, целюлоза, пектинові речовини, альгінатні (альгінові) кислоти, нативні камеді та інші), полівінілпіролідон тощо. Наявність полярних функціональних груп, особливо гідроксильних, дозволяє їхнім молекулам взаємодіяти з молекулами води в харчовому продукті з утворенням відповідних водневих зв'язків. Внаслідок такої взаємодії (сольватації) зменшується рухомість води і зростає загальна в'язкість системи. Одночасно згорнуті макромолекули загущувачів переходять до розгорнутої конформації, що суттєво збільшує в'язкість системи, оскільки гідродинамічний опір для молекул лінійної будови максимальний. З іншого боку, наявність розгалуження в молекулах загущувачів у цілому негативно впливає на в'язкість – вона зменшується.

Загалом, ефективність дії загущувачів визначається як структурними особливостями їхніх молекул, так і складом харчового продукту. Необхідно враховувати також здатність загущувачів утворювати асоціати з іншими полімерними компонентами харчового продукту, наприклад з білками, що значно може збільшувати в'язкість системи.

Найпоширенішими загущувачами є рослинні полісахариди. За хімічною будовою вони бувають кислими полісахаридами із залишками уронових кислот (гуміарабік, трагакант та інші), сульфатної кислоти (карагінани, агар) і нейтральними (гуар, камедь ріжкового дерева тощо).

Для деяких загущувачів, переважно кислих полісахаридів, в присутності іонів кальцію, сахарози, при певних значеннях pH спостерігається утворення гелів, що в цілому для них не притаманне.

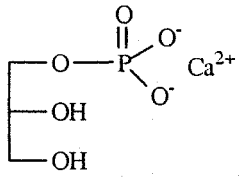
Е383 Гліцерофосфат кальцію

Загущувач, стабілізатор, нутрієнт, дієтична БАД.

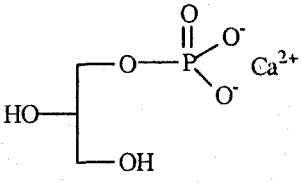
Синоніми: монофосфат кальцію 1,2,3-пропантриола, монофосфат-1,2,3-пропантриолат кальцію, кальцієва сіль

монофосфат-1,2,3-пропантриолату, calcium glycerophosphate, calcium 1,3-dihydroxypropan-2-yl phosphate.

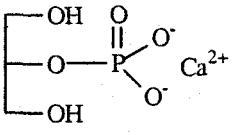
Будова. За хімічною будовою гліцерофосфат кальцію є сумішшю відповідних солей β-гліцерофосфатної кислоти (естерифікація відбулась за гідроксилом при вторинному атомі вуглецю – С2) та ізомерної α-кислоти (утворення естерного зв'язку відбулось за гідроксилом при первинному атомі вуглецю – С1). При цьому α-гліцерофосфатна кислота існує у вигляді двох енантіомерів *D-* і *L-*, залежно від розташування відповідних функціональних груп:



D-α–Гліцерофосфат кальцію



L-α–Гліцерофосфат кальцію

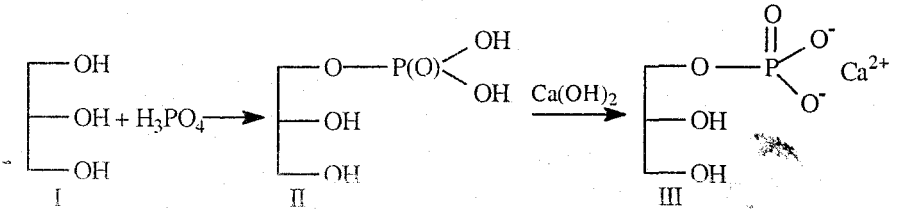


β–Гліцерофосфат кальцію

Хімічна назва: кальцієва сіль 1,2,3-пропантриол дигідрогенфосфату.

Фізико-хімічні властивості. Це білий дрібнокристалічний порошок з т. топ. 120^{0}С (розкл.), який розчиняється у 2% водному розчині хлоридної кислоти ; практично не розчиняється в етанолі та киплячій воді. Розчинність гліцерофосфату кальцію у воді зростає також у присутності органічних (фруктових) кислот.

Добування. Гліцерофосфат кальцію III одержують реакцією естерифікації гліцеролу I з фосфатною кислотою з наступною обробкою отриманих відповідно α- і β- гліцерофосфатних кислот (показано тільки α-ізомер) II гідроксидом кальцію або карбонатом кальцію:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, сухого залишку після прокалювання – не більше 12,0%, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, важких металів – не більше 20 мг/кг.

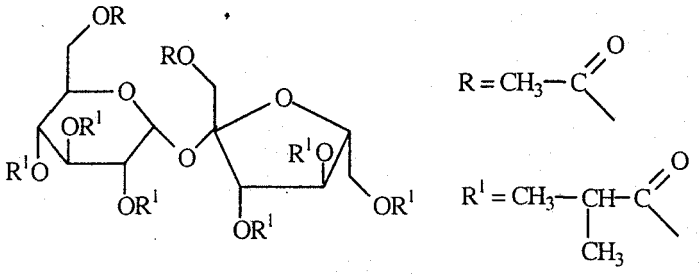
Метаболізм і токсичність. Гліцерофосфат кальцію застосовується для збагачення продуктів харчування кальцієм, переважно желатинів, пудингів, фаршів тощо. Крім того, він є препаратом, який поповнює вміст кальцію в організмі людини. При його надлишку можливі побічні дії у вигляді алергічних реакцій травної системи на зразок слабко вираженої нудоти, діареї, запору.

E444* Ацетат-ізобутират сахарози

Загущувач, стабілізатор.

Синоніми: сахарози ацетат-ізобутират, sucrose acetate isobutirate, SAIB.

Будова. Цей загущувач є сумішшю всіх можливих комбінацій естерів дисахариду сахарози, ацетатної та ізобутиратної кислот з мольним співвідношенням ацетатних груп до ізобутиратних приблизно 2:6:



Хімічна назва: діацетат гексаізобутират сахарози.

Фізико-хімічні властивості. Це прозора рідина, яка добре розчиняється у більшості органічних розчинників і не розчиняється у воді. Кислотне число становить не більше 0,2 мг КОН/г, число омилення – 524-540 мг КОН/г.

Добування. Наведений загущувач одержують шляхом реакції естерифікації (ацилювання) сахарози ацетатним та ізобутиратним ангідридами з подальшою дистиляцією естерів від утворених відповідних кислот.

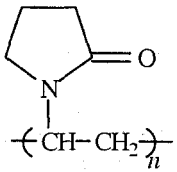
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,8%, триацетину – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 3 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 5 мг/кг.

Е1201 Полівінілпіролідон

Загущувач, стабілізатор, освітлювач.

Синоніми: полі-N-вінілпіролідон, ПВП, polyvinylpyrrolidone, povidone, PVP.

Будова. Такий загущувач є продуктом полімеризації вінілпіролідону. Відомі полівінілпіролідони (ПВП) з широким діапазоном молекулярної маси – від 2 500 до 2 500 000. Найчастіше для потреб харчових технологій застосовується низькомолекулярний ПВП (40 000) і високомолекулярний ПВП (360 000):

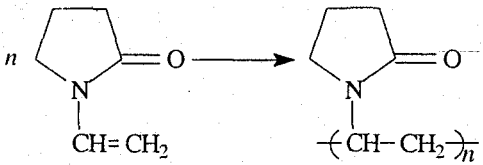


Хімічна назва: полі-[1-(2-оксо-1-піролідиніл)-етен].

Фізико-хімічні властивості. Це гігроскопічний порошок від білого до рудо-коричневого кольору з температурою розм'ягшення 140-160^{0}С. Він добре розчиняється у воді, етанолі, хлороформі і не розчиняється в діетиловому етері, аліфатичних вуглеводнях. pH 5% водного розчину 3,0-7,0. Значення відносної в'язкості становлять від 1,188-1,325 для низькомолекулярного продукту і до 3,225-5,662 для високомолекулярного (віскозиметр на зразок Cannon-Fenske).

Одержання. Полівінілпіролідон одержують різними методами, наприклад, методом радикальної полімеризації ретельно очищеного

вінілпіролідону в водних розчинах в присутності окисно-відновлювальної системи $H_2O_2 - NH_3$ при 50-60^{0}С:



Вміст азоту у кінцевому продукті становить 11,5-12,8%, загального попелу – не більше 0,1%, води – не більше 5,0% (за Фішером), незаполімеризованого мономеру – не більше 10 мг/кг, ацетальдегіду – не більше 500 мг/кг, гідразину – не більше 1 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг.

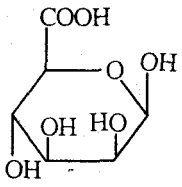
Метаболізм і токсичність. Полівінілпіролідон вважається для людини нетоксичним, легко утворює комплекси з різними токсинами і виводить їх з організму. Окремі марки полівінілпіролідону застосовуються як замінники плазми крові.

Е400* Альгінатні кислоти

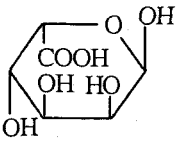
Загущувачі, гелеутворювачі, покриття, засоби для капсулювання, вологоутримуючі агенти, стабілізатори.

Синоніми: альгіновні кислоти, alginic acid.

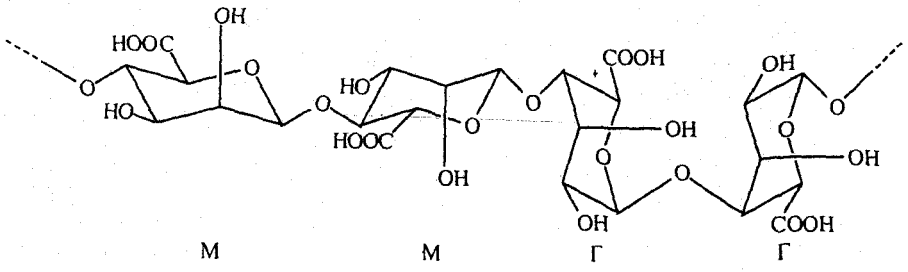
Будова. Альгінатні кислоти належать до поліуронідів (мануронанів). За хімічною будовою – це лінійні полімери β-*D*-мануронової та α-*L*- гулуронової кислот, ланки яких перебувають у піранозній формі і сполучені β-1,4-зв'язками, з молекулярною масою від 10 000 до 600 000:



β-*D*-Мануронова кислота



α-*L*-Гулуронова кислота



Кількість моносахаридних ланок основного кору макромолекул становить від 1000 до 10 000. Співвідношення мануронової і гулуронової кислот становить від 1:0,4 до 1:1,9 відповідно і залежить від виду водоростей, які містять альгінатні кислоти. У молекулах останніх крім статистично почергового розташування вищезгаданих кислот, існують ділянки (блоки), що складаються тільки з мануронової (М) або гулуронової (Г) кислоти. У таких Г-блоках гулуронових кислот існують стеричні умови для координації та зв'язування катіонів двовалентних металів карбоксильною і гідроксильними групами. При цьому кожний двовалентний катіон координується з 10 атомами кисню чотирьох залишків відповідних гулуронових кислот (двох Г-блоків цих кислот з двох макромолекул) – див. (Е404) Альгінат кальцію.

Фізико-хімічні властивості. Це жовто-білий порошок, який не розчиняється у воді та органічних розчинниках; слабо розчиняється в розчинах карбонату, гідроксиду та фосфату натрію. pH 2,0-3,5 для 3% дисперсії. Втрати при висушуванні становлять не більше 15,0% (105^0C, 4 години). Альгінати утворюють міцні колоїдні дисперсії з високою термо- і кислотостійкістю. Їх властивості залежать від виду водоростей, з яких їх добувають, і співвідношення гулуронової і мануронової кислот.

Джерело. Альгінатні кислоти містяться у вигляді структурних елементів клітинних оболонок (до 40% від сухої маси) бурих водоростей на зразок *Macrocystis pyrifera*, *Laminaria hyperborea*, L. *digitata* та інших. Їх продукують також деякі бактерії роду *Azotobacter vinelandii*.

Одержання. Наведені кислоти виділяють з лужних водних розчинів відповідних водоростей з подальшою очисткою шляхом осадження при дії мінеральної кислоти.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 91,0% або 20,0-23,3% діоксида вуглецю, нерозчинних у водному розчині гідроксиду натрія (1*M*) речовин – не більше 2,0%, сульфатного попелу – не більше 8,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

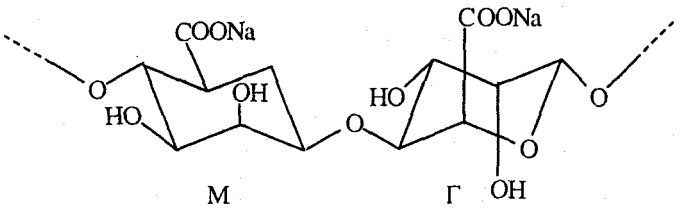
Метаболізм і токсичність. Альгінатні кислоти є баластною речовиною, яка практично не ресорбується в організмі людини. Вважають, що альгінатні кислоти під дією мікрофлори кишечника розщеплюються незначно і при цьому здатні знижувати ступінь ресорбції іонів кальцію, заліза. Внаслідок цього їх використовують для виведення з організму радіонуклідів.

E401* Альгінат натрію

Загущувач, гелеутворювач, покриття, засіб для капсулювання, вологоутримуючий агент, стабілізатор.

Синоніми: натрієва сіль альгінової кислоти, натрієва сіль альгінатної кислоти, sodium alginate, sodium salt of alginic acid.

Будова. За хімічною будовою – це натрієві солі альгінатних кислот (E400), у молекулах яких атом водню карбоксильної групи заміщений натрієм, з молекулярною масою від 10 000 до 600 000:



Фізико-хімічні властивості. Це жовто-білий волокноподібний порошок, гранули або пластинки. Альгінат натрію повільно утворює в'язкий колоїдний розчин у воді. Він не розчиняється в етиловому спирті і водно-спиртових розчинах із вмістом етанолу більше 30%, органічних розчинниках, а також у середовищах з pH < 3. Втрати при висушуванні становлять не більше 15,0% (105^0C, 4 години).

Джерело. Альгінат натрію міститься у природних джерелах у вигляді альгінатних кислот (див. Е400 Альгінатні кислоти).

Одержання. Натрієві солі альгінатних кислот виділяють з лужних водних розчинів відповідних водоростей з подальшою очисткою.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 90,8% або 18,0-21,0% діоксида вуглецю, сульфатного попелу – 18,0-27,0%, водонерозчинних речовин – не більше 2,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

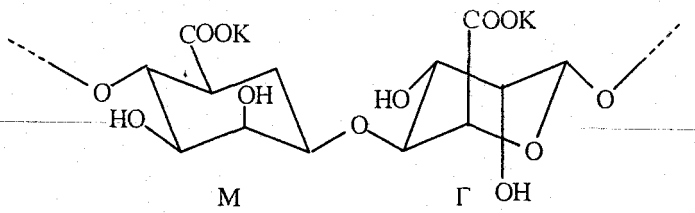
Метаболізм і токсичність. В організмі людини альгінати натрію під дією хлоридної кислоти перетворюються до альгінатних кислот, які надалі можуть утворювати нерозчинні солі з катіонами здебільшого двовалентних металів. Ці солі практично не здатні всмоктуватися та засвоюватися людським організмом.

Е402* Альгінат калію

Загущувач, гелеутворювач, покриття, засіб для капсулювання, вологоутримуючий агент, стабілізатор.

Синоніми: калієва сіль альгінової кислоти, калієва сіль альгінатної кислоти, potassium alginate, potassium salt of alginic acid.

Будова. За хімічною будовою – це калієві солі альгінатних кислот (Е400), в молекулах яких атом водню карбоксильної групи заміщений калієм, з молекулярною масою від 10 000 до 600 000:



Фізико-хімічні властивості. Див. (Е401) Альгінат натрію.

Джерело. Альгінат калію міститься у природних джерелах у вигляді альгінатних кислот (див. Е400 Альгінатні кислоти).

Добування. Калієві солі альгінатних кислот виділяють з лужних водних розчинів відповідних водоростей з подальшою очисткою.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 89,2% або 16,5-19,5% діоксида вуглецю, сульфатного попелу – 23,0-32,0%, водонерозчинних речовин – не більше 2,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

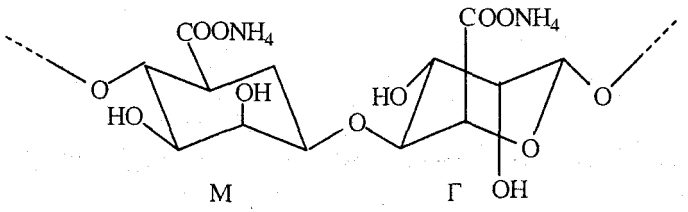
Метаболізм і токсичність. Див. (Е401) Альгінат натрію.

Е403* Альгінат амонію

Загущувач, гелеутворювач, покриття, засіб для капсулювання, вологоутримуючий агент, стабілізатор.

Синоніми: амонійна сіль альгінової кислоти, амонійна сіль альгінатної кислоти, ammonium alginate, ammonium salt of alginic acid.

Будова. За хімічною будовою – це амонієві солі альгінатних кислот (Е400), в молекулах яких атом водню карбоксильної групи заміщений катіоном амонію, з молекулярною масою від 10 000 до 600 000:



Фізико-хімічні властивості. Див. Е401 Альгінат натрію.

Джерело. Наведені амонійні солі містяться у природних джерелах у вигляді альгінатних кислот (див. Е400 Альгінатні кислоти).

Добування. Амонієві солі альгінатних кислот виділяють з водних розчинів відповідних водоростей при дії амоніаку з подальшою очисткою.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 88,7% або 18,0-21,0% діоксида вуглецю, сульфатного попелу – не більше 7,0%, водонерозчинних речовин – не більше 2,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

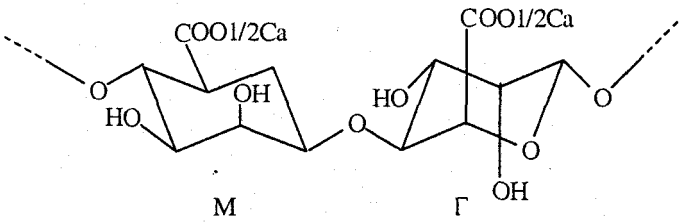
Метаболізм і токсичність. Див. (Е401) Альгінат натрію.

Е404* Альгінат кальцію

Загущувач, гелеутворювач, покриття, засіб для капсулювання, вологоутримуючий агент, стабілізатор.

Синоніми: кальцієва сіль альгінової кислоти, кальцієва сіль альгінатної кислоти, calcium alginate, calcium salt of alginic acid.

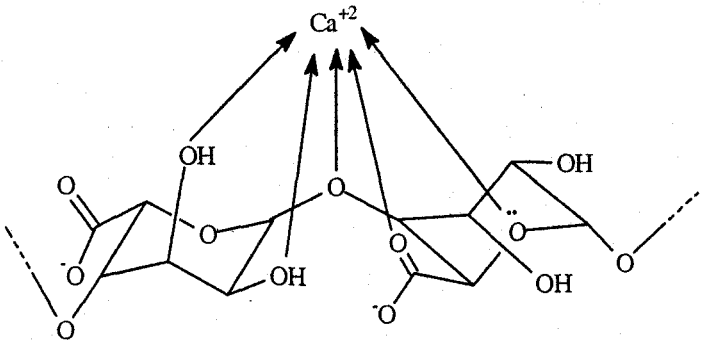
Будова. За хімічною будовою – це кальцієві солі альгінатних кислот (Е400), в молекулах яких атом водню карбоксильної групи заміщений кальцієм, з молекулярною масою від 10 000 до 600 000:



М Г

У молекулах альгінатних кислот, як згадувалося раніше, крім статично почергового розташування мануронової (М) і гулуронової (Г) кислот, існують їхні ділянки (блоки), що складаються тільки з кислот одного виду М або Г. В таких Г-

блоках гулуронових кислот існують стеричні умови для координації та зв'язування катіонів двовалентних металів карбоксильною і гідроксильними групами. При цьому кожний двовалентний катіон координується з 10 атомами кисню чотирьох залишків відповідних гулуронових кислот (двох Г-блоків цих кислот з двох макромолекул):



Наведена будова, де відтворена координація іонів кальцію тільки з одним Г-блоком, сприяє тому, що такі солі є ефективними гелеутворювачами.

Фізико-хімічні властивості. Це волокноподібний порошок або гранули від білого до жовто-коричневого кольору, які не розчиняються у воді та органічних розчинниках. Втрати при висушуванні становлять не більше 15,0% (105^0C, 4 години).

Джерело. Кальцієві солі альгінатних кислот містяться у природних джерелах у вигляді альгінатних кислот (див. Е400 Альгінатні кислоти).

Добування. Кальцієві солі альгінатних кислот виділяють з лужних водних розчинів відповідних водоростей з подальшою очисткою.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 89,6% або 18,0-21,0% діоксида вуглецю, сульфатного попелу – 28,0-36,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

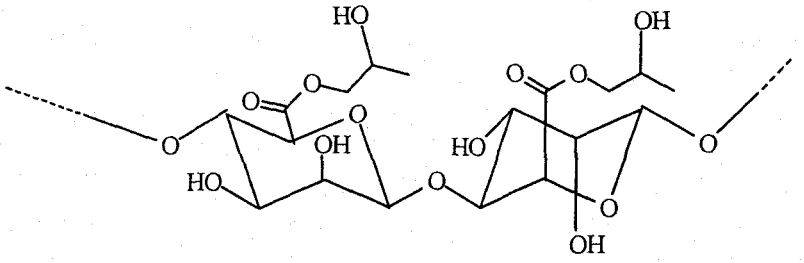
Метаболізм і токсичність. Див. (Е401) Альгінат натрію.

Е405* Пропіленгліколькальгінат

Загущувач, емульгатор, стабілізатор, засіб для капсулювання.

Синоніми: пропіленгліколевий естер альгінової кислоти, propylene glycol alginate, hydroxypropyl alginate, algin derivate, 1,2-propanediol ester of alginic acid.

Будова. Наведена речовина є естерами альгінатної кислоти (Е400) та α-пропіленгліколю (1,2-пропандіолу), в молекулах яких естерний зв'язок утворений в межах 20-45% від загальної кількості карбоксильних груп:



Молекулярна маса пропіленгліколькальгінату становить 10 000 – 600 000.

Фізико-хімічні властивості. Це волокноподібний порошок або гранули від білого до жовтого кольору, які добре розчиняються у холодній воді, розведених кислотах; середньо розчиняються в органічних розчинниках. Втрати при висушуванні становлять не більше 20,0% (105^0C, 4 години).

У цілому його фізико-хімічні властивості залежать від вмісту ланок пропіленгліколю в основному корі. Введення таких ланок збільшує стійкість до кислотного гідролізу, дії іонів кальцію, поліпшує піностійкість.

Добування. Пропіленгліколькальгінат одержують реакцією естерифікації альгінатних кислот α-пропіленгліколем у кислому середовищі внаслідок взаємодії карбоксильних груп кислот з гідроксильними гліколя.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить 16,0-20,0% у перерахунку на діоксид вуглецю, загальної кількості

пропіленгліколю – 15,0-45,0%, вільного пропіленгліколю – не більше 15,0%, естерифікованих карбоксильних груп – не більше 45,0%, вільних карбоксильних груп – не більше 35,0%, водонерозчинних речовин – не більше 2,0%, загального попелу – не більше 10,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

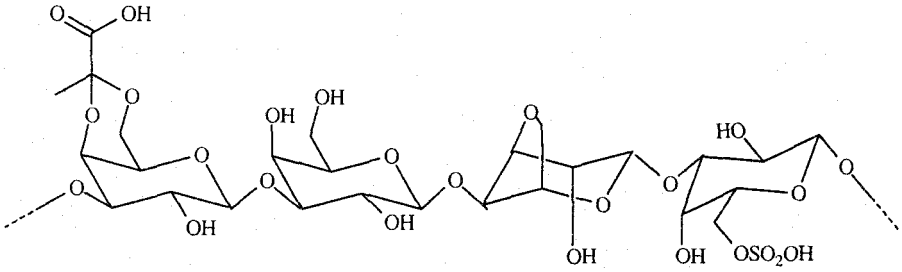
Метаболізм і токсичність. В організмі людини пропіленглікольальгінат розщеплюється на альгінатні кислоти та α-пропіленгліколь.

Е406* Агар

Гелеутворювач, загущувач, стабілізатор, вологоутримуючий агент, плівкоутворювач, освітлювач, засіб для капсулювання.

Синоніми: агар-агар, agar, agar-agar, gelose agar, ceylon bengal.

Будова. Агар належить до сульфатованих галактанів і є сумішшю полісахаридів агарози (до 70,0-80,0%) і сульфатованого агаропектину (приблизно 20,0-30,0%) з молекулярною масою 32 000 – 200 000. У молекулі агарози почергово повторюються фрагменти β-*D*-галактози (II) і 3,6-ангідро-α-*L*-галактози (III), сполучених навперемінно β-1,4- і α-1,3-зв'язками. Молекула агаропектину (фракція кислих полісахаридів) побудована за тим самим принципом і додатково містить ланки *D*-галактози у вигляді кеталю піровиноградної кислоти (I) та до 5,0-10,0% сульфатованої *D*-галактози (IV):



I II III IV

Фізико-хімічні властивості. Це крихкий порошок від білого до жовтого кольору, який розчиняється у гарячій воді; середньо – в органічних розчинниках. У холодній воді агар набрякає. При цьому утворюються гелі (драглі) з великими розмірами

пор. При охолоджені гарячих водних розчинів концентрації 0,5-1,0% до 32-39^{0}С утворюються міцні гелі, які мають температуру топлення більше 85^{0}С. Агаропектин не утворює гелі, тому здатність агару в цілому до гелеутворення залежить від співвідношення основних його складових. При цьому, наявність ланок 3,6-ангідро-*L*-галактози сприяє гелеутворенню. Агар стійкий у нейтральних середовищах. При нагріванні в лужному середовищі відбувається часткове відщеплення сульфатних груп з ланок IV. У кислих середовищах агар менш стійкий, ніж більшість полісахаридів, оскільки 3,6-ангідрогалактозидні зв'язки розщеплюються кислотами приблизно в сто разів легше, ніж β-глікозидні. Втрати при висушуванні становлять не більше 22,0% (105^{0}С, 5 годин).

Джерело. Агар (разом з карагінанами (Е407) і фурцелераном) міститься у клітинних оболонках червоних водоростей *Gelidium, Gracilaria* тощо (до 30%) або багряних водоростей *Ahn-feltia plicata* та інших видів таких рослин.

Добування. Агар вилучають із відповідних морських водоростей, переважно з *Gracilaria* і *Gelidium*, екстракцією слабокислим водним розчином. Після вилучення та очистки за допомогою активованого вугілля або іонітних смол утворюється 1-2% гель, шляхом виморожування з якого виділяють кінцевий продукт.

Вміст у кінцевому продукті водорозчинних речовин становить 10,0-14,0% при 18-20^{0}С; речовин, які не розчиняються у гарячій воді – не більше 1,0%; води – не більше 22,0%, загального попелу – не більше 6,5% (550^{0}С), кислотонерозчинного попелу – не більше 0,5%, загального азоту – не більше 0,4%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

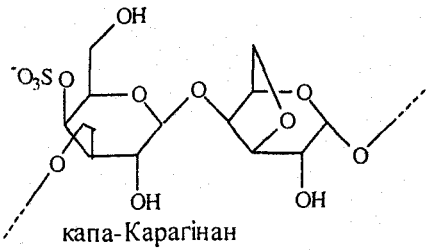
Метаболізм і токсичність. Агар в організмі людини не всмоктується і вважається розчинною баластною речовиною.

Е407* Карагінан та його натрієва, калієва, амонійна солі, включаючи фурцелеран

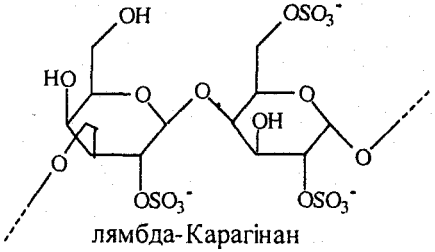
Загущувачі, желюючі агенти, стабілізатори, освітлювачі; речовини, що полегшують фільтрування; засоби для капсулювання.

Синоніми: карагінан очищений, карагінан напівочищений, ірландський мох, гелоза, фурцелярин, carrageenan and its Na, K, NH_4 salts (includes furcellaran), semirefined and refined carrageenan, chondrus, irish moos, gelose, philippinan-natural-grade-carrageen (PNG), carrageenan with cellulose.

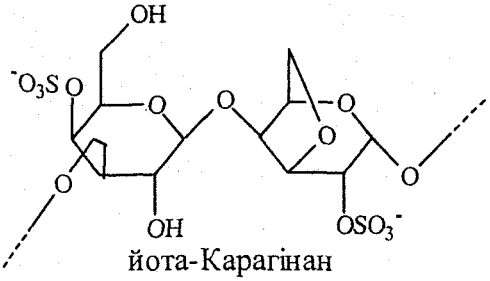
Будова. Карагінани належать до великої групи нативних полісахаридів – галактанів, а саме до кислих сульфатованих галактанів з молекулярною масою 200 000 – 400 000, характерні тільки для червоних водоростей. Залежно від хімічної будови вони поділяються на певні групи, які позначають грецькими літерами κ (капа), ι (йота), λ (лямбда), μ (мю), τ (тау) тощо. Карагінани побудовані із сульфатованої *D*-галактози, сполученої α-1,3- і β-1,4-зв'язками, які суворо чергуються. При цьому кількість сульфогруп (не менше 20%) та їхнє розташування змінюється у певних межах. У свою чергу, сульфогрупи в карагінанах існують у вигляді натрієвих, калієвих, амонієвих або кальцієвих солей. Фактично карагінани побудовані з дисахаридних блоків, які містять залишки β-*D*-галактопіранози і 3,6-ангідро-α-*D*-галакто-піранози. Найважливішими карагінанами залежно від хімічної природи згаданих димерів є такі:



капа-Карагінан



лямбда-Карагінан



йота-Карагінан

Важливим є те, що в капа- та йота-карагінанах правий залишок дисахаридного блоку існує у $^4C_1$-конформації, а лівий – у $^1C_4$, що обумовлює здатність їхніх макромолекул формувати подвійні спіралі, асоціація яких веде до утворення гелю. У лямбда-карагінані обидві молекули мають $^4C_1$-конформацію, що не дозволяє їм утворювати гелі і він виконує функції тільки загущувача.

Фурцелеран (датський агар) за своїми хімічними та колоїдними властивостями займає проміжне положення між агаром та карагінанами.

Фізико-хімічні властивості. Це жовто-білі порошки, які добре розчиняються у гарячій воді при температурі > 60^0C (лямбда-карагінан розчиняється також у холодній воді); не розчиняються в органічних розчинниках. Розчинність у водних розчинах солей Na, K, Ca і NH_4 різна. Так, натрієві солі капа- і йота-карагінанів при нагріванні – розчиняються, а інші – набрякають; солі гама-карагінанів при нагріванні розчиняються всі. Загалом, фізико-хімічні властивості карагінанів змінюються залежно від виду водорості, пори року, місця та умов їх росту; методу виділення, вмісту окремих фракцій. Вони мають високу здатність до гелеутворення та зв'язування води. Завдяки від'ємному заряду карагінани утворюють з катіонами та білками міцну просторову сітку, будова якої залежить від pH середовища та значення ізоелектричної точки білків. Якість карагінанів оцінюють за показниками міцності і прозорості стандартного гел.. В'язкість при 75^0C становить не менше 5 П·с для 1,5% водного розчину. pH 8-11 для 1% водного розчину. Втрати при висушуванні - не більше 12,0% (105^0C, до постійної маси).

Джерело. Карагінани разом з агаром і фурцелераном містяться в клітинних оболонках червоних морських водоростей, моху та інших на зразок *Eucheuma, Chondrus Crispis, Gigartina Spesies, Furcellaria fastigata* тощо. У холодній воді вони набрякають, тому для солюбілізації їх необхідно нагрівати до 75-80^0C.

Добування. Напівочищений карагінан добувають шляхом попередньої екстракції водоростей або інших рослин 10% розчином K_2CO_3 при 70-80^0C з метою вилучення барвників, білків та інших низькомолекулярних природних домішок. Потім залишок фільтрують, промивають, висушують і подрібнюють у

порошок. Очищений карагінан добувають початковим кип'ятінням водоростей у водно-лужному середовищі. При цьому, відбувається часткове відщеплення сульфатних груп з утворенням 3,6-ангідрогалактозних ланок, що призводить до поліпшення гелеутворення. Наступні операції одержання карагінану полягають у фільтруванні розчину, його освітленні та висаджуванні з нього основного продукту за допомогою солей кальцію або спирту. Крім вищезгаданих, застосовують також інші методи очистки (вимо-рожування, ультрафільтрацію, осмос).

Вміст у кінцевому продукті карагінанів з молекулярною масою 50 000 і нижче становить не більше 5,0%, води – не більше 12,0%, загального попелу – 15,0-40,0% (550^{0}C), кислотонерозчинних речовин – не більше 2,0%, кислотонерозчинного попелу – не більше 1,0%, сульфатів (у перерахунку на SO_4) – 15,0-40,0%; залишків розчинників: метанолу, етанолу, ізопропілового спирту (окремо або разом) – не більше 0,1%; арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Карагінани вважаються баластною речовиною, в організмі людини вони не всмоктуються, проте можуть зменшувати ступінь і швидкість всмоктування інших компонентів харчових продуктів. Розщеплені карагінани (до молекулярної маси приблизно 1000) сприяють утворенню наривів.

Е407а Карагінан з водоростей *Euchema*

Загущувач, желюючий агент, стабілізатор, освітлювач; речовина, що полегшує фільтрування; засіб для капсулювання.

Синоніми: карагінан напівочищений, ірландський мох, перероблені морські водорості *Eusheuma*, гелоза, semirefined carrageenan, processed eucheuma seaweed, PES, chondrus, irish moss, gelose, philippinan-natural-grade-carrageen (PNG), carrageenan with cellulose.

Будова. Аналогічно нативним карагінанам (Е407), карагінан з водоростей *Euchema* складається із суміші сульфатованих кислих полісахаридів з молекулярною масою 200 000 – 400 000, домінуючим з яких є капа-карагінан.

Фізико-хімічні властивості. Представники цього виду карагінанів добре розчиняються у гарячій воді (80^0C); середньо – в солевих розчинах і не розчиняються в органічних розчинниках. В'язкість при 75^0C становить не менше 5 П·с для 1,5% водного розчину. pH 8-11 для 1% водного розчину. Втрати при висушуванні - не більше 12,0% (105^0C, до постійної маси).

Якість таких карагінанів оцінюють за показниками міцності і прозорості стандартного гелю.

Джерело. Наведені карагінани містяться переважно в морських водоростях *Euchema cottonii.*

Добування. Карагінан з водоростей *Euchema* добувають шляхом попередньої екстракції 10% розчином K_2CO_3 при 70-80^0C з метою вилучення барвників, білків та інших низькомолекулярних нативних домішок. Залишок фільтрують, промивають, висушують і подрібнюють у порошок. Основною домішкою в кінцевому продукті є целюлоза (до 15,0%).

Вміст у кінцевому продукті карагінанів з молекулярною масою 50 000 і нижче становить не більше 5,0%, води – не більше 12,0%, загального попелу – 15,0-30,0%, кислотонерозчинних речовин – 8,0-15,0%, кислотонерозчинного попелу – не більше 1,0%, сульфатів (у перерахунку на SO_4) – 15,0-40,0%; залишків розчинників: метанол, етанол, ізопропіловий спирт (окремо або разом) – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

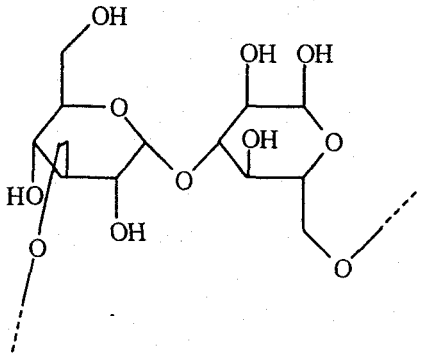
Метаболізм і токсичність. Карагінани вважаються баластною речовиною, в організмі людини вони не всмоктуються, але можуть зменшувати ступінь і швидкість всмоктування інших компонентів харчових продуктів. Розщеплені карагінани (до молекулярної маси приблизно 1000) сприяють утворенню наривів.

Е408 Глюкан пекарських дріжджів

Загущувач, гелеутворювач, стабілізатор, покриття.

Синоніми: глікан пекарських дріжджів, β-глюкан, yeast glucan, 1,3-glucane, glykane.

Будова. Полісахарид (глюкан) має основний кор, який побудований із залишків *D*-глюкози, сполучених β-1,3-глікозидними зв'язками. Його молекулярна маса становить від 5 000 до 1 000 000. Окремі розгалуження макромолекул виникають при приєднанні глюкопіранозних ланок до основного кору β-1,6-зв'язками:



Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який добре розчиняється у холодній воді і не розчиняється в спирті.

Джерело. Глюкан пекарських дріжджів міститься в продуктах життєдіяльності клітин багатьох дріжджів і грибів.

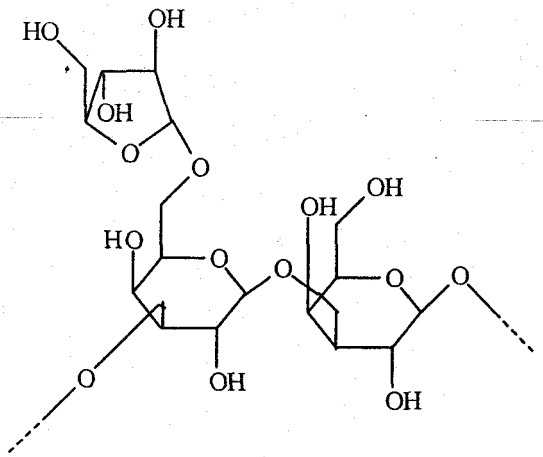
Добування. Наведений глюкан одержують біотехнологічним шляхом з грибів виду *Sclerotium.*

Е409 Арабіногалактан

Загущувач, стабілізатор.

Синоніми: смола модрини, екстракт деревини модрини, галактоарабінан, (+)-arabinogalactan, larch-gum, arabinogalactan.

Будова. Арабіногалактан належить до нейтральних полісахаридів - гетерогліканів. Це високорозгалужені структури з молекулярною масою 220 000 – 330 000, які побудовані з ланок *D*-галактози і *L*-арабінози у співвідношенні приблизно 6:1. Основний кор складається з ланок *D*-галактози, сполучених за допомогою β-1,3-глікозидних зв'язків, до яких прищеплені переважно 1,6-зв'язками бічні ланцюги, побудовані з ланок *L*-арабінози як у фуранозній так і піранозній формах:



Фізико-хімічні властивості. Це жовто-білий порошок з т. топ. 200^{0}С (розкл.), який легко розчиняється у воді (50 мг/мл); середньо – в розведеному етиловому спирті; не розчиняється в органічних розчинниках. pH приблизно 3,8 для 20% водного розчину.

Джерело. Арабіногалактани містяться у деревині модрини (до 35%), соєвих бобах, деяких камедях.

Добування. Арабіногалактан одержують з водного екстракту модрини, який залишається у виробничому циклі виготовлення целюлози або паперу. Цей екстракт освітлюють, знебарвлюють і висушують.

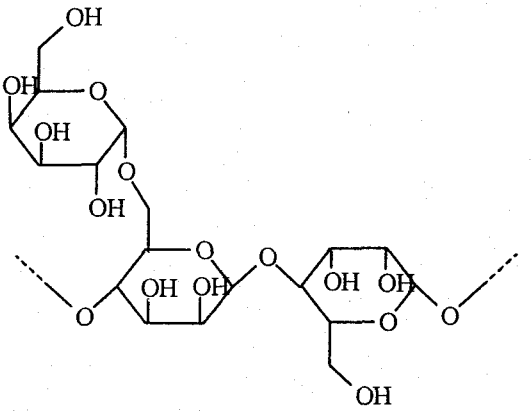
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 90,0%, води – не більше 6,0%, водонерозчинних речовин – не більше 0,05%, інших домішок (терпенів, фенолів і поліфенолів, моносахаридів - сумарно) – не більше 4,0%, арсену – не більше 4 мг/кг, меркурію – не більше 3 мг/кг, важких металів – не більше 5 мг/кг.

Е410* Камедь ріжкового дерева

Загущувач, стабілізатор, слабкий гелеутворювач, засіб для капсулювання.

Синоніми: камедь бобів ріжкового дерева, смола бобів, кароб, carob gum, locust bean gum, algoroba ceratonia siliqua extract, locust tree extract, carob bean extract.

Будова. Ця камедь за хімічною будовою належить до гетерогліканів галактоманан ів. Середня молекулярна маса становить приблизно 310 000. Основний кор побудований з ланок *D*-манози, сполучених β-1,4-глікозидними зв'язками. До основного манозного ланцюга через рівні інтервали, до кожної четвертої ланки, β-1,6-зв'язками прищеплена ланка або блочні фрагменти α-*D*-галактози:



Фізико-хімічні властивості. Це жовто-білий порошок, який диспергується у холодній воді та розчиняється у гарячій (85^{0}C). При концентрації 2-3% камедь утворює густу пастоподібну масу. Камедь ріжкового дерева є чутливою до дії кислот. Загалом, фізико-хімічні властивості цієї камеді визначаються вмістом галактоманан ів і домішок. Втрати при висушуванні становлять не більше 14,0% (105^{0}C, 5 годин).

Джерело. Наведена камедь міститься в бобах ріжкового дерева *Ceratonia siligua* L.

Добування. Боби стручків ріжкового дерева розділяють на лушпиння (30-35%), паростки (20-25%) і ендосперм (40-45%). Останній подрібнюють і вживають як камедь. Вміст галактоманан ів при цьому становить до 75%, нативних білків - до 7%. За іншою технологією камедь добувають екстракцією водою подрібненої рослинної сировини, фільтруванням екстракту і очисткою шляхом висадження спиртом, висушуванням і

подрібненням утвореного осаду. Така камедь отримала назву проясненої.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 75,0%, протеїнів – не більше 7,0% (для проясненої камеді – 1,0%), кислотонерозчинних речовин – не більше 4,0% (для проясненої камеді – 3,5%), загального попелу – не більше 1,2% (800^0C, 3-4 години); залишків розчинників: етанолу, ізопропілового спирту (окремо або разом) – не більше 1,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

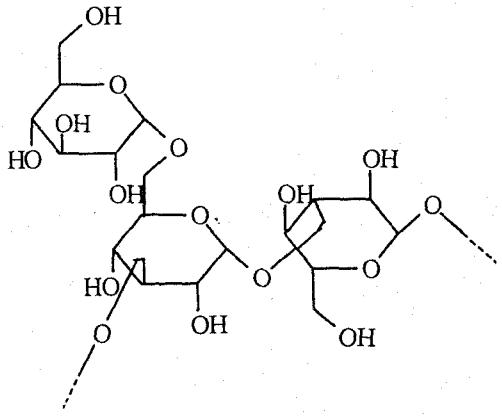
Метаболізм і токсичність. У шлунково-кишечному тракті людини галактоманани ензимами не розщеплюються і виводяться з організму разом із калом. Білок паростків, що міститься в такій камеді, інколи вважають алергеном.

Е411* Вівсяна камедь

Загущувач, гелеутворювач, стабілізатор, покриття.

Синоніми: β-глюкан, глікан, oat gum, 1,3-glucane, glykane.

Будова. За хімічною будовою це слаборозгалужений гомоглікан, основний кор якого складається з ланок *D*-глюкози, сполучених β-1,3-глікозидними зв'язками. До основного кору прищеплені β-1,6-зв'язками ланки *D*-глюкози:



Середня молекулярна маса такої камеді становить приблизно 160 000 – 800 000.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який добре розчиняється у холодній воді і не розчиняється в етиловому спирті.

Джерело. Вівсяна камедь входить до складу насіння деяких рослин на зразок *Avena sativa* L. родини Gramineae в якості будівельного матеріалу та вуглеводного депо.

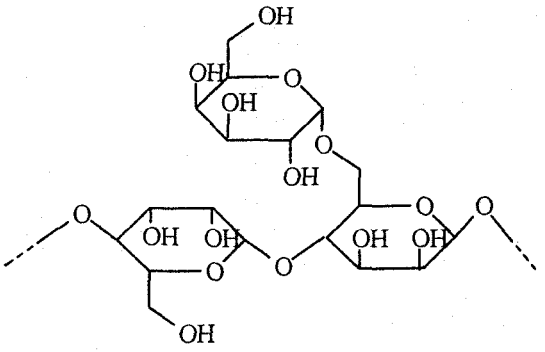
Добування. Вівсяну камедь одержують екстракцією з вівсяної полови та подальшими осаджуванням, очищенням та висушуванням.

Е412* Гуарова камедь

Загущувач, стабілізатор, засіб для покриття.

Синоніми: камедь гуарани, камедь гуари, гуар, гуаран, гуарове борошно, guar, guar gum, guar flour, jaguar gum, gum cyamopsis, cyamopsis gum.

Будова. За хімічною будовою це нейтральний (неіоногенний) гетерополісахарид галактоманан, який складається на 64,0-67,0% з ланок *D*-манози, сполучених β-1,4-глікозидними зв'язками, і 33,0-36,0% *D*-галактози. До кожної другої ланки манози основного кору прищеплені β-1,6-зв'язками одна або більше ланки галактози:



Молекулярна маса галактоманану становить 50 000 – 8 000 000.

Фізико-хімічні властивості. Це сіро-білий порошок, який практично повністю диспергується і розчиняється у воді; середньо – в органічних розчинниках. Водні розчини такої камеді відносно стійкі при pH 2,5-8,5 і є тіксотропними (оптимальне значення pH 4,0). Втрати при висушуванні становлять не більше 15,0% (105^0C, 5 годин). Гуарова камедь має недостатню термостійкість і стійкість до дії кислот. З метою уникнення цих недоліків гуарову камедь застосовують у комбінації з іншими камедями.

Джерело. Гуарова камедь міститься в насінні рослини гуара бобового дерева *Guar plant Cyamopsis tetragonolobus* L., *Pusa Mausmi, P. Sadabahar* та інші.

Добування. Цю камедь добувають шляхом механічного виділення ендосперму з насіннія гуари (35-42% від маси насіння) і подрібнення.

За іншою технологією гуарову камедь добувають екстракцією водою подрібненої рослинної сировини, фільтруванням екстракту і очисткою шляхом висадження спиртом, висушуванням і подрібненням утвореного осаду. Таку камедь називають проясненою, аналогічно до камеді ріжкового дерева (Е410).

Вміст галактоманананів у кінцевому продукті становить 70,0-82,0%, білків – не більше10,0% (для проясненої камеді – 1,0%), води до 9,0-12,0%, кислотонерозчинних волокон – не більше 7,0% (для проясненої камеді – 1,2%), загального попелу (800^0C, 3-4 години) – не більше 1,5% (для проясненої камеді – 1,0%), залишків розчинників (етанолу, ізопропілового спирту - окремо або разом) – не більше 1,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. У шлунково-кишечному тракті основний кор галактоманананів ензимами не розщеплюються і виводяться з організму разом із калом. Бічні розгалуження по β-1,6-зв'язкам розщеплюються частково. При цьому спостерігається ефект зв'язування води та набрякання. Крім того, гуарова камедь в організмі ефективно знижує рівень холестеролу та насичених жирів.

Е413* Трагакант

Загущувач, стабілізатор, покриття.

Синоніми: трагант, камедь трагаканта, камедь траганта, tragacanth gum, tragacanth.

Будова. Трагакант є складною сумішшю нейтральних і кислих полісахаридів з середньою молекулярною масою 800 000. За хімічною будовою його основний кор побудований з ланок *D*-галактуронової кислоти, сполучених α-1,4-глікозидними зв'язками. До основного кору у вигляді бічних розгалужень прищеплені ланки *D*-ксилози (β-1,3-зв'язками), до якої, своєю чергою, приєднані β-1,3-зв'язками ланки *L*-фукози, *D*-галактози або *L*-арабінози. При цьому ланки галактуронової кислоти частково метильовані до басорину, частково нейтралізовані. Наведена камедь складається з двох основних фракцій: розчинної у воді – трагакантину (30-70%) і важкорозчинної – басорину (30-60%), а також з білка, целюлози і попелу.

Фізико-хімічні властивості. Це – прозора тверда смола ясно-жовтого кольору, плоскі шматочки, або порошок від кремового до рожево-коричневого кольору. Трагакантин добре розчиняється у холодній воді, басорин – у гарячій, тому загальна розчинність цієї камеді залежить від співвідношення вказаних фракцій. Трагакант середньо розчиняються в органічних розчинниках. В'язкість 1% водного розчину становить не менше 250 сП. Втрати при висушуванні - не більше 16,0% (105^0С, 5 годин).

Джерело. Трагакант міститься у смолі бобового дерева *Astragalus gummifer*, *A. verus*, *A. curdicus* та інших видів *Astragalus*.

Добування. Краплі смоли трагаканту подрібнюють і розчиняють у воді, надалі фільтрують, відбілюють і сушать.

Вміст сульфатного попелу у кінцевому продукті становить не більше 4,0%, кислотонерозчинних волокон – не більше 2,0%, кислотонерозчиного попелу – не більше 0,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

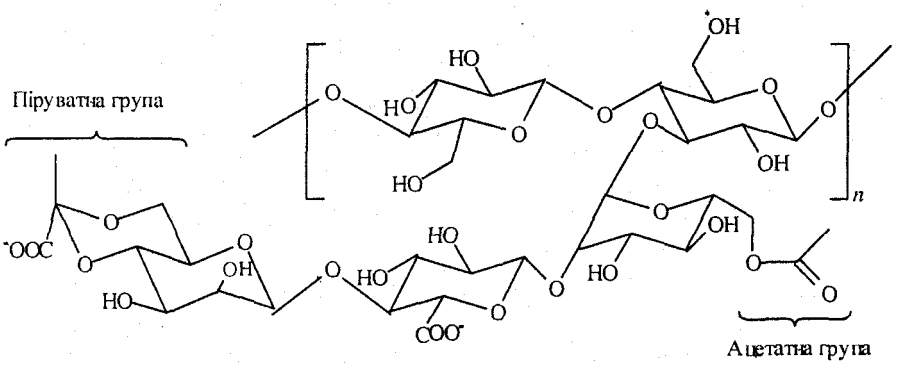
Метаболізм і токсичність. Трагакант вважається баластною речовиною, він не засвоюється і виводиться з організму людини разом із калом.

Е415* Ксантанова камедь

Загущувач, стабілізатор, гелеутворювач, засіб для капсулювання.

Синоніми: ксантан, камедь кукурудзяного цукру, xanthan gum, xanthan.

Будова. Ксантанова камедь є сумішшю гетерополісахаридів з молекулярною масою приблизно від 2 до 50 млн. Їхні макромолекули складаються з трьох моноз: β-*D*-глюкози, α-*D*-манози і α-*D*-глюкуронової кислоти при приблизному співвідношенні 2:2:1 відповідно. Основний кор камеді утворений з ланок β-*D*-глюкози, сполучених 1,4-глікозидними зв'язками. До кожної другої ланки глюкози прищеплений бічний трисахарид глюкуронової кислоти, яка при цьому розташовується між двома ланками α-*D*-манози. Кожен другий кінцевий манозний залишок такого трисахаридного розгалуження може містити піруватну групу (залишок піровиноградної кислоти) як показано на схемі (до 3,5%), а найближча до основного кору маноза містить здебільшого при С6 ацетатну групу (до 4,7%):



Фізико-хімічні властивості. Це білий або сіро-білий порошок, який добре розчиняється у холодній воді; не розчиняється в органічних розчинниках. Водні розчини ксантанової камеді стабільні в

широкому діапазоні pH (1-13), причому стабільність мало залежать від температури. Втрати при висушуванні становлять не більше 15,0% (105^{0}C, 2,5 години).

Джерело. Ксантанова камедь міститься в міжклітинній речовині культур бактерій *Xanthomonas campestris* на цукроподібних субстратах, а також як вторинні метаболіти при аеробній ферментації цукру.

Добування. Наведена камедь утворюється при контрольованій ферментації цих культур у водному цукровому середовищі (аеробному бродінні) з подальшим її осаджуванням з відфільтрованих субстратів за допомогою етанолу або ізопропілового спирту. У кінцевому продукті кислотні групи ксантану нейтралізують гідроксидами з утворенням відповідних калієвих, натрієвих або кальцієвих солей.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 91,0% або діоксиду вуглецю 4,2-5,4%, загального попелу – не більше 16,0% (650^{0}C після попереднього висушування при 105^{0}C протягом 4 годин), піровиноградної (піруватної) *кислоти – не менше 1,5%, азоту – не більше 1,5%,* залишків розчинників (етанолу, ізопропілового спирту – окремо або разом) – не більше 500 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Ксантанову камедь вважають баластною речовиною, яка не засвоюється організмом людини.

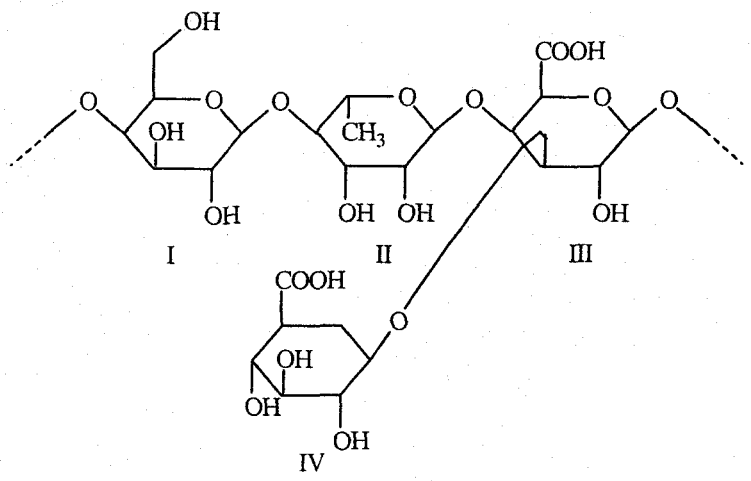
Е416* Камедь караї

Загущувач, стабілізатор, гелеутворювач, покриття.

Синоніми: карая, караї камедь, karaya gum, sterculia gum, sterculia, karaya, kadaya, katilo, kullo, kuterra.

Будова. Наведена камедь є кислим полісахаридом, побудований із залишків *D*-галактози, *L*-рамнози, *D*-галактуронової кислоти, *D*-глюкуронової та ацетатної кислот, з молекулярною масою приблизно 800 000. Головний кор цієї камеді складається з ланок галактози (I), рамнози (II) і галактуронової кислоти (III) у співвідношенні приблизно 4:6:5 відповідно, які сполучені між

собою α-1,2- і α-1,4-глікозидними зв'язками. До ланок галактуронової кислоти прищеплена β-1,3-зв'язками глюкуронова кислота (IV). Сума уронових кислот становить приблизно 37,0%, ланок ацетатної кислоти – 8,0-13,0%:



Фізико-хімічні властивості. Це жовтуваті прозорі краплі або рожево-сірий порошок. Камедь добре розчиняється в гарячій воді (до 20%); середньо – у холодній; не розчиняється в органічних розчинниках. У випадку вмісту у водній суміші 60% етанолу – набрякає. Втрати при висушуванні становлять не більше 20,0% (105^0C, 5 годин).

Джерело. Камедь караї міститься у вигляді ексудату стеблин та гілок *Sterculia urens* та інших видів *Sterculia.*

Добування. Наведену камедь одержують шляхом розчинення у гарячій воді нативних крапель смоли, подальшого фільтрування і осадження кінцевого продукту спиртом або розпилювальним висушуванням.

Вміст загального попелу у кінцевому продукті становить – не більше 8,0%, кислотонерозчиного попелу – не більше 1,0%, кислотонерозчинних речовин – не більше 3,0%, летючих речовин у перерахунку на ацетатну кислоту – не більше 10,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не

більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

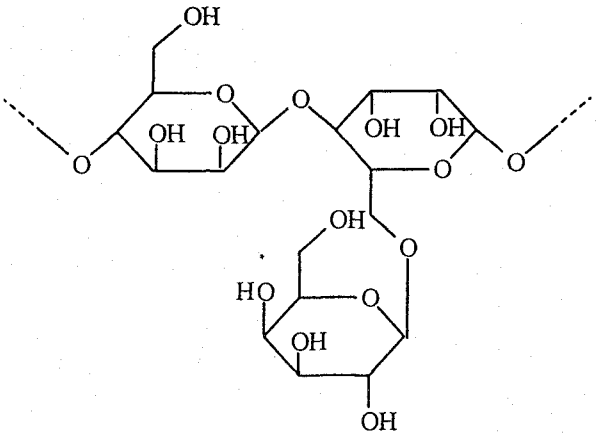
Метаболізм і токсичність. Камедь караї вважають нерозчинною баластною речовиною з послаблювальною дією на організм людини.

Е417* Тари камедь

Загущувач. Стабілізатор.

Синоніми: камедь насіння перуанського дерева, тара, tara gum, tara, peruvian gum.

Будова. Це нейтральний галактоманан, який складається із залишків *D*-манози і *D*-галактози у співвідношенні 3:1 відповідно. До основного кору входять ланки манози, сполучені β-1,4-глікозидними зв'язками. Кожна третя ланка манози сполучена α-1,6-зв'язками з ланкою галактози:



За хімічною будовою така камедь подібна до камеді ріжкового дерева і відрізняється співвідношенням манозних і галактозних циклів в основному корі і просторовим розташуванням галактозних ланок.

Фізико-хімічні властивості. Це порошок від білого до жовтого кольору, який добре розчиняється у воді; не розчиняється в етанолі та інших органічних розчинниках. Втрати при висушуванні становлять не більше 15.0% (105^0C, 5 годин).

Джерело. Наведена камедь міститься в ендоспермі насіння чагарника тари *Caesalpina spinosa* родини Leguminosae.

Добування. Тари камедь добувають шляхом механічного розділення шкірки насіння (38-40%) і зародків (38-40%) від ендосперма (до 20%). Останній подрібнюють та висушують.

Вміст галактоманан ів у кінцевому продукті становить 80,0-85,0%, загального попелу – не більше 1,5%, кислотонерозчинних речовин – не більше 2,0%, протеїнів – не більше 3,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

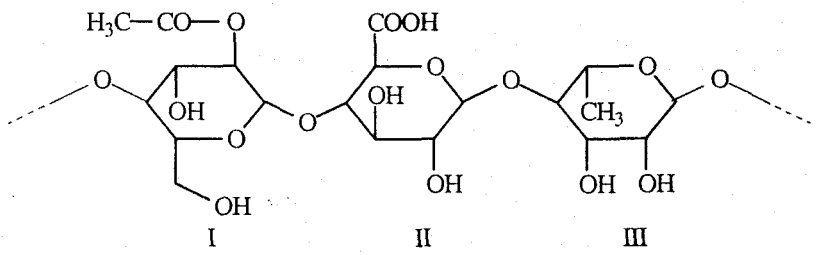
Метаболізм і токсичність. Вважають, що тари камедь є баластною речовиною, яка практично не засвоюється організмом людини.

Е418* Геланова камедь

Загущувач, желюючий агент, стабілізатор.

Синоніми: gellan gum.

Будова. Геланова камедь є бактеріальним гетерополісахаридом з молекулярною масою приблизно від 500 000 до 1 000 000. Макромолекули камеді побудовані з трисахаридних ланок β-*D*-глюкози (I), сполучених 1,3- або 1,4-глікозидними зв'язками з іншими моносахаридами, β-*D*-глюкуронової кислоти (II) - з 1,4-зв'язками сполучення і α-*L*-рамнози (III) - з 1,4-зв'язками у співвідношенні приблизно 2:1:1 відповідно. При цьому майже половина монозних ланок камеді ацетильовані:



Фізико-хімічні властивості. Це жовто-білий порошок. Властивості камеді залежать від ступеню ацетилювання. Камедь з ацетильними групами є ефективним загущувачем і малоефективним желюючим агентом. Дезацетильована камедь – ефективний

желюючий агент. У цілому, геланова камедь добре розчиняється у гарячій воді; середньо – у холодній воді і не розчиняється в органічних розчинниках. Важливою характеристикою такої камеді є здатність утворювати гелі практично з усіма катіонами, включаючи водневі (у кислому середовищі). Втрати при висушуванні становлять не більше 15,0% (105^0C, 2,5 години).

Джерело. Геланова камедь міститься в міжклітинному просторі культур бактерій *Pseudomonas elodea* і продукується ними при аеробному бродінні.

Добування. Культури, які одержані на цукровмісних субстратах, пастеризують, фільтрують, після чого геланову камедь осаджують спиртом і висушують. Дезацетильовану камедь отримують за допомогою лужного гідролізу.

Вміст діоксиду вуглецю у кінцевому продукті становить 3,3-6,8%, загального попелу – 4,0-12,0%, азоту – не більше 3,0%, залишків ізопропілового спирту – не більше 750 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Геланова камедь в організмі людини не розщеплюється на складові, є баластною речовиною, збільшує кількість фекалій, що виділяються, та поліпшує прохідність кишечника.

Е419 Гхаті камедь

Загущувач, стабілізатор.

Синоніми: індійська камедь, гхаті, gum ghatti, indian gum, ghatti, gum ghati, ghatti gum.

Будова. За хімічною будовою цей гетерополісахарид складається із ланок *L*-арабінози, *D*-галактози, *D*-манози, *L*-рамнози і *D*-глюкуронової кислоти у загальному співвідношенні приблизно 10:6:2:1:2 відповідно. Основний кор побудований із залишків галактози, сполучених β-1,6-глікозидними зв'язками, до якого прищеплені розгалуження з вищенаведених вуглеводів. Молекулярна маса водорозчинної частини становить 12 000.

Фізико-хімічні властивості. Це коричневі краплі, червоно-сірий порошок, або очищений розчин. Властвості цієї камеді змінюються залежно від партії. Така камедь добре розчиняється у холодній воді (до 90%); середньо - в органічних розчинниках.

Джерело. Гхаті камедь міститься у вигляді ексудату дерев виду *Anogeissus latifolia* родини Combretaceae.

Добування. Наведену камедь одержують шляхом механічного збору крапель смоли, їх сортування та можливого подрібнення. Використовують також водні розчини.

Вміст води у кінцевому продукті становить не більше 14,0%, загального попелу – не більше 6,0%, кислотонерозчиного попелу – не більше 1,75%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Вважають, що гхаті камедь не засвоюється організмом людини і виводиться у незмінному стані.

Тамариндова камедь

Загущувач.

Синоніми: камедь насіння тамаринди, тамаринд, tamarind seed gum.

Будова. Тамариндова камедь є полісахаридом, побудований із ланок *D*-ксилози, а також *D*-галактози, *D*-арабінози, *D*-глюкози з молекулярною масою 50 000 – 115 000. Вважають, що основний кор макромолекул камеді складається переважно з ланок ксилози, до якого прищеплені інші моносахариди. Крім полісахаридів до складу камеді входять також білки (до 20%), ліпіди (до 6-10%), мінорні моносахариди, волокна тощо.

Фізико-хімічні властивості. Це порошок кремового кольору, який добре розчиняється у холодній воді.

Джерело. Тамариндова камедь міститься в насінні дерева тамаринда виду *Tamarindus indicus* родини Leguminosae.

Добування. Очищене насіння тамаринди кип'ятять з водою, водний розчин фільтрують, освітлюють, полісахариди висаджують спиртом і відфільтрований розчин основного продукту висушують.

Метаболізм і токсичність. Вважають, що тамариндова камедь для людини є баластною речовиною, яка не розщеплюється ензимами *in vivo* на складові.

Е425 Конжак (борошно, камедь, глюкоманан)

Загущувач, гелеутворювач, стабілізатор, емульгатор, засіб для пігулкоутворення.

Наведені речовини можна поділити на три окремих групи: конжакове борошно, конжакова камедь (i) і конжаковий глюкоманан (ii).

Зауважимо, що в інформаційному просторі існує певна невпорядкованність із визначенням і класифікацією харчових добавок цього типу, оскільки відомі також інші подібні за хімічною будовою представники (konjac starch, konjac soluble fiber, fresh konjac tuber). Фактично, наведені у цьому посібнику види конжаку відрізняються один від одного ступенем очищення від неполісахаридних складових, тобто вмістом глюкоманану, що у середньому становить для борошна 30-60%, камеді 50-90% і глюкоманану 75-98%.

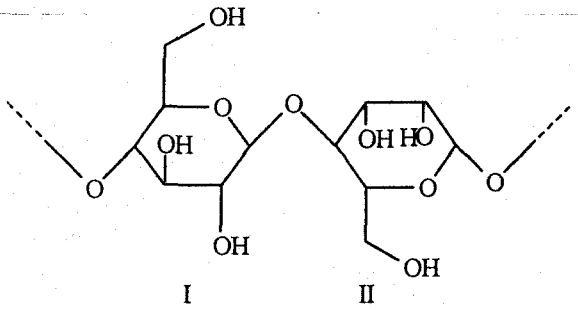
Е425 Конжакове борошно

Синоніми: кон'якове борошно, конжак, konjac, konjac flour, konjac powder.

Будова. Конжакове борошно є неочищеним продуктом з клубнів рослини *Amorphophallus konjac*, до складу якого входять полісахариди як основний компонент, крохмаль, білкові речовини, алкалоїди тощо.

Основний компонент (до 60%) за хімічною будовою є нейтральним полісахаридом з молекулярною масою 200 000 – 2 000 000, який побудований з ланок *D*-глюкози I і *D*-манози II у співвідношенні від 1:2 до 2:3 відповідно (у середньому 1:1,6). Це малорозгалужений полімер, в основному корі якого монозні ланки сполучені β-1,4-глікозидними зв'язками. Кількість прищеплених ланок моносахаридів до основного кору переважно β-1,3-глікозидними зв'язками становить не більше 8,0% (вважають,

що розгалуження розташовані при кожній 50-60 ланці основного кору). Приблизно кожна чотирнадцята їхня ланка ацетильована по гідроксильній групі при С6:



I II

Фізико-хімічні властивості. Конжакове борошно – порошок сіро-коричневого кольору, який добре розчиняється в гарячій воді; середньо – у холодній (набрякає); не розчиняється в органічних розчинниках.

Джерело. Конжак міститься у кореневих клубнях багаторічної рослини *Amorphophallus konjac* (до 75%).

Добування. Конжакове борошно одержують шляхом подрібнення до певного розміру кореневих клубнів відповідних рослин та їх висушування методом повітряної сепарації, що дозволяє частково позбутися попелу, крохмалю. До складу отриманого борошна крім глюкоманану (50-60%) входять водорозчинні цукри (моно- ,та олігосахариди) – 3-5%, білки 5-10%, крохмаль 10-30%, мінеральний попіл 3-5%, алкалоїди.

Метаболізм і токсичність. Конжакове борошно містить алкалоїди, тому потребує спеціального збереження. Таке борошно є баластною речовиною і не всмоктується у кишечнику людини. При цьому в ньому збільшується загальна маса речовин і зменшується всмоктування інших харчових компонентів. У багатьох країнах воно заборонене до використання в харчових продуктах.

Е425(i) Конжакова камедь

Синоніми: конжакова смола, камедь кон'якова, konjac gum (i), konjac.

Будова. Головним компонентом конжакової камеді (смоли) є водорозчинний гідроколоїд глюкоманан, будова якого наведена раніше (Е425 Конжакове борошно) з молекулярною масою 200 000 – 2 000 000.

Фізико-хімічні властивості. Це порошок від білого до кремового кольору, який добре розчиняється в гарячій воді; середньо – у холодній (1-3% з утворенням високов'язких розчинів, при більших концентраціях – набрякають); не розчиняється в органічних розчинниках. В'язкість (динамічна) 1% розчину – не менше 3 кгм/с при 25^{0}С. pH 1% водного розчину 4,0-7,0. Втрати при висушуванні – не більше 12,0% (105^{0}С, 5 годин).

Добування. Конжакову камедь (і) добувають методом екстракції водою конжакового борошна в умовах постійного розтирання з наступним фільтруванням та центрифугуванням і висушуванням. Це дозволяє частково позбутися крохмалю, мінерального попелу та інших водорозчинних домішок.

Вміст основної речовини (глюкоманану) у кінцевому продукті становить 75,0-90,0%, крохмалю – не більше 3,0%, білкових речовин – не більше 3,0%, загального попелу (800^{0}С, 3-4 години) – не більше 5,0%, розчинних в етері речовин – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. Е425 Конжакове борошно.

Е425(ii) Конжаковиий глюкоманан

Синоніми: кон'яковий глюкоманан, глюкоманан, konjac, konjac glucomannane (ii), glucomannane, KGM.

Будова. За хімічною будовою конжаковий глюкоманан є водорозчинним гідроколоїдом, структура якого наведена раніше (Е425 Конжакове борошно), з молекулярною масою 500 000 – 2 000 000.

Фізико-хімічні властивості. Це порошок від білого до блідо коричневого кольору, який розчиняється в гарячій воді; не розчиняється в органічних розчинниках. У кількості 1-2% диспергується у воді з утворенням високов'язких розчинів з pH 5,0-7,0. В'язкість (динамічна) 1% розчину – не менше 20 кгм/с при 25^{0}С. Втрати при висушуванні – не більше 8,0% (105^{0}С, 3 години).

Добування. Конжаковий глюкоманан добувають шляхом набрякання конжакового борошна у воді, екстракцією етанолом, в результаті чого позбуваються від водорозчинного крохмалю, з наступним фільтруванням та висушуванням.

Вміст основної речовини (глюкоманану) у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, білкових речовин – не більше 1,5%, крохмалю – не більше 1,0%, розчинних у 50% водному етанолі речовин – не більше 2,0%, розчинних в етері речовин – не більше 0,5%, загального попелу – не більше 2,0% (800^{0}С, 3-4 години), сульфітів у перерахунку на SO_2 – не більше 4 мг/кг, хлоридів – не більше 0,02%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

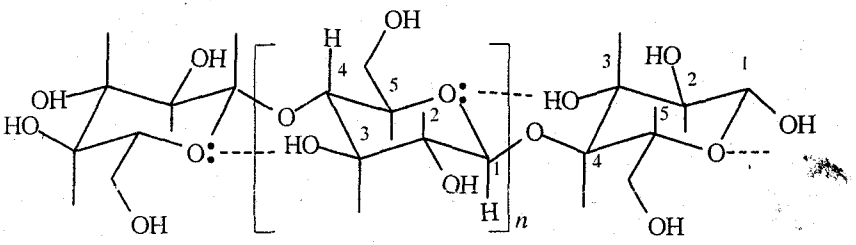
Метаболізм і токсичність. Див. Е425 Конжакове борошно.

Наступною важливою групою загущувачів, які застосовуються для потреб харчової технології є похідні целюлози

Целюлоза (клітковина) є найпоширенішою природною речовиною, головним структурним компонентом клітинних мембран (оболонок) вищих рослин, деяких водоростей і бактерій. Целюлоза міститься переважно в рослинах, особливо у деревині у вигляді складних сумішей з іншими своїми супутниками: лігніном, геміцелюлозою, пентозанами, пектиновими речовинами.

Макромолекули целюлози складаються із ланок β-*D*-глюкози, які сполучені β-1,4-глікозидними зв'язками і розглядається як полі-(1→4)-β-*D*-глюкан загальної формули $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$.

Внаслідок хімічної природи β-зв'язку, існування міжмолекулярних водневих зв'язків між гідроксилом при С3 й етерним атомом кисню межуючої ланки вуглеводу, макромолекули целюлози мають лінійну будову і нагадують викривлену плоску смужку або розтягнуту жорстку спіраль:



Наведена первинна структура пояснюється тим, що для β-*D*-глюкопіранозних ланок енергетично найвигіднішою конформацією є конформація крісла $^4C_1$, для якої характерне екваторіальне розташування всіх гідроксилів. Крім того, смужкова будова макромолекул целюлози сприяє утворенню між ними численних водневих зв'язків. Тому, целюлоза, на відміну від крохмалю, не характеризується загальноприйнятою спіралеподібною структурою, а утворює довгі жорсткі волокна. Особливості такої будови целюлози призводить до певної міцності та еластичності оболонок рослинних волокон, для яких вона є основним будівельним матеріалом.

Крім первинної структури, для целюлози характерне існування інших структурних рівнів організації надмолекулярної будови (упаковування ланцюгів у пачки, фібрили, формування лінійних макромолекул у зони кристалічності, існування аморфних неорієнтованих ділянок). Це дає підставу віднести целюлозу до кристалічних полімерів із частковою стереорегулярною синдіотактичною будовою.

Внаслідок відсутності в організмі людини ензимів на зразок целюлаз (класу гідролаз), здатних розщеплювати β-1,4-зв'язки при гідролізі, вона не може бути використана як харчовий продукт, на відміну від крохмалю з α-1,4-зв'язками, для якого подібні ензими існують. Але целюлоза обов'язково повинна бути компонентом їжі людини, оскільки при адсорбції води вона значно збільшує об'єм харчової грудки, сприяючи роботі шлунково-кишкового тракту, сорбує токсичні речовини та інше.

До харчових добавок целюлози належать продукти її механічної і хімічної модифікації. Утворення таких похідних целюлози суттєво залежить від реакційної здатності вільних гідроксильних груп та їх доступності атакуючим реагентам. За реакційною здатністю у кислому середовищі гідроксильні групи розташовуються в ряд: ОН при С6 > ОН при С2 > ОН при С3, тобто найлегше вступають у реакції первинні ОН-групи при С6. У лужному спостерігається інша закономірність - ОН при С2 > ОН при С6 > ОН при С3.

Для ефективної модифікації целюлози необхідно збільшити її розчинність та реакційну здатність, оскільки щільна упаковка (кристалічна

будова) макромолекул утруднює їх сольватацію молекулами розчинника і взаємодію гідроксильних груп з атакуючим реагентом. З цією метою спочатку проводять набрякання целюлози у лужному водному розчині гідроксиду натрію або розчинення у відповідному розчиннику при температурі 60-140^{0}С. При дії лугу утворюється лужна целюлоза, або алкоголят целюлози (алкаліцелюлоза), яка у подальшому етерифікується відповідними алкілгалогенідами або взаємодіє з оксидами етилену і пропілену, хлорацетатною кислотою.

Реакціям модифікаційного алкілювання хлороалкілами сприяє застосування йодидів лужних металів, які переводять відносно малореакційні хлоропохідні у проміжні йодоалкіли з ліпшою реакційною здатністю:

Цел-OH + RCl $\rightarrow$ Цел-OR + HCl - повільна реакція,

RCl + NaI $\rightarrow$ RI + NaCl

Цел-OH + RI + NaOH$\rightarrow$ Цел-OR + NaI + H_2O - швидка реакція.

Зазначимо, що для харчової технології застосовується тільки α-целюлоза, яку добувають з целюлози, одержаної в промисловості відомими методами (сульфітним і сульфатним). З цією метою промислову целюлозу нагрівають у 17% розчині гідроксиду натрію - процеси розчинення і набрякання. При цьому відбувається частковий гідроліз основного кору переважно по аморфним ділянкам як найдоступніших для дії реагентів. Надалі нерозчинну частину - α-целюлозу, зі ступенем полімеризації *n* більше 100, відділяють від розчинної β-целюлози (*n* від 10 до 100) і γ-целюлози ($n < 10$).

Е460* Целюлоза

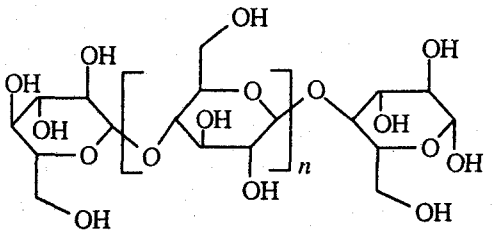
Існує два види целюлози: (i) целюлоза мікрокристалічна та (ii) порошкова целюлоза.

Е460*(i) Целюлоза мікрокристалічна

Наповнювач, носій, стабілізатор, антигрудкуючий агент, розділювач, освітлювач.

Синоніми: клітковина, целюлоза, microcrystalline cellulose, cellulose gel, cellulose micro crystalline.

Будова. Така речовина є нативним полімером з молекулярною масою приблизно 36 000, хімічна будова якого виглядає:



Фізико-хімічні властивості. Це білий дрібнокристалічний порошок, який недостатньо розчиняється в розчині гідроксиду натрію; не розчиняється у воді, спиртах та інших органічних розчинниках. Целюлоза розчиняється у фосфатній і сульфатній кислотах, водних розчинах сумішей деяких комплексних сполук Ni, Cu, Cd з амоніаком або амінами та інших. Ступінь кристалічності становить 70,0-85,0%. При 150^0C починається деструкція целюлози з утворенням низькомолекулярних сполук та продуктів складної будови. Перебіг процесів термічної деструкції визначається умовами її проведення. Окиснення та опромінювання також викликає деструкцію целюлози. При диспергуванні у воді вона утворює тіксотропний гель. pH 5,0-7,0 для 10% водної суспензії. Втрати при висушуванні – не більше 7,0% (105^0C, 3 годин).

Джерело. Мікрокристалічна целюлоза складає одну з головних частин (структурних компонентів) вищих рослин, деяких водоростей, бактерій.

Добування. Мікрокристалічну целюлозу добувають шляхом виділення з рослинної сировини α-целюлози, про що було наведено вище; подальшої її обробки концентрованою хлоридною кислотою з метою додаткового вилучення (до 30-50%) некристалічної целюлози, промивки та висушування.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,0%, сульфатного попелу – не більше 0,5%,

водорозчинних речовин – не більше 0,24%, карбоксильних груп – не більше 1,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Целюлоза є баластною речовиною, яка не всмоктується в організмі людини і виводиться з нього практично нерозщепленою.

E460* (ii) Порошкова целюлоза

Загущувач, засіб проти злежування та грудкування, розділювач, наповнювач, носій, освітлювач.

Синоніми: порошок целюлози, powdered cellulose, cellulose powder.

Будова. Порошкова целюлоза є також нативним полімером з молекулярною масою приблизно 160 000 і більше, хімічна будова якого наведена раніше.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який нерозчинний у воді, спиртах та інших органічних розчинниках. pH 5,0-7,5 для 10% водного розчину. Втрати при висушуванні – не більше 7,0% (105^0C, 3 годин).

Джерело. Див. E460* (i) Целюлоза мікрокристалічна

Добування. Целюлозу, добуту з рослинної сировини, ретельно подрібнюють і висушують.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 92,0%, сульфатного попелу – не більше 0,3% (800^0C, до постійної маси), водорозчинних речовин – не більше 1,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

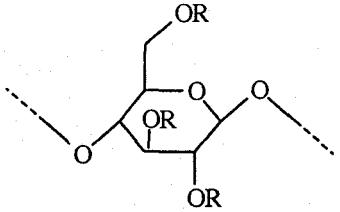
Метаболізм і токсичність. Целюлоза є баластною речовиною, яка не всмоктується в організмі людини і виводиться з нього практично нерозщепленою.

E461* Метилцелюлоза

Загущувач, стабілізатор, гелеутворювач, плівкоутворювач, наповнювач, носій.

Синоніми: метиловий етер целюлози, метоцел, тилоза, methylcellulose.

Будова. Така речовина є модифікованою целюлозою (метиловим етером) з молекулярною масою від 20 000 до 380 000 загальної формули $[C_6H_7O_2(OH)_x(OCH_3)_y]_n$, де x = 1,00-1,55; y = 2,00-1,45; $x + y = 3,00$ (y – ступінь заміщення):



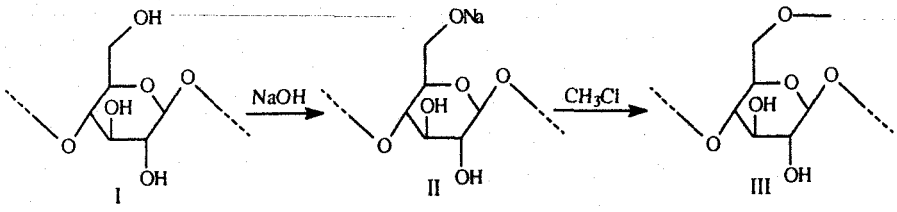
R = H або CH_3

Фізико-хімічні властивості. Це світлий порошок або гранулят з т. топ. 220-270^{0}С (розкл.), який розчиняється у холодній воді (н.б. 50^{0}С), концентрованих форміатній та ацетатній кислотах; гарячих гліколях, гліцеролі та їх етерах; сумішах нижчих спиртів з алканхлоридами; не розчиняється у більшості органічних розчинників і мінеральних оливах. pH 5,0-8,0 для 1% водного розчину. Втрати при висушуванні – не більше 10,0% (105^{0}С, 3 годин).

Водний розчин метилцелюлози при нагріванні, починаючи з 55-56^{0}С, утворює гель, при довготривалому нагріванні відбувається коагуляція. Існує певна залежність між розчинністю метилцелюлози та ступенем етерифікації. При ступені заміщення (y) менше 1 спостерігається добра розчинність у лужному розчині, середня – у холодній воді і незначна – у гарячій; при ступені заміщення 1-2 існує добра розчинність у холодній воді, середня – у гарячій; при ступені заміщення більше 2 добра розчинність спостерігається в органічних розчинниках і незначна – у воді. Водні розчини ме-тилцелюлози за нормальних умов стабільні в діапазоні pH 2-12. У водних розчинах лугів і мінеральних кислот в присутності кисню вона гідролізується.

Добування. Спочатку з рослинної сировини одержують α-целюлозу (ланка 1), у лужному розчині вона набрякає, утворюючи відповідний алкоголят II, і взаємодіє з метилхлоридом при 90-

105^0C і тиску 1,2-2,0 МПа, після чого кінцевий продукт III промивають і висушують:



Вважають, що реакційна здатність гідроксилів елементарної ланки целюлози у лужному середовищі при С2, С3 і С6 відповідає співвідношенню 3,5:1:2 відповідно (на схемі показано хімічні перетворення тільки при С6).

Інколи в реакційну суміш додають незначну кількість оксиду етилена (пропілена).

Вміст метоксигруп $-OCH_3$ у кінцевому продукті становить 25,0-33,0%, гідроксиетильних груп $-CH_2CH_2OH$ – не більше 5,0%, сульфатного попелу (800 ± 25^0C) – не більше 1,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг. У кінцевому продукті містяться також немодифікована целюлоза, у невеликих кількостях хлорогідрини етилену або пропілену, діоксан.

Метаболізм і токсичність. Метилцелюлоза є баластною речовиною, яка не всмоктується в організмі людини і виводиться з нього практично нерозщепленою.

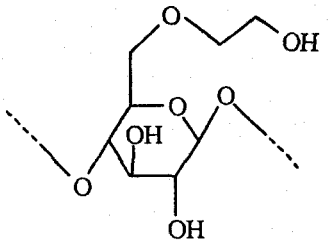
Е1525 Гідроксиетилцелюлоза

Загущувач, стабілізатор, покриття.

Синоніми: оксиетилцелюлоза, гідроксиетиловий етер целюлози, hydroxy ethyl cellulose.

Будова. Наведена речовина є модифікованою гідроксиетильними ланками целюлозою неіоногенного характеру з молекулярною масою в межах 70 000 – 620 000, загальної формули $\{C_6H_7O_2(OH)_{3-x}[(OCH_2CH_2)_yOH]_x\}_n$, де y = 2,0-2,5, x =

0,8-1,4, n = 200-2700. Ступінь заміщення (СЗ) гідроксильних груп ланками CH_2CH_2OH в одному піранозному циклі становить 0,80-1,4 або по мольному заміщенню (МЗ) 1,3-3,0. Крім мономерних гідроксиетильних ланок у структурі целюлозної макромолекули утворюються прищеплені до неї олігомерні поліоксиетиленові блоки (n = 2-5) внаслідок перебігу реакції полімеризації оксиду етилену по ОН-групі відповідних гідроксиетильних ланок CH_2CH_2OH. Цим і пояснюється те, що значення СЗ менше значень МЗ, тобто до однієї глюкопіранозної ланки целюлози може приєднатися кілька ланок CH_2CH_2OH, внаслідок чого і формується відповідна структур:

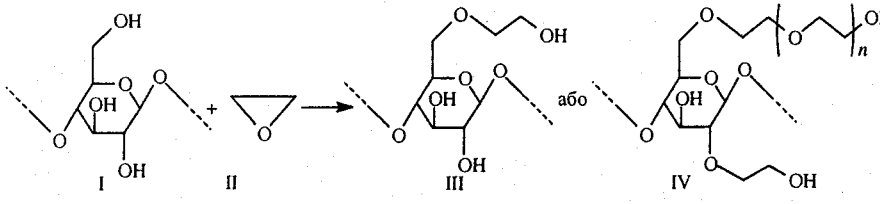


Приблизно 40-50% оксиду етилену від початкової кількості витрачається на формування таких поліоксиетиленових блоків, прищеплених до основного кору целюлози, і тільки 20-30% на утворення мономерних прищеплених ланок -CH_2CH_2OH. Решта оксиду етилену бере участь в утворенні у розчині етиленгліколю та поліоксиетилену. Крім того, в основному корі такого загущувача існує *незначна кількість немодифікованих* піранозних ланок целюлози кількістю від однієї до шести.

Фізико-хімічні властивості. Це білі порошки або гранули з температурою розм'ягшення 135-140^{0}С, які розчиняються у гарячій і холодній воді, водно-етанольній суміші (70:30) та інших органічних розчинниках, притаманних целюлозі (форміатній кислоті, диметилсульфоксиді, етиленхлорогідрині). Причому, мінімальна ступінь заміщення, при якій спостерігається здатність загущувача розчинятися у воді, становить приблизно 0,7. Водні розчини такої речовини стабільні в присутності електролітів, при нагріванні та в інтервалі pH 6,5-8,0; вони не желюють, але в присутності значної кількості мінеральних солей здатні до

желюювання. Під дією сильних мінеральних кислот або лугів в присутності кисню гідролізуються із зменшенням молекулярної маси. pH 6,0-8,0 для 1% водного розчину при 25^0C. Втрати при висушуванні – не більше 6,0% (105^0C, 3 годин).

Добування. Гідроксиетилцелюлозу одержують дією на целюлозу I у водному розчині оксида етилену II в присутності невеликої кількості гідроксиду натрію (каталізатора) в середовищі органічного розчинника (ацетону, ізопропілового або *трет*-бутилового спирту) при 60-100^0C (температурі кипіння реакційної суміші). Встановлено, що найкраще використовувати початкову суміш NaOH:целюлоза 0,3:1, доводячи її поступово до 1:1 і другу технологічну суміш вода:целюлоза – від 1,2:1 до 1,5:1 відповідно. По закінченню процесу рідину зливають, кінцевий продукт реакції III та IV нейтралізують водним розчином ацетатної кислоти, надалі промивають ацетоном або метанолом для вилучення утвореного ацетату натрія і висушують:



Вміст попелу у кінцевому продукті становить не більше 5,0%, води – не більше 6,0%, водонерозчинних речовин – не більше 0,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, важких металів – не більше 20 мг/кг. У кінцевому продукті також містяться немодифікована целюлоза, у невеликих кількостях етиленгліколь, поліоксиетилен.

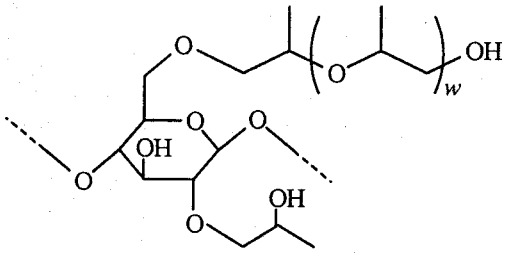
Метаболізм і токсичність. Гідроксиетилцелюлоза є баластною речовиною, яка не всмоктується в організмі людини і виводиться з нього практично нерозщепленою. Крім того, її використовують у фармпрепаратах у вигляді мазей, пігулок тощо.

Е463 Гідроксипропілцелюлоза

Загущувач, емульгатор, стабілізатор, покриття.

Синоніми: гідроксипропіловий етер целюлози, оксипропілцелюлоза, hydroxypropyl-cellulose.

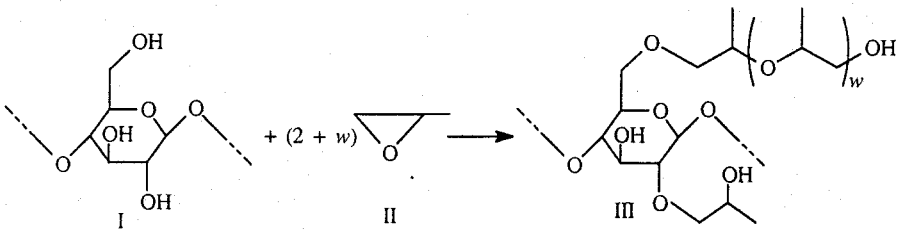
Будова. Така речовина є модифікованою целюлозою з молекулярною масою від 30 000 до 1 000 000 загальної формули $[C_6H_7O_2(OH)_x(OCH_2CH(OH)CH_3)_y(OCH_2CH[R]_wCH_3)_z]_n$, де $x + y + z = 3$; $z = (1 + w)$; $y + z < 4$-6, де кількість гідроксипропільних ланок в олігомерному блоці при С6 w коливається від 0 до 4:



Крім того, поодинокі гідроксипропільні ланки можуть перебувати при С3 і С6 атомах вуглеця піранозного цикла.

Фізико-хімічні властивості. Це світлий гігроскопічний порошок або гранулят, який добре розчиняється у холодній воді, спиртах, гліколях, органічних кислотах; не розчиняється у гарячій воді (при 40^0С він практично повністю висаджується з розчину у вигляді гелю). pH 5,0-8,0 для 1% водного розчину. Втрати при висушуванні становлять не більше 10,0% (105^0С, 3 години).

Добування. Спочатку з рослинної сировини одержують α-целюлозу (ланка I), у лужному розчині вона набрякає, після чого на неї діють оксидом пропілену II. Утворюється гідроксипропілцелюлоза III, яку промивають і висушують:



Вміст гідроксипропоксигруп становить не більше 80,5%, що еквівалентно 4,6 гідроксипропільних груп на один глюкопіранозний цикл, води – 5,0-10,0%, сульфатного попелу – не більше 0,5% (800 ± 25^{0}С), пропіленхлорогідрину – не більше 0,1 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

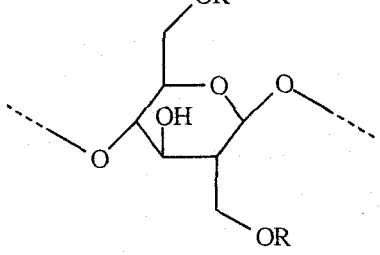
Метаболізм і токсичність. Гідроксипропілцелюлоза є баластною речовиною, яка не всмоктується в організмі людини і виводиться з нього практично нерозщепленою. При надлишку її в організмі (у випадку прийому більше 5 г за один раз) може проявлятися послаблювальна дія.

Е464 Гідроксипропілметилцелюлоза

Загущувач, емульгатор, стабілізатор, гелеутворювач, плівкоутворювач.

Синоніми: hydroxypropyl-methyl-cellulose, HPMC, modified cellulose, propylene glycol ether of methylcellulose.

Будова. Наведена речовина є модифікованою целюлозою (метиловим і гідроксипропіловим етерами целюлози) з молекулярною масою від 13 000 до 200 000 і загальної формули $[C_6H_7O_2(OH)_x(OCH_3)_y(CH_2CH(OH)CH_3)_z]_n$, де z = 0,07-0,34; y = 1,12-2,03; x = 3 - ($x + y$); ($x + y$) - ступінь заміщення:



R = CH_3 або $CH_2CH(OH)CH_3$

Кількість метоксигруп переважає кількість гідроксипропільних ланок приблизно в 2-6 разів.

Фізико-хімічні властивості. Це світлий гігроскопічний порошок або гранулят, який добре розчиняється у холодній воді,

льодяній ацетатній кислоті, у сумішах метанолу та води або метанолу та метиленхлориду; середньо – у гарячій воді; не розчиняється в спиртах та інших органічних розчинниках. При нагріванні він розчиняється в гліколях, етерах гліколів, ацетатах гліцеролу. pH 5,0-8,0 для 1% водного розчину. Втрати при висушуванні становлять не більше 10,0% (105^0C, 3 години).

Добування. Аналогічно попередним прикладам модифікації целюлози (Е461 і Е463) спочатку α-целюлозу набрякають у сильно лужному середовищі, надалі діють на неї метилхлоридом і оксидом пропілену при 120-140^0C, після чого кінцевий продукт промивають водою і висушують.

Вміст метоксигруп у кінцевому продукті становить 19,0-30,0%, гідроксипропоксигруп – 3,0-12,0%, води – не більше 10,0%, сульфатного попелу при в'язкості ≥ 50 сП – не більше 1,5% і не більше 3,0% при в'язкості ≤ 50 сП, пропіленхлорогідрину – не більше 0,1 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

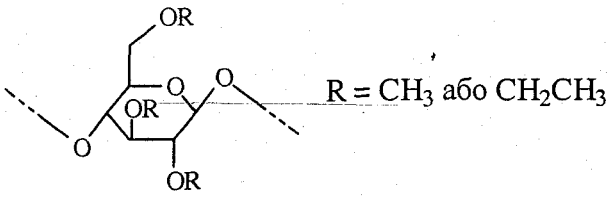
Метаболізм і токсичність. Гідроксипропілметилцелюлоза є баластною речовиною, яка не всмоктується в організмі людини і виводиться з нього практично нерозщепленою. При надлишку її в організмі (у випадку прийому більше 5 г за один раз) може проявлятися послаблювальна дія.

Е465 Метилетилцелюлоза

Загущувач, емульгатор, стабілізатор піни, піноутворювач, гелеутворювач, плівкоутворювач.

Синоніми: метилетиловий етер целюлози, етилметилцелюлоза, модифікована целюлоза, methyl-ethyl-cellulose, ethyl-methyl-cellulose, modified cellulose.

Будова. Ця речовина є модифікованою целюлозою (метиловим та етиловим етерами) з молекулярною масою від 30 000 до 40 000 загальної формули $[C_6H_7O_2(OH)_x(OCH_3)_y(OC_2H_5)_z]_n$, де z = 0,57-0,8; y = 0,2-0,4; $x = 3 - (z + y)$; $(z + y)$ – ступінь заміщення:



Відповідно до своєї будови в макромолекулі модифікованої целюлози приблизно кожна третя гідроксильна група є етерифікованою; кількість етоксильних груп переважає метоксильні приблизно в два рази.

Фізико-хімічні властивості. Це світлий гігроскопічний порошок або гранулят, який добре розчиняється у холодній воді; середньо – в етанолі та інших органічних розчинниках; не розчиняється у гарячій воді. Зазначимо, що фізико-хімічні властивості залежать переважно від довжини ланцюга і ступеню заміщення. pH 5,0-8,0 для 1% водного розчину. Втрати при висушуванні становлять не більше 15,0% для форми волокна та не більше 10,0% для порошкової форми.

Добування. Метилетилцелюлозу одержують аналогічно попередньому прикладу (Е461), використовуючи також етилхлорид.

Вміст метоксигруп у кінцевому продукті становить 3,5-6,5%, етоксигруп – 14,5-19,0%, загальних алкоксигруп у перерахунку на метоксигрупи – 13,2-19,6%, сульфатного попелу – не більше 0,6%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

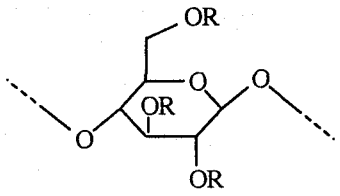
Метаболізм і токсичність. Метилетилцелюлоза є баластною речовиною, яка не всмоктується в організмі людини, і виводиться з нього практично нерозщепленою.

Е466* Натрієва сіль карбоксиметилцелюлози

Загущувач, стабілізатор, засіб для капсулювання, покриття, носій.

Синоніми: карбоксиметилцелюлози натрієва сіль, карбоксиметилцелюлоза, КМЦ, натрій-КМЦ, sodium carboxymethylcellulose, CMC, cellulose-gum, modified cellulose.

Будова. За хімічною будовою – це етер целюлози і натрієвої солі гліколятної кислоти (2-гідроксиетанової) з молекулярною масою від 17000 до 500000 і загальною формулою $[C_6H_7O_2(OH)_x(CH_2COONa)_y]_n$, де $y = 0{,}20\text{-}1{,}50$; $x = 1{,}50\text{-}2{,}80$; $x + y = 3$:



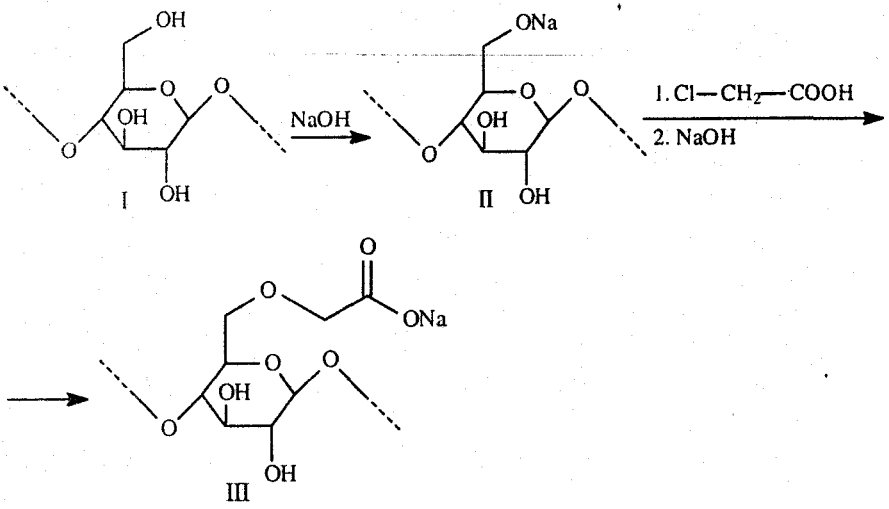
R = H або CH_2COONa, або CH_2COOH

Целюлоза етерифікується хлорацетатною кислотою переважно в 6-О-положення (при С6), а також в 2-О-, 3-О-, 2,6-ди-О- та інші положення. Ступінь заміщення атома водню гліколятними фрагментами становить 65-75%, з яких натрієві солі становлять 7,0-50,0%.

Фізико-хімічні властивості. Це світлий порошок або гранулят, який добре розчиняється у воді (не менше 98,5%), водних розчинах лугів; середньо – в кислотах, гліцеролі; не розчиняється в органічних розчинниках. Максимальна в'язкість водного розчину спостерігається при pH 6-8 внаслідок розгортання макромолекул з карбоксилатними COO^--групами при їх електростатичному відштовхуванні. При нижчих значеннях pH дисоціація COOH-груп пригноблена, при високих – відштовхування між карбоксилатними аніонами зменшується завдяки присутності біля них значної кількості відповідних катіонів. Вважають, що при pH 7,0 приблизно 90% COOH-груп перебуває у солевій формі, при pH 5,0 – тільки 10%. pH 6,0-8,5 для 1% водного розчину. Втрати при висушуванні становлять не більше 12,0% (105^0C, до постійної маси).

Добування. Спочатку з рослинної сировини одержують α-целюлозу (ланка I); у лужному розчині вона набрякає, утворюючи відповідний алкоголят II. Останній взаємодіє з хлорацетатною

кислотою або натрієвою сіллю цієї кислоти, після чого кінцевий продукт III промивають і висушують:



У випадку застосування для модифікації хлорацетатної кислоти отриману карбоксиметилцелюлозу обробляють додатково гідроксидом натрію або содою.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,5%, натрію – не більше 12,4%, хлориду натрію – не більше 0,5%, вільного гліколяту (у перерахунку на гліколят натрію) – не більше 0,4%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг. У модифікованій целюлозі міститься також незаміщенна целюлоза.

Метаболізм і токсичність. Карбоксиметилцелюлоза та її натрієва сіль є баластною речовиною, фізіологічно інертною. Вона не всмоктується в організмі людини і виводиться з нього практично нерозщепленою. При надлишковому її прийомі (більше 5 г за один раз) може виникати послаблювальна дія.

Карбюлоза*

Загущувач, стабілізатор, емульгатор, лікарський засіб.
Синоніми: carbulose.

Будова. За хімічною будовою карбюлоза є натрієвою сіллю карбоксиметилцелюлози (Е466).

Фізико-хімічні властивості. Це дисперсний порошок, який добре розчиняється у воді, утворюючі стабільні гелі. Динамічна в'язкість 1,5% водного розчину становить 1635,6 П·с при 20^0С, 661,9 – 40^0С і 390,9 – 60^0С - див. Е466.

Добування. Див. Е466.

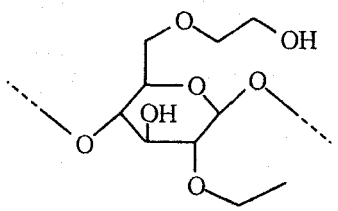
Метаболізм і токсичність. Див. Е466. Карбюлоза виявилася ефективним ентеросорбентом для виведення з людського організму радіонуклідів Cs, Sr, інших важких металів, нітритів і нітратів.

Е467 Етилгідроксиетилцелюлоза

Загущувач, гелеутворювач, стабілізатор піни, піноутворювач.

Синоніми: етилоксиетилцелюлоза, бермокол, етил(гідр)оксиетиловий етер целюлози, ethyl-hydroxyethyl-cellulose, ЕНЕС.

Будова. Наведена речовина є целюлозою, модифікованою етильними і гідроксиетильними ланками (відповідними етерами целюлози), з молекулярною масою від 40 000 до 350 000 і загальної формули $[C_6H_7O_2(OH)_x(OCH_2CH_3)_y(OCH_2CH_2OH)_z]_n$, де z = 0,5-2,5; y = 0,7-1,5; $x = 3 - (x + y)$; $(z + y)$ - ступінь заміщення гідроксиетильними і етильними групами відповідно:



Фізико-хімічні властивості. Це світлий гігроскопичний порошок, який добре розчиняється у холодній воді; набрякає в етанолі; не розчиняється у гарячій воді та більшості органічних розчинників. Втрати при висушуванні становлять не більше 10,0% (105^0С, до постійної маси).

Добування. Етилгідроксиетилцелюлозу одержують аналогічно попередньому випадку (Е464) шляхом дії етилхлориду та оксиду етилена на α-целюлозу.

Вміст етоксильних груп у кінцевому продукті становить 7,0-19,0%, оксиетилгідроксильних – 10,0-38,0%, води – не більше 10,0%, моно- і діетилгліколю (окремо або разом) – не більше 1,0%; оксиду етилену, 1,4-діоксану і етиленхлорогідрину (окремо або разом) – не більше 0,5%, хлоридів – не більше 2,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг. У кінцевому продукті міститься також немодифікована целюлоза.

Метаболізм і токсичність. Етилгідроксиетилцелюлоза є баластною речовиною, яка не всмоктується в організмі людини і виводиться з нього практично нерозщепленою.

Е469 Карбоксиметилцелюлоза ферментативно гідролізована

Загущувач, стабілізатор, глазурувач, носій.

Синоніми: оброблена ферментами карбоксиметилцелюлоза, ферментативно гідролізована, enzymically hydrolysed carboxymethylcellulose.

Будова. Загущувач такого типу за хімічною будовою є натрієвою сіллю карбоксиметилцелюлози із загальною формулою $[C_6H_7O_2(OH)_x(CH_2COONa)_y]_n$, де y = 0,20-1,50; x = 1,50-2,80; $x + y$ = 3,0. Така карбоксиметилцелюлоза відрізняється від натрієвої солі карбоксиметилцелюлози (Е466) методом модифікації на кінцевій стадії одержання за допомогою застосування целюлолітичних ензимів класу гідролаз (підпідкласу 3.2.1), які гідролізують О-глікозильні зв'язки. Дія таких ензимів полягає у каталізі реакції статистичного (невпорядкованого) гідролізу 1,4-β-глікозидних зв'язків між глюкопіранозними ланками в основному корі наведеного полісахариду. У результаті утворюються відповідні олігосахариди із значно меншою молекулярною масою (n становить приблизно 4), внаслідок чого у цілому змінюється фізичні властивості карбоксиметилцелюлози.

Фізико-хімічні властивості. Див. Е466. pH 1% колоїдного розчину – 6,0-8,5. Втрати при висушуванні становлять не більше 12,0% (105^{0}С, до постійної маси).

Добування. Попередньо одержану карбоксиметилцелюлозу (Е466) частково гідролізують під дією ензимів на зразок ендоглюконаз (1,4-β-глюкан-4-глюканогідролази або ендо-1,4-β-глюконази), отриманих з продуцентів *Trichoderma reese cellulase*, *T. longibrachiatum* або *T. viride* (*reesei*) з метою зменшення молекулярної маси і часткової зміни фізико-хімічних властивостей. Після дії ензимів, кінцевий продукт промивають і висушують.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,5%, включаючи моно- і дисахариди в сухому залишку; хлориду натрію та гліколяту натрія (окремо або разом) – не більше 0,5%, плюмбуму – не більше 3 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Наведена речовина, як й інші модифіковані целюлози, є баластною речовиною. Вона не всмоктується в організмі людини і виводиться з нього практично нерозщепленою.

Е426 Геміцелюлоза сої

Стабілізатор, поліпшувач борошна та хліба.

Синоніми: харчові волокна, soyben hemicellulose.

Будова. За хімічною будовою цей нерозчинний у воді полісахарид належить до гетерогліканів, основний кор яких побудований з ланок пентозанів і гексозанів на зразок ксилози, сполученної β-1,4-глікозидними зв'язками, манози, глюкози. До основного кору прищеплені залишки *L*-арабінози, галактози, *D*-глюкуронової кислоти та її метилові естери тощо. Ступінь полімеризації основного кору становить приблизно 100-300.

Фізико-хімічні властивості. Геміцелюлоза сої розчиняється у лужних розчинах, відносно легко гідролізуються в присутності мінеральних кислот (2-4% HCl), а також під дією різних ензимів. pH становить 5,5 ± 1,5 для 1% водного розчину. В'язкість 10% водного розчину – не більше 200 Па·с. Втрати при висушуванні – не більше 7,0% (105^{0}С 4 години).

Джерело. Геміцелюлоза сої міститься у насінні бобових рослин (соєвих бобах) родини *Glycine max* у кількості приблизно 1-7%. До складу сої входять білки 35,0-40,0%, ліпіди 17,0-20,0%, вуглеводи 14,0-33,0% та багато інших, корисних для людини, інгредієнтів на зразок мікроелементів, вітамінів, ензимів тощо. З вуглеводів основну частину становлять водорозчинні моно-, дита інші олігосахариди. Частка полісахаридів (геміцелюлоза, целюлоза, лігнін, пектини) менша і сумарно становить приблизно 14,0-15,0% від загальної кількості вуглеводів.

Добування. Наведену речовину добувають у технологічних процесах виділення із соєвої сировини важливих харчових компонентів – соєвої олії, знежиреного борошна (макухи або шроту), відповідних протеїнових концентратів та ізолятів. Так, при одержанні олії соєве насіння розчиняють у воді, екстракцією органічними розчинниками виділяють з розчину ліпіди, з яких після відгонки розчинника добувають відповідну олію. З отриманого при цьому водного розчину після висушування одержують знежирене борошно (макуху, або шрот). Таке борошно використовують на 80% як білкові концентрати для годування тварин, а також для подальшої переробки на харчові інгредієнти. В процесі одержання одного з них – соєвих ізолятів, проводять вилучення у водному середовищі з борошна протеїнів, яких міститься приблизно 38%, і надалі розділяють розчинений білок від нерозчиненої суміші полісахаридів та інших компонентів, серед яких є геміцелюлоза сої.

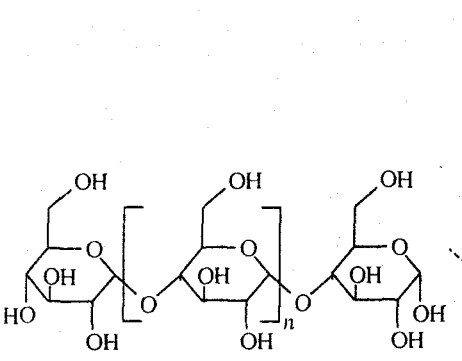
Вміст основної речовини (полісахаридів) у кінцевому продукті становить не менше 74,0%, протеїнів – не більше 14,0%, загального попелу – не більше 9,5% (600^{0}С, 4 години), арсену – не більше 2 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Процеси метаболізму цієї харчової добавки в організмі людини ще до кінця не з'ясовані. Загальновідомо, що геміцелюлоза є баластною речовиною, сприяє, здебільшого, очищенню кишечника, а також вилученню жовчних кислот, знижує рівень холестеролу в крові, потребу в інсуліні для діабетиків, ризик інших захворювань, у тому числі й онкологічних.

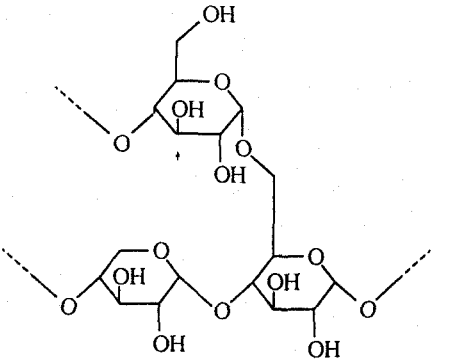
Наступною великою групою загущувачів і стабілізаторів є нативні крохмалі, модифіковані переважно хімічними, а також фізичними, ензиматичними та гідролітичними методами.

Крохмаль – резервний полісахарид, який утворюється завдяки фотосинтезу і нагромаджується у насінні злаків, бульбах картоплі, коренях та листі. Природний крохмаль вважається харчовим продуктом, а не харчовою добавкою. Він акумулюється в рослинах у вигляді зерен і містить полісахаридів 80-90%, білкових речовин – 0,3-1,5%, целюлози – 0,2-0,7%, зольних речовин (фосфати, силікатні кислоти) – 0,3-0,6%, а також вищі карбонові кислоти, ліпіди. Крохмаль складається з двох основних полісахаридних компонентів (фракцій) амілози (20-30%) і амілопектину (70-80%), співвідношення яких залежить від природи рослин. Так, наприклад, крохмаль з різних сортів кукурудзи містить амілози до 75-95%.

Амілоза побудована з ланок α-*D*-глюкози, сполучених здебільшого α-1,4-глікозидними зв'язками, характеризується практично лінійною будовою макромолекул, які в деяких розчинниках здатні закручуватися у спіралеподібні структури:



Амілоза



Амілопектин

Наявність спіралеподібної структури пояснює утворення комплексів синьо-фіолетового забарвлення амілози з йодом, в яких молекули йоду розташовані всередині спіралі на зразок сполук включення (крохмаль – індикатор на йод). Значення молекулярної маси амілози коливається в межах 50 000 – 500 000.

Амілопектин – високомолекулярний полісахарид із розгалуженою структурою, який складається із основного кору (макроланцюга), в якому ланки α-*D*-глюкози сполучені α-1,4-глікозидними зв'язками. Розгалуження виникає внаслідок сполучення деяких молекул α-*D*-глюкози за атомом С6 α-1,6-глікозидними зв'язками з основним кором. Вважають, що основний кор амілопектину містить приблизно 60 піранозних ланок, до яких прищеплені невеликі (15-20 ланок) і великі (до 45 ланок) розгалуження. Молекулярна маса амілопектину становить від 100 000 до 6 000 000.

Хімічна модифікація нативного крохмалю передбачає враховування реакційної здатності її макромолекул. Так, аналогічно целюлозі, за реакційною здатністю гідроксильні групи розташовуються в ряд: ОН при С6 > ОН при С2 > ОН при С3. Крім того, в хімічних перетвореннях беруть участь глікозидні зв'язки між піранозними ланками і кінцеві залишки *D*-глюкопіраноз, які проявляють відновлюючі властивості. За змінами, які відбуваються в натуральному крохмалі, відомі чотири види модифікацій – набрякання, деполімеризація, стабілізація і міжмолекулярна зшивка. Це дає змогу одержати набрякаючі, розщеплені, стабілізовані та зшиті (тривимірні) крохмалі відповідно.

Крохмаль нативний*

Загущувач, стабілізатор, засіб для капсулювання, наповнювач, носій, покриття.

Синоніми: нативний крохмаль, немодифікований крохмаль, глікоген, starch glykogen, native starch.

Будова. Нативний крохмаль є сумішшю амілози та амілопектину, будова яких розглянута вище.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який добре розчиняється у гарячій воді; середньо – у холодній воді; не розчиняється в органічних розчинниках.

Джерело. Крохмаль – основний резервний вуглевод рослин, у формі глікогену (значно розгалуженіший амілопектин) міститься в печінці людини.

Добування. Крохмаль добувають в основному шляхом екстракції водою продуктів помелу зерна або клубенів, після чого дрібні частки крохмалю відфільтровують від більших, промивають і висушують. Залежно від джерела сировини розрізняють різні види крохмалю (зерновий, кукурудзяний, картопляний тощо).

Вміст води у кінцевому продукті (крохмальному) становить 17,0-18,0%, загального попелу – 0,25%, протеїнів – не більше 0,1%, SO_2 – 10-30 мг/кг, арсену – не більше 0,05 мг/кг, плюмбуму – не більше 0,1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Крохмаль є харчовою речовиною і він повністю засвоюється організмом людини після гідролізу. Нерозчинні крохмалі засвоюються незначною мірою.

Набрякаючі крохмалі

Стабілізатори, загущувачі, засіби для капсулювання, носії, поліпшувачі борошна та хліба.

Синоніми: крохмалі, набрякаючі у холодній воді; інстантні крохмалі, преклейстерні крохмалі, precooked starch, instant starch, pregelatinized starch, gelatinized starch.

Будова. Хімічна будова цієї речовини аналогічна нативному крохмалю.

Фізико-хімічні властивості. Набрякаючі крохмалі фактично бувають двох типів – набрякаючі та розчинні. Це білі порошки, які добре розчиняються (або набрякають) у холодній воді; середньо – в органічних розчинниках.

Добування. Розчинні крохмалі (інстант-крохмалі) одержують переважно нагріванням крохмальної суспензії на валках або в екструдері. При цьому відбуваються швидка клейстеризація крохмалю (руйнація зерен). У подальшому його висушують.

Крохмалі, які набрякають у холодній воді, одержують нагріванням спиртової суспензії крохмалю при 150-175^{0}C протягом кількох годин або висушуванням крохмальної суспензії розпилювальним висушуванням.

Вміст води у кінцевому продукті становить 17,0-18,0%, загального попелу – 0,25%, протеїнів – не більше 0,1%, SO_2 – 10-

30 мг/кг, арсену – не більше 0,05 мг/кг, плюмбуму – не більше 0,1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Крохмаль є харчовою речовиною і він повністю засвоюється організмом людини після гідролізу. Набрякаючі крохмалі засвоюються швидше, ніж ті, з яких вони одержані.

Е1400* Декстрини харчові та їх похідні

Відомі дві форми харчових декстринів – палений декстрин і білий декстрин.

Загущувачі, наповнювачі, стабілізатори, покриття, носії.

Синоніми: палений крохмаль, палений декстрин, термічно оброблений крохмаль, розщеплений крохмаль, dextrins; roasted starch, white and yellow.

Будова. За хімічною будовою декстрини – це розщеплені крохмалі з меншою молекулярною масою в межах 2 000 – 30 000.

Фізико-хімічні властивості. Палений декстрин – це гігроскопічний порошок жовтого кольору, який добре розчиняється у холодній воді; середньо – в спиртах; не розчиняється у вуглеводнях. Білий декстрин – аморфний порошок, розчинність якого приблизно однакова з розчинністю паленого декстрину. При взаємодії з йодом утворюють буре забарвлення різної інтенсивності. pH становить 2,5-7,0. Втрати при висушуванні – не більше 13,0%.

Джерело. Декстрини як продукт гідролітичного і термічного розщеплення крохмалю зустрічається, наприклад, у корці хліба (поява скоринки).

Добування. Палений декстрин одержують нагріванням сухого крохмалю до температури 200^{0}С з можливою добавкою хлоридної (до 0,15%) або ортофосфатної (до 0,17%) кислот.

Білий декстрин отримують частковим розщепленням вологого крохмалю при нагріванні (також можливі добавки мінеральної кислоти). При цьому крім розщеплення молекул крохмалю, спостерігається також їх часткова зшивка. Як домішки у кінцевому продукті фігурують нерозщеплений крохмаль, зшиті продукти, мальтодекстрини та дисахарид мальтоза.

Вміст у кінцевому продукті відновлюючих сахаридів становить не більше 18,0%, діоксиду сірки – не більше 10 мг/кг, залишків жирів – не більше 1,0%, протеїнів – не більше 1,0%, загального попелу після прокалювання – не більше 0,5%, хлоридів – не більше 1,0%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, важких металів – не більше 20 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Крохмаль є харчовою речовиною і він повністю засвоюється організмом людини після гідролізу. Декстрини засвоюються швидше, ніж нативний крохмаль, з якого вони одержані.

Е1401 Крохмаль, оброблений кислотою

Стабілізатор, загущувач, гелеутворювач, засіб для капсулювання, наповнювач, носій, покриття.

Синоніми: гідролізований крохмаль, розщеплений крохмаль, крохмаль малов'язкий, low viscosity starch, acid treated starch.

Будова. Оброблений кислотою крохмаль є сумішшю продуктів часткового гідролізу нативного крохмалю у вигляді оліго- та полісахаридів лінійної і розгалуженої будови з молекулярною масою до 60 000.

Фізико-хімічні властивості. Це білий або жовтий порошок, який добре розчиняється у гарячій воді; середньо – у холодній; не розчиняється в органічних розчинниках. pH становить 4,8-7,0. Втрати при висушуванні – не більше 15,0% для зернового крохмалю, не більше 21,0% - для картопляного і не менше 18,0% - для інших.

Джерело. Крохмаль з такими властивостями міститься в чистих амілозних крохмалях.

Добування. Частково гідролізований крохмаль одержують шляхом обробки нативного крохмалю розведеними кислотами: хлоридною (0,5-7%), фосфатною (0,5-7%) або сульфатною (2%). При цьому відбувається розщеплення як α-1,4-, так і α-1,6-глікозидних зв'язків амілопектину.

Вміст у кінцевому продукті залишків жирів становить не більше 0,15%, протеїнів – не більше 0,5%, діоксиду сірки – не більше 50 мг/кг для зернового крохмалю, не більше 10 мг/кг – для

інших видів крохмалю, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Крохмаль є харчовою речовиною і він повністю засвоюється організмом людини. Гідролізований крохмаль засвоюється швидше, ніж нативний крохмаль, з якого він отриманий.

Е1402 Крохмаль, оброблений лугом

Стабілізатор, загущувач, гелеутворювач, засіб для капсулювання, наповнювач, носій, покриття.

Синоніми: гідролізований крохмаль, розщеплений крохмаль, крохмаль малов'язкий, low viscosity starch, alkaline treated starch.

Будова. Див. Е1401 Крохмаль, оброблений кислотою.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок. pH становить 4,8-7,0. Див. Е1401.

Джерело. Див. Е1401.

Добування. Частково гідролізований крохмаль одержують шляхом обробки нативного крохмалю розчином водної сумішші NaOH/KOH з концентрацією приблизно 2%. При цьому спостерігається розщеплення як α-1,4-, так і α-1,6-глікозидних зв'язків амілопектину.

Вміст у кінцевому продукті залишків жирів становить не більше 0,15%, протеїнів – не більше 0,5%, діоксиду сірки – не більше 50 мг/кг для зернового крохмалю, не більше 10 мг/кг – для інших крохмалів, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. Е1401 Крохмаль, оброблений кислотою.

Е1403 Відбілений крохмаль

Стабілізатор, загущувач, засіб для капсулювання, покриття, носій.

Синоніми: крохмаль відбілений, bleached starch.

Будова. Відбілений крохмаль – це нативний крохмаль з молекулярною масою від 30 000 до 300 000.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який добре розчиняється у гарячій воді; середньо – у холодній; не розчиняється в органічних розчинниках. pH водної дисперсії становить 3,0-9,0. Втрати при висушуванні – не більше 15,0% для зернового крохмалю, не більше 21,0% - для картопляного і не більше 18,0% - для інших.

Добування. Відбілений крохмаль одержують обробкою нативного крохмалю одним із наведених окисників: надацетатною кислотою або пероксидом водню (до 0,45% активного кисню), гіпохлоритами на зразок NaClO (до 0,82% активного хлору), хлоритом натрію $NaClO_2$ (до 0,5% активного хлору), діоксидом сірки або сульфітами, $KMnO_4$ (до 0,2%), NH_4HSO_5 (до 0,75%). Вважають, що при відбілюванні розщеплюються тільки супутні речовини, а крохмаль помітно не окиснюється. При порушенні технології одержання цього виду крохмалю можливі глибші процеси окиснення з утворенням низькомолекулярних діальдегідокрохмалів, непридатних для харчування.

Вміст у кінцевому продукті залишків жирів становить не більше 0,15%, карбонільних груп – не більше 0,1%; діоксиду сірки - не більше 50 мг/кг для зернового крохмалю, не більше 10 мг/кг – для інших крохмалів; протеїнів – не більше 0,5%; мангану – не більше 50 мг/кг для зернового крохмалю, не більше 10 мг/кг – для інших крохмалів; арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

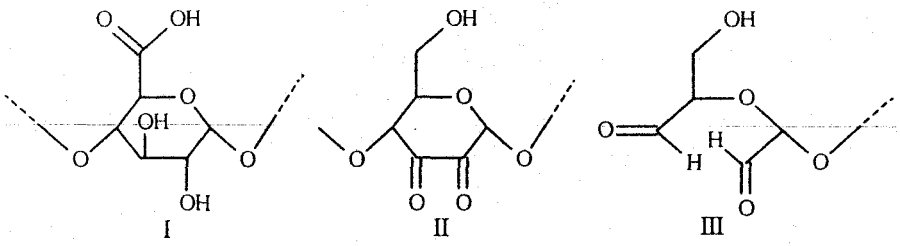
Метаболізм і токсичність. Відбілений крохмаль засвоюється організмом людини як нативний.

E1404* Оксидований крохмаль

Загущувач, покриття, носій, поліпшувач борошна та хліба.

Синоніми: окиснений крохмаль, розщеплений крохмаль, oxidized starch.

Будова. За хімічною будовою він нагадує нативний крохмаль, у піранозних ланках молекул якого окиснюються переважно первинні гідроксильні групи при С6 до карбоксильних І:



I II III

При глибшій оксидації окиснюються не тільки первинні гідроксильні групи, але і вторинні з утворенням циклічних дикетонних структур II, діальдегідо- і дикарбоксилокрохмалів III з розкритим піранозним циклом внаслідок розщеплення глікозидних зв'язків. У такому продукті як домішки присутні також пероксидовані сполуки.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який добре розчиняється у холодній воді; середньо – в кальційвмісних розчинах; не розчиняється в спиртах. pH водної дисперсії становить 3,0-9,0. Втрати при висушуванні – не більше 15,0% для зернового крохмалю, не більше 21,0% – для картопляного, не більше 18,0% – для інших. Порівняно з нативним крохмалем, оксидований характеризується меншим значенням в'язкості гарячого розчину, має поліпшену прозорість, зменшену схильність до ретроградації.

Добування. Оксидований крохмаль одержують шляхом окиснення нативного крохмалю гіпохлоритом натрію (до 5,5% вільного хлору на сухий крохмаль) або $KMnO_4$ у кислому середовищі H_2O_2, $NaClO_3$.

Залежно від природи окисника оксидовані крохмалі бувають марки А ($KBrO_3$), марки Б - ($KMnO_4$), марки В - $Ca(ClO)_2$.

Вміст у кінцевому продукті залишків жирів становить не більше 0,15%, карбоксильних груп – не більше 1,1%; діоксиду сірки - не більше 50 мг/кг для зернового крохмалю і не більше 10 мг/кг – для інших; протеїнів – не більше 0,5%, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, меркурію – не більше 0,1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Оксидований крохмаль засвоюється людиною як нативний крохмаль.

Е1405 Крохмаль, оброблений ферментними препаратами

Стабілізатор, загущувач, гелеутворювач, засіб для капсулювання, носій, покриття.

Синоніми: гідролізований крохмаль, розщеплений крохмаль, крохмаль малов'язкий, low viscosity starch, Enzyme treated starch.

Будова. За хімічною будовою він нагадує нативний крохмаль і є сумішшю низькомолекулярних лінійних або розгалужених полісахаридів з молекулярною масою до 60 000 (при ступені полімеризації n = 100-400).

Фізико-хімічні властивості. Це білий або жовтий порошок, який добре розчиняється у гарячій воді; середньо – у холодній; не розчиняється в органічних розчинниках. pH водної дисперсії становить 3,0-9,0. Втрати при висушуванні – не більше 15,0% для зернового крохмалю, не більше 21,0% – для картопляного і не менше 18,0% – для інших.

Джерело. Крохмаль з подібними властивостями міститься в чистих амілозних (кукурудзяних) крохмалях.

Добування. Наведений модифікований крохмаль одержують обробкою нативного крохмалю амілолітичними ензимами на зразок – амілаз (α- і γ-), які розщеплюють як α-1,4-, так і α-1,6-глікозидні зв'язки амілопектину.

Вміст у кінцевому продукті залишків жирів становить не більше 0,15%; діоксиду сірки – не більше 50 мг/кг для зернового крохмалю, не більше 10 мг/кг – для інших крохмалів; протеїнів – не більше 0,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 20 мг/кг.

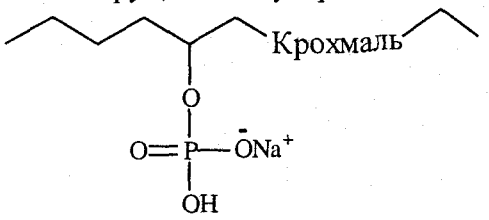
Метаболізм і токсичність. Крохмаль є харчовою речовиною і він повністю засвоюється організмом людини після гідролізу. Оброблений ензимами крохмаль засвоюється швидше, ніж нативний крохмаль, з якого він отриманий.

Е1410* Монокрохмальфосфат

Загущувач, гелеутворювач, стабілізатор, засіб для капсулювання, покриття. носій, поліпшувач борошна та хліба.

Синоніми: крохмаль(о)фосфат, starch phosphate, monostarch phosphate.

Будова. За хімічною будовою – це нативний крохмаль, макромолекули якого незначною мірою естерифіковані фосфатною кислотою за допомогою реакції фосфорилювання відповідних гідроксильних груп, з молекулярною масою від 10 000 до 100 000:



Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який добре розчиняється у гарячій воді, середньо – у холодній; не розчиняється в органічних розчинниках. Він утворює стабільні клейстери з підвищеною прозорістю і стійкістю до заморожування – відтаювання, тобто введення фосфатних груп до молекул крохмалю зменшує здатність останнього до ретроградації. pH водної дисперсії становить 3,0-9,0. Втрати при висушуванні – не більше 15,0% для зернового крохмалю, не більше 21,0% – для картопляного, не більше 18,0% – для інших.

Джерело. Крохмальмонофосфат міститься у багатьох крохмалях, особливо картопляному.

Добування. Монокрохмальфосфат одержують шляхом фосфорилювання нативного крохмалю ортофосфатною кислотою H_3PO_4, її солями, а також триполіфосфатом натрію $NaH_4P_3O_{10}$, або NaO-P(O)(OH)-O-P(O)(OH)-O-$P(O)(OH)_2$.

Вміст у кінцевому продукті залишків жирів становить не більше 0,15%; діоксиду сірки – не більше 50 мг/кг для зернового крохмалю, не більше 10 мг/кг – для інших крохмалів; протеїнів – не більше 0,5%; фосфатів – не більше 0,5% для картопляного і пшеничних крохмалів, не більше 0,4% – для інших; арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, меркурію – не більше 0,1 мг/кг.

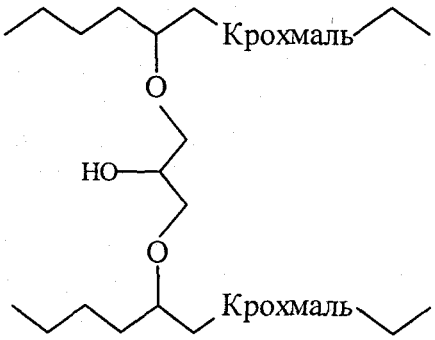
Метаболізм і токсичність. Фосфатні групи такого крохмалю в організмі людини розщеплюються, крохмаль засвоюється.

Е1411 Дикрохмальгліцерол „зшитий"

Загущувач, стабілізатор, засіб для капсулювання, покриття.

Синоніми: крохмальгліцерин, етерифікований епіхлорогідрином; distarch glycerol.

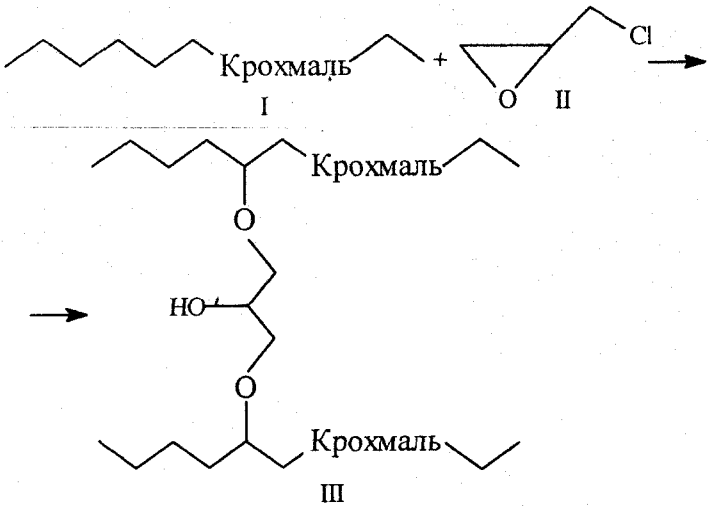
Будова. За хімічною будовою – це крохмаль з молекулярною масою від 30 000 до 300 000, макромолекули якого зшиті ланками гліцеролу за допомогою діетерних зв'язків:



У таких зшитих крохмалів міститься приблизно один поперечний зв'язок на кожну тисячу глюкопіранозних ланок, кількості якої вистачає для значної зміни властивостей загущувача.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який добре розчиняється у теплій та холодній воді. pH водної дисперсії становить 3,0-9,0. Втрати при висушуванні – не більше 15,0% для зернового крохмалю, не більше 21,0% - для картопляного, не більше 18,0% для - інших.

Добування. Нативний крохмаль (фрагмент I) обробляють епіхлорогідрином II до утворення зшитого продукту (фрагмент III):



Потім його промивають та висушують.

Вміст у кінцевому продукті залишків жирів становить не більше 0,15%, діоксиду сірки – не більше 50 мг/кг для зернового крохмалю і не більше 10 мг/кг – для інших, пропіленхлорогідрину – не більше 1 мг/кг, протеїнів – не більше 0,5%; арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

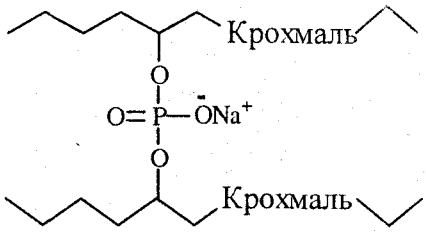
Метаболізм і токсичність. Вважають, що наявність в кінцевому продукті залишків епіхлорогідрину, який проявляє токсичні і канцерогенні властивості, не дозволяє рекомендувати його до використання у харчовій промисловості.

Е1412* Дикрохмальфосфат

Загущувач, гелеутворювач, стабілізатор, засіб для капсулювання, покриття, носій, поліпшувач борошна та хліба.

Синоніми: дикрохмальфосфат, естерифікований сполуками фосфору; крохмаль(о)фосфат, distarch phospphate.

Будова. За хімічною будовою – це нативний крохмаль, макромолекули якого естерифіковані та незначною мірою зшиті за допомогою фосфатної кислоти і/або трихлорксида фосфору, з молекулярною масою від 10 000 до 100 000 із загальною формулою $(C_6H_{10}O_5)_n(PO_4)_m$, де n = 100-1000, $m = n/10$:



У таких зшитих крохмалів міститься приблизно один поперечний зв'язок на кожну сотню ланок глюкози, що призводить до значної зміни властивостей загущувача.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який добре розчиняється у гарячій воді; середньо – у холодній; не розчиняється в органічних розчинниках. Він утворює стабільні клейстери, стійкі до нагрівання і механічної дії. pH водної дисперсії становить 3,0-9,0. Втрати при висушуванні – не більше 15,0% для зернового крохмалю, не більше 21,0% – для картопляного, не більше 18,0% - для інших.

Джерело. Див. (Е1410) Монокрохмальфосфат.

Добування. Наведений дикрохмальфосфат одержують шляхом нагрівання нативного крохмалю з ортофосфатною кислотою або триполіфосфатом натрію; для зшивки застосовують також $POCl_3$ або триметафосфат натрію. У продуктах реакції можуть міститися моно- і трикрохмальфосфати.

Вміст у кінцевому продукті залишків жирів становить не більше 0,15%, діоксиду сірки – не більше 50 мг/кг для зернового крохмалю і не більше 10 мг/кг – для інших крохмалів, протеїнів – не більше 0,5%; фосфатів – не більше 0,5% для картопляного і пшеничних крохмалів, не більше 0,4% – для інших; арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 0,1 мг/кг.

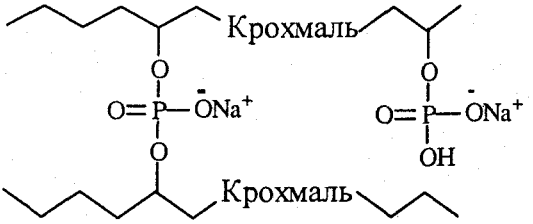
Метаболізм і токсичність. Див. (Е1410) Монокрохмальфосфат

Е1413* Фосфатований дикрохмальфосфат

Загущувач, гелеутворювач, стабілізатор, засіб для капсулювання, покриття, носій, поліпшувач борошна та хліба.

Синоніми: дикрохмальфосфат фосфатований „зшитий", крохмаль(о)фосфат, phosphated distarch phosphate.

Будова. За хімічною будовою – це нативний крохмаль, макромолекули якого естерифіковані та незначною мірою зшиті за допомогою фосфатної кислоти або трихлороксида фосфору, з молекулярною масою від 10 000 до 100 000 із загальною формулою $(C_6H_{10}O_5)_n(PO_4)_m$, де n = 100-1000, $m = n/100$:



Фізико-хімічні властивості. Властивості фосфатованого дикрохмальфосфату подібні до властивостей відповідних крохмалів (Е1410 і Е1412), наведених раніше. Він добре розчиняється у гарячій воді; середньо – у холодній; не розчиняється в органічних розчинниках. pH водної дисперсії становить 3,0-9,0. Втрати при висушуванні – не більше 15,0% для зернового крохмалю, не більше 21,0% – для картопляного, не більше 18,0% – для інших.

Джерело. Див. (Е1410) Монокрохмальфосфат.

Добування. Фосфатований дикрохмальфосфат одержують шляхом нагрівання високоамілозного нативного крохмалю з ортофосфатною кислотою або триполіфосфатом натрію; для зшивки застосовують $POCl_3$ або триметафосфат натрію. У продуктах реакції можуть міститися моно- і трикрохмальфосфати.

Вміст у кінцевому продукті залишків жирів становить не більше 0,15%, діоксиду сірки - не більше 50 мг/кг для зернового крохмалю і не більше 10 мг/кг – для інших, протеїнів – не більше 0,5%; фосфатів – не більше 0,5% для картопляного і пшеничних крохмалів, не більше 0,4% – для інших; арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, меркурію – не більше 0,1 мг/кг.

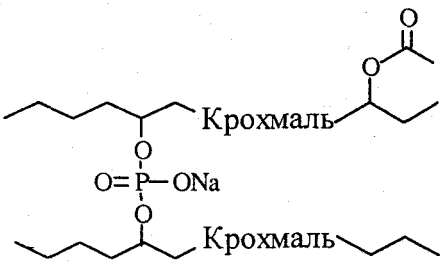
Метаболізм і токсичність. Див. (Е1410) Монокрохмальфосфат.

Е1414* Ацетильований дикрохмальфосфат

Загущувач, гелеутворювач, засіб для капсулювання, покриття, носій.

Синоніми: дикрохмальфосфат ацетильований „зшитий", acetylated crosslinked starch, acetylated distarch phosphate.

Будова. За хімічною будовою – це нативний крохмаль, макромолекули якого незначною мірою зшиті за допомогою фосфатної кислоти або трихлороксиду фосфору та естерифіковані ацетатним ангідридом або вінілацетатом. Молекулярна маса такого загущувача становить від 30 000 до 300 000, загальна формула - $(C_6H_{10}O_5)_n(CH_3CO)_m(PO_4)_p$, де n = 100-1000, $m = n/10$ і $p = n/10$:



Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок. pH водної дисперсії становить 3,0-9,0. Втрати при висушуванні – не більше 15,0% для зернового крохмалю, не більше 21,0% – для картопляного, для інших – не більше 18,0%. Див. Е1422.

Добування. Розведений у воді нативний крохмаль зшивають трихлороксидом фосфору у кількості до 0,1% від маси крохмалю, у подальшому ацилюють ацетатним агідридом (до 10%) або вінілацетатом (до 7,5%), промивають і висушують.

Вміст у кінцевому продукті ацетильних груп становить не більше 2,5%, вінілацетату – не більше 0,1 мг/кг, води – 10,0-13,0%, залишків жирів – не більше 0,15%, діоксиду сірки – не більше 50 мг/кг для зернового крохмалю і не більше 10 мг/кг – для інших, протеїнів – не більше 0,5%; фосфатів – не більше 0,14% для картопляного і пшеничних крохмалів, 0,04% – для інших; арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, меркурію – не більше 0,1 мг/кг.

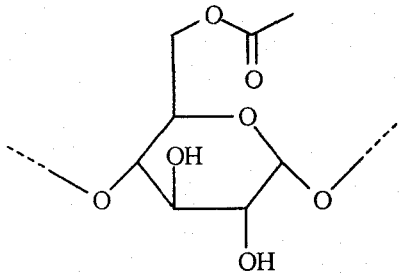
Метаболізм і токсичність. В організмі людини ацетильні групи легко відщеплюються від основного кору крохмалю.

Е1420* Крохмаль ацетатний, естерифікований ацетатним ангідридом

Загущувач, стабілізатор, гелеутворювач, покриття.

Синоніми: ацетильований крохмаль, starch acetate, acetylated starch.

Будова. За хімічною будовою – це нативний крохмаль, макромолекули якого незначною мірою ацильовані ацетильними групами з молекулярною масою від 30 000 до 300 000:



Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який добре розчиняється у гарячій воді; середньо – у холодній воді; не розчиняється в органічних розчинниках. Ацетилювання зменшує схильність крохмалю до ретроградації, зменшує температуру його клейстеризації, збільшує ступінь прозорості клейстера. Одночасно зменьшуються термостійкість, стійкість до дії кислот та механічній дії. pH водної дисперсії становить 3,0-9,0. Втрати при висушуванні – не більше 15,0% для зернового крохмалю, не більше 21,0% – для картопляного, не більше 18,0% – для інших.

Добування. Наведений загущувач одержують шляхом кип'ятіння нативного крохмалю з ацетатним ангідридом (до 10% від маси крохмалю), висаджують, промивають водою та висушують. Вміст ацетильних груп становить не більше 2,5%. При використанні в якості ацилюючого агента вінілацетату одержують крохмаль ацетатний, естерифікований вінілацетатом (Е1421).

Вміст у кінцевому продукті ацетильних груп становить не більше 2,5%, залишків жирів – не більше 0,15%, діоксиду сірки – не більше 50 мг/кг для зернового крохмалю і не більше 10 мг/кг

– для інших, протеїнів – не більше 0,5%; арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, меркурію – не більше 0,1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. В організмі людини ацетильні групи легко відщеплюються від основного кору крохмалю.

Е1421 Крохмаль ацетатний, естерифікований вінілацетатом (див. Е1420)

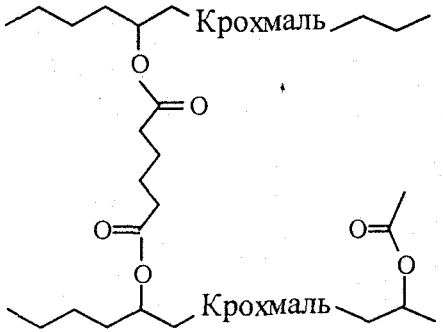
Відмінне цього загущувача від (Е1420) полягає у використанні як ацилюючого агенту вінілацетату у кількості до 7,5% в процесі модифікації. Інші їхні характеристики збігаються.

Е1422* Ацетильований дикрохмальадипат

Загущувач, гелеутворювач, засіб для капсулювання, покриття, носій

Синоніми: acetylated crosslinked starch, acetylated distarch adipate.

Будова. За хімічною будовою – це зшитий за допомогою адипінатної (адипінової) кислоти нативний крохмаль, молекули якого до того ж частково проацильовані:



Молекулярна маса складає від 30 000 до 300 000 і загальна формула $(C_6H_{10}O_5)_n(CH_3CO)_m[OCO(CH_2)_4OCO]_p$, де n = 100-1000, $m = n/10$ і $p = n/50$. Кількість зшивок (фрагментів адипінатної кислоти) становить приблизно одна-дві зшивки на кожну тисячу глюкопіранозних ланок (до 0,12-0,14%), а кількість ацетильних груп приблизно в двадцять разів більша (до 2,5%).

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який добре розчиняється у гарячій воді; середньо – у холодній воді; не розчиняється в органічних розчинниках. Утворення тривимірної будови крохмалю поліпшує стійкість клейстеру до розрізу, естерифікація глюкопіранозних ланок – зменшує схильність до ретроградації. pH водної дисперсії становить 3,0-9,0. Втрати при висушуванні – не більше 15,0% для зернового крохмалю, не більше 21,0% – для картопляного, не більше 18,0% – для інших.

Добування. Розведений у воді крохмаль зшивають адипінатною кислотою (кількістю до 0,12%), у подальшому ацилюють ацетатним ангідридом (до 10%) або вінілацетатом (до 7,5%). Продукт ацилювання промивають і висушують.

Вміст у кінцевому продукті ацетильних груп становить не більше 2,5%, адипінату – не більше 0,135%, залишків жирів - не більше 0,15%, діоксиду сірки – не більше 50 мг/кг для зернового крохмалю і не більше 10 мг/кг – для інших, протеїнів – не більше 0,5%; арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, меркурію – не більше 0,1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. В організмі людини ацетильні групи легко відщеплюються від основного кору крохмалю.

Е1423 Ацетильований дикрохмальгліцерол

Загущувач, стабілізатор, засіб для капсулювання, покриття.

Синоніми: ацетильований дикрохмалогліцерин, дикрохмальгліцерин ацетильований „зшитий", acetylated distarch glycerol.

Будова. За хімічною будовою ацетильований дикрохмальгліцерол подібний до зшитого дикрохмальгліцеролу (Е1411) і відрізняється від нього додатково проацильованими піранозними ланками макромолекул крохмалю. Молекулярна маса наведеного загущувача становить від 30 000 до 300 000; загальна формула $(C_6H_{10}O_5)_n(CH_3CO)_m[OCH_2CH(OH))CH_2O]_p$, де n = 100-1000, $m = n/10$ і p = від $n/100$ до $n/30$.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який добре розчиняється у теплій та холодній воді. pH водної дисперсії становить 3,0-9,0. Втрати при висушуванні – не більше 15,0% для

зернового крохмалю, не більше 21,0% – для картопляного, не більше 18,0% – для інших.

Добування. Нативний крохмаль обробляють епіхлорогідрином, потім ацилюють ацетатним ангідридом (кількістю до 10%) або вінілацетатом (до 7,5%). Продукт ацилювання промивають і висушують.

Вміст у кінцевому продукті залишків жирів становить не більше 0,15%, діоксиду сірки – не більше 50 мг/кг для зернового крохмалю і не більше 10 мг/кг – для інших, пропіленхлорогідрину – не більше 1 мг/кг, протеїнів – не більше 0,5%; арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, меркурію – не більше 0,1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Вважають, що наявність в кінцевому продукті залишків епіхлорогідрину, який проявляє токсичні і канцерогенні властивості, не дозволяє рекомендувати його до використання в харчовій галузі.

Е1440* Гідроксипропільований крохмаль

Загущувач, стабілізатор, засіб для капсулювання, покриття, носій.

Синоніми: оксипропільований крохмаль, простий ефір крохмалю, hydroxy propyl starch.

Будова. За хімічною будовою – це натуральний крохмаль, до основного кору якого етерними зв'язками прищеплені мономерні ланки пропіленгліколю:



Молекулярна маса становить від 30 000 до 300 000. Кількість гідроксипропільних груп - до 7,0%.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який добре розчиняється у гарячій воді; середньо – у холодній воді (набрякає), гліколях; не розчиняється у вуглеводнях. Етерифікація оксидом пропілену крохмалю призводить до зменшення ретроградації крахмальних гелів і клейстерів, збільшення стійкості до процесів

заморожування-розморожування. pH водної дисперсії становить 3,0-9,0. Втрати при висушуванні – не більше 15,0% для зернового крохмалю, не більше 21,0% - для картопляного, не більше 18,0% – для інших.

Добування. Нативний крохмаль етерифікують (обробляють) оксидом пропілену (до 10%), промивають та висушують. Інколи додатково крохмаль оброблюють оксихлоридом фосфору або епіхлорогідрином.

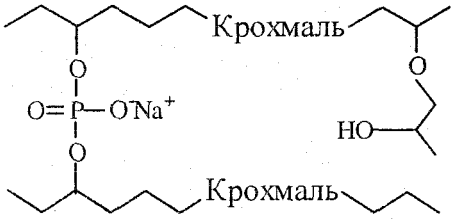
Вміст у кінцевому продукті оксипропільних груп становить не більше 7,0%, залишків жирів – не більше 0,15%, діоксиду сірки – не більше 50 мг/кг для зернового крохмалю і не більше 10 мг/кг – для інших, протеїнів – не більше 0,5%, пропіленхлорогідринів – не більше 1 мг/кг, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, меркурію – не більше 0,1 мг/кг.

E1442* Гідроксипропільований дикрохмальфосфат

Загущувач, стабілізатор, засіб для капсулювання, покриття, носій.

Синоніми: оксипропільований дикрохмальфосфат „зшитий", hydroxy propyl distarch phosphate.

Будова. За хімічною будовою – це натуральний крохмаль, до основного кору якого етерними зв'язками прищеплені мономерні ланки пропіленгліколю, і макромолекули якого зшиті фосфатними фрагментами:



Молекулярна маса становить від 30 000 до 300 000. Кількість гідроксипропільних груп – до 7,0%.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який добре розчиняється у гарячій воді; середньо – у холодній воді (набрякає), гліколях; не розчиняється у вуглеводнях. Етерифікація оксидом пропілену крохмалю призводить до зменшення ретроградації

крахмальних гелів і клейстерів, збільшення стійкості до процесів заморожування-розморожування. pH водної дисперсії становить 3,0-9,0. Втрати при висушуванні – не більше 15,0% для зернового крохмалю, не більше 21,0% – для картопляного, не більше 18,0% – для інших.

Добування. Зшитий фосфатом нативний крохмаль етерифікують (оброблюють) оксидом пропілену (кількістю до 10%), промивають і висушують. Інколи застосовують додаткове зшивання за допомогою $POCl_3$ або епіхлорогідрину.

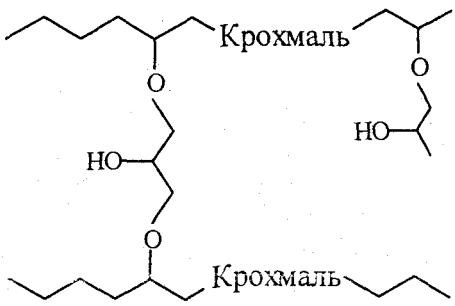
Вміст у кінцевому продукті оксипропільних груп становить не більше 7,0%, залишків жирів – не більше 0,15%, діоксиду сірки – не більше 50 мг/кг для зернового крохмалю і не більше 10 мг/кг – для інших, протеїнів – не більше 0,5%; пропіленхлорогідринів – не більше 1 мг/кг; фосфатів – не більше 0,14% для картопляного і пшеничних крохмалів, не більше 0,04% – для інших; арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, меркурію – не більше 0,1 мг/кг.

Е1443 Гідроксипропільований дикрохмальгліцерол

Загущувач, стабілізатор, засіб для капсулювання, покриття, носій.

Синоніми: оксипропільований дикрохмальгліцерин, hydroxy propyl distarch glycerol.

Будова. За хімічною будовою – це натуральний крохмаль, до основного кору якого етерними зв'язками прищеплені мономерні ланки пропіленгліколю, і макромолекули якого зшиті гліцерольними фрагментами:



Молекулярна маса становить від 30 000 до 300 000. Кількість гідроксипропільних груп – до 7,0%.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який добре розчиняється у гарячій воді; середньо – у холодній воді (набрякає), гліколях; не розчиняється у вуглеводнях. Етерифікація оксидом пропілену і зшивка молекул крохмалю призводить до зменшення ретроградації крахмальних гелів і клейстерів, збільшення стійкості до процесів заморожування-розморожування. pH водної дисперсії становить 3,0-9,0. Втрати при висушуванні – не більше 15,0% для зернового крохмалю, не більше 21,0% – для картопляного, не більше 18,0% – для інших.

Добування. Попередньо зшитий гліцеролом крохмаль (Е1411 Дикрохмальгліцерол „зшитий") обробляють оксидом пропілену (кількістю до 10%), промивають водою і висушують.

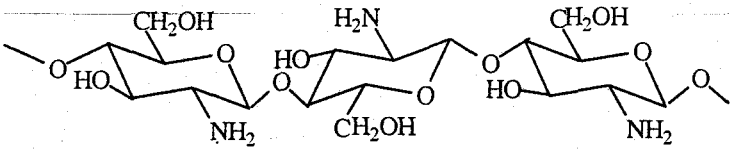
Вміст у кінцевому продукті оксипропільних груп становить не більше 7,0%, залишків жирів – не більше 0,15%, діоксиду сірки – не більше 50 мг/кг для зернового крохмалю і не більше 10 мг/кг – для інших, протеїнів – не більше 0,5%; арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 20 мг/кг.

Хітозан

Загущувач, флокулянт, освітлювач, засіб для капсулювання, плівкоутворювач.

Синоніми: розчинний хітин, chitosan.

Будова. За хімічною будовою хітозан є дезацетильований нативний полімер хітину. Хітин – другий за поширенням природний біополімер після целюлози. Він належить до аміновмісних полісахаридів (гомоаміноглюканів). За хімічною будовою хітин нагадує целюлозу і побудований із залишків 2-N-ацетил-β-*D*-глюкозаміну, сполучених β-1,4-глікозидними зв'язками. При його гідролізі в присутності концентрованих лугів відбувається дезацилювання з утворенням хітозану:



У молекулі хітозану вміст аміногруп може досягати 6,8%, частина аміногруп при цьому залишається ацетильованими. Тобто, хітозан можна розглядати як кополімер 2-дезокси-2-аміно-β-*D*-глюкопіранози і 2-N-ацетил-β-*D*-глюкозаміну. Молекулярна маса хітозану становить від 100 000 до 500 000.

Хімічна назва: полі-(1,4)-2-дезокси-2-аміно-β-*D*-глюкопіраноза.

Фізико-хімічні властивості. Це жовтого відтінку кристалічний порошок, який добре розчиняється у воді та водних розчинах неорганічних кислот. Солі хітозанів утворюють високов'язкі розчини. Значення в'язкості коливається в межах 30-3 000 П·с для 1% водного розчину при 25^{0}С. Завдяки наявності в структурі молекул аміногруп з основними властивостями (pK_b = 6,30) хітозан у кислому середовищі стає полікатіоном. Це призводить до збільшення його розчинності у воді, здатності до комплексоутворення з органічними сполуками, що мають функціональні групи з від'ємним зарядом. З другого боку, наявність гідроксильних груп сприяє утворенню водневих зв'язків, внаслідок чого хітозан може зв'язуватися з органічними водорозчинними сполуками. Хітозан є ефективним адсорбентом.

Джерело. Хітозан міститься в клітинних стінках деяких грибів. Але основне його джерело – це нативний хітин. Із хітину сформовані покриття панцира ракоподібних (крабів, омарів – до 25%), як зовнішня оболонка він міститься також у зелених водоростях, хробаках, молюсках. Хітин у значних кількостях є відходом рибної промисловості.

Добування. Хітозан одержують методом лужного гідролізу (дезацетилюванням) нативного хітину (відходів рибної промисловості) при високій температурі, або ферментацією відповідних грибів. Кількість дезацильованих ланок становить до 85,0-95,0%. Відомі різні марки хітозану залежно від виду сировини, методів технології одержання та сфери застосування (хітозан низької, середньої та високої молекулярної маси (в'язкості), порошкоподібний, у вигляді розчинів тощо).

Вміст дезацетильованих ланок у кінцевому продукті становить 85,0-95,0%, води – не більше 10,0%, попелу після прокалювання – не більше 1,0%, водонерозчинних речовин – не більше 2,0%, важких металів не більше 10 мг/кг.

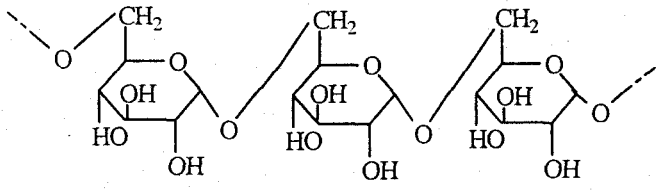
Метаболізм і токсичність. В організмі людини частина хітозану розщеплюється під дією ензимів на низькомолекулярні сполуки (гіалуронові кислоти), всмоктується в кров і засвоюється. Нерозщеплена частина хітозану у вологому середовищі утворює сильно адсорбуючу желеподібну масу, яка зв'язує шкідливі компоненти продуктів харчування органічної і неорганічної природи з утворенням відповідних комплексів, запобігає їхньому всмоктуванню.

Декстрани

Загущувачі.

Синоніми: глюкани, dextran.

Будова. За хімічною будовою декстрани є поліглюканом (полі-(1→6)-α-глюканом), побудовані з ланок α-*D*-глюкопіранози, сполучених здебільшого α-1,6-глікозидними зв'язками:



Декстрани належать до бактеріальних полісахаридів, оскільки їх продукують бактерії із молекул сахарози за допомогою

ензиму декстрансахарази. Загальна кількість ланок глюкози, кількість нечисленних бічних ланцюгів і характер їхнього прищеплення до основного кору α-1,3- чи α-1,4-зв'язками, залежать від природи бактерії. Так, бактерії *Leuconostos mesenteroides* формують в основному лінійну будову з малою кількістю розгалужень у вигляді моно- або дисахариду, а *Betacoccus arabinosaceus* формує розгалуженіший декстран, в якому до бічного ланцюга входять 6-7 молекул глюкози. У цілому будова макромолекули декстрану є лінійною, слаборозгалуженою; його молекулярна маса становить від 6 000 до 100 000 000.

Фізико-хімічні властивості. Це жовтуватий порошок, який добре розчиняється у холодній воді, сильнополярних органічних розчинниках; середньо – у спирту; не розчиняється в жирах та оліях. Втрати при висушуванні становлять не більше 10,0%. Значення показника питомого обертання $[\alpha]_D^{25}$ – від $+208^0$ до $+233^0$ у формаміді.

Джерело. Декстрани можуть утворюватися при виробництві цукру у випадку попадання до цукровмісного середовища відповідних бактерій.

Добування. Одержують декстрани ферментацією різними штамами бактерій *Leuconostos mesenteroides, Leuconostos dextranicum, Sassharomyces cerevisiae, Lactobacillus plantarum* тощо із цукровмісних розчинів. Крім сахарози застосовують глюкозу або дисахарид мальтозу. З отриманого фільтрату декстрани висаджують за допомогою спирту або збагачують шляхом кислотного гідролізу фракції з молекулярною масою 40 000-60 000.

Вміст загальних вуглеводів у кінцевому продукті становить не менше 60,0% (декстрани – 50%, леукроза, або *D*-глюкопіранозил-α-(1→5)-*D*-фруктопіраноза – 9,2%, манітол – 0,5%, фруктоза – 0,3%), протеїнів – не більше 6,5%, ліпідів – не більше 0,5%, лактатної кислоти – не більше 10,0%, арсену – не більше 0,2 мг/кг, плюмбуму – не більше 0,2 мг/кг, кадмію – не більше 0,05 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Декстрани всмоктуються в організмі людини повільно, але повністю. Сильно розгалужені декстрани можуть викликати алергію.

До загущувачів належить також сполуки, які за основною технологічною функцію наведені в інших розділах:

(Е1200) полідекстрози А і N – гл. 2.6,

(Е1450) естери крохмалю та октенілсукцината натрію - гл. 2.1,

(Е1451) ацетильований, окиснений крохмаль- гл. 2.1,

желатин – гл. 2.4.

2.4. Желеутворювачі

Желеутворювачі (гелеутворювачі) – це речовини, які здатні утворювати в певних умовах гелі (драглі). Основна технологічна функція желеутворювачів полягає у наданні харчовому продукту властивості гелю - структурованної колоїдної високодисперсної системи з рідким дисперсійним середовищем, яке заповнює каркас з поперечно зшитих полімерних ланцюгів гелеутворювача (частинок дисперсної фази). При введенні до рідкого харчового продукту гелеутворювачі зв'язують воду, формують гелеву структуру, внаслідок чого харчова колоїдна система втрачає свою рухомість (відбувається зміна її консистенції).

До желеутворювачів (желюючих агентів) належать альгінатні (альгінові) кислоти та їх солі, нативні камеді, модифіковані целюлози та крохмалі, які були розглянути раніше, а також пектинові речовини, желатин.

Е440* Пектини

Пектини поділяються на пектини (і) та амідовані пектини (іі).

Е440*(і) Пектини

Желеутворювачі, стабілізатори, загущувачі, вологоутримувачі, освітлювачі; речовини, що полегшують фільтрування; засіб для касулювання.

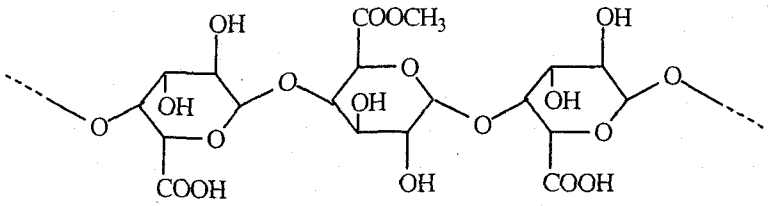
Синоніми: неамідований пектин, pectins, pectins non-amidated.

Будова. Пектини – це велика група природних вуглеводів (гетерополісахаридів), які у рослинних тканинах, клітинних мембранах

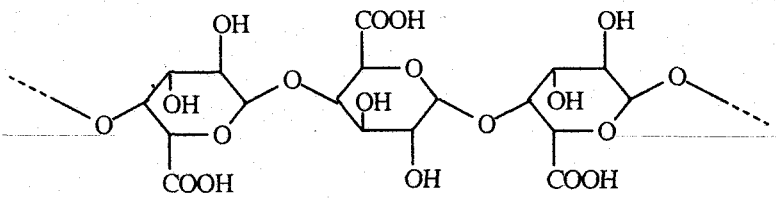
знаходяться у вигляді нерозчинних протопектинів і виконують для них роль механічного матеріалу. Протопектини є високомолекулярними сполуками або пектинами тривімірної будови, яка сформована внаслідок утворення ковалентних зв'язків між макромолекулами пектинів, фрагментами целюлози та лігніну. Ряд полісахаридів, які належать камедям, за хімічною будовою є пектинами.

Основою хімічної будови пектинів є полімери α-*D*-галактуронової кислоти, ланки якої сполучені α-1,4-зв'язками, молекулярної маси від 25 000 до 200 000. У свою чергу, пектини поділяються на дві великі групи: пектинові кислоти (частина кислотних ланок існує у вигляді метилового естеру) і пектові кислоти (естерні групи в кислотних ланках відсутні). Кількість естерних груп в пектинових кислотах може бути різною в межах 30-80% від кількості ланок галактуронової кислоти. Крім того, частина вторинних гідроксильних груп при С2 або С3 може бути ацетильована, а частина естерних груп при С6 може існувати у формі аміду (після відповідної хімічної модифікації) – так звані амідовані пектини - Е440(ii). Солі пектинових кислот називаються пектинатами, а пектових – пектатами.

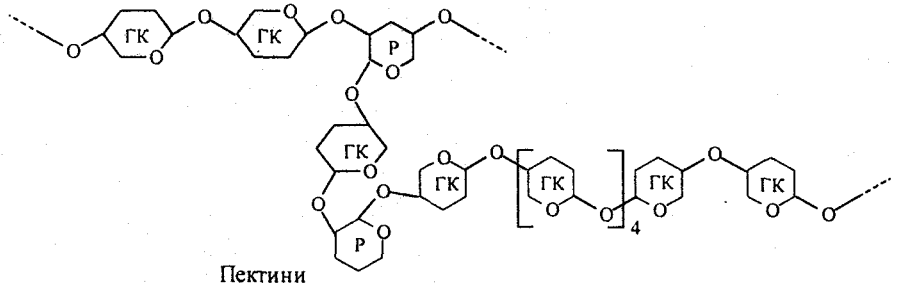
Окрім галактуронової кислоти, до складу пектинів входять до 10-20% (сумарно) переважно *L*-рамноза у піранозній формі, *L*-арабіноза, *D*-галактоза, інколи *D*-ксилоза, *L*-фукоза. Вважають, що найпоширенішими пектинами є рамногалактуронани (гетероглікани) на основі полімеру *D*-галактуронової кислоти (ГК) і *L*-рамнози (Р), які сполучені α-1,2-зв'язками, і до макроланцюгу яких прищеплені 1,3-зв'язками переважно ланки *D*-галактози і *L*-арабінози разом або окремо:



Пектинові кислоти



Пектові кислоти



Пектини

Сполучення α-1,2-зв'язками залишків рамнози із галактуроновими кислотами надає макромолекулам пектинів у цілому зигзагоподібного виду.

Поряд з тим виявлено, що окрім кислих полісахаридів (пектинових і пектових кислот) до складу пектинових речовин входять нейтральні полісахариди (гомоглікани) на зразок *D*-галактанів, *L*-арабінанів. Наявність у пектинах таких гомогліканів пояснюється здатністю складніших за будовою пектинових попередників на зразок галактанів, арабінанів до процесів деградації, завдяки яким пектини і утворюються.

Фізико-хімічні властивості. Це порошки білого, жовтого, сірого або коричневого забарвлення. Їхні властивості залежать переважно від ступеню естерифікації карбоксильних груп (тип А, Б або В) та значення молекулярної маси. Зі збільшенням ступеню естерифікації розчинність у воді збільшується. Так, пектини із вмістом естерних груп менше 50,0% розчиняються у воді, лугах; середньо – у кальційвмісних розчинах; не розчиняються в спиртах, інших органічних розчинниках. Пектини з кількістю естерних груп більше 50,0% добре розчиняються у воді; середньо – в спиртах; не розчиняються в органічних розчинниках. Пектові кислоти у воді не розчиняються. Втрати при висушуванні становлять не більше 12,0% (105^{0}С, 2 години).

Джерело. Пектини містяться у багатьох рослинах, особливо у шкірці цитрини і помаранчів (до 30% від сухої маси); плодах яблук (15%), цукровому буряку (10%) та інших м'ясистих коренеплодах (цибулі, моркві).

Добування. Пектини добувають з рослинної сировини (відходів виробництва фруктових соків, бурякового цукру або соняшникової олії; вижимок яблук, шкірок цитрусових плодів, кошиків соняшника) за допомогою кислотного або ензиматичного гідролізу нативного протопектину (розщеплення етерних зв'язків між пектином і фрагментами лігніну та целюлози із збереженням глікозидних зв'язків самого пектину). Для цього спочатку проводять обробку природної сировини етанолом при 70^0C з метою вилучення запашних есенцій (олій) і барвників. Далі твердий осад гідролізують у кислому середовищі. Як кислоти використовують хлоридну, сульфатну, нітратну або ортофосфатну. Процес гідролізу відбувається при pH 2 і температурі 85^0C протягом 2-3 годин. Після відповідної очистки та концентрування пектини вилучають з водного середовища осадженням етиловим спиртом (або метанолом, 2-пропанолом), висушують та подрібнюють. Інколи для зменшення ступеню естерифікації ланок пектину проводять додатково дезестерифікацію шляхом лужного або кислотного гідролізу, або за допомогою ензимів пектинестерази.

Вміст галактуронової кислоти у кінцевому продукті становить не менше 65,0%; ступінь естерифікації – не менше 70,0% (тип А), не менше 67,0% (тип Б), не менше 60,0% (тип В); загальних нерозчинних речовин – не більше 3,0%, кислотонерозчинного попелу (у 3*N* HCl) – не більше 1,0%, залишків розчинників (метанолу, етанолу, 2-пропанолу – окремо або разом) – не більше 1,0%, діоксиду сірки – не більше 50 мг/кг, азоту – не більше 1,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Пектини вважаються повністю нешкідливими для людини речовинами. Вони належать до баластних речовин, які не всмоктуються організмом і не розщеплюються мікрофлорою кишечника. Внаслідок цього пектини позитивно впливають на ступінь та швидкість всмоктування інших речовин,

особливо холестеролу. Пектинові кислоти (високометоксильовані пектини) і, особливо, пектові кислоти (малометоксильовані пектини) здатні утворювати комплексні солі з важкими металами, у тому числі з радіонуклідами, і виводити їх з організму.

Е440*(ii) Пектини амідовані

Желеутворювачі, стабілізатори, загущувачі, вологоутримувачі, освітлювачі; речовини, що полегшують фільтрування; засіб для касулювання.

Синоніми: амідований пектин, amidated pectins, pectins amidated.

Будова. Див. Е440*(i) Пектини.

Фізико-хімічні властивості. Див. Е440*(i) Пектини.

Джерело. Див. Е440*(i) Пектини.

Добування. Див. Е440*(i) Пектини. При дії лугу в присутності амоніаку відбувається часткова дезестерифікація ланок галактуронової кислоти пектину з утворенням амідованого продукту внаслідок реакції амонолізу.

Вміст галактуронової кислоти у кінцевій речовині становить не менше 65,0%; ступінь амідування становить не менше 25,0% від загальної кількості COOH-груп, ступінь естерифікації – не більше 50,0%; загальних нерозчинних речовин – не більше 3,0%, кислотонерозчинного попелу (у 3*N* HCl) – не більше 1,0%, азоту – не більше 2,5% (після промивки кислотою та етанолом) залишків розчинників (метанолу, етанолу, 2-пропанолу – окремо або разом) – не більше 1,0%, діоксиду сірки – не більше 50 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

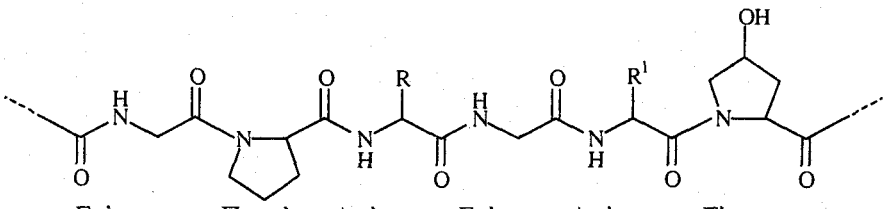
Метаболізм і токсичність. Див. Е440*(i) Пектини.

Желатин*

Желеутворювач, загущувач, покриття, піноутворювач, поживна речовина, освітлювач, флокулянт, засіб для капсулювання, стабілізатор піни, носій.

Синоніми: харчовий желатин, желатина, gelatin, edible gelatin.

Будова. Желатин вважається майже єдиною речовиною білкової природи, яка здатна утворювати гелі. Желатин є сумішшю лінійних поліпептидів із молекулярною масою від 50 000 до 70 000. До складу желатину входять приблизно 18 амінокислот: гліцин (аміноацетатна) 26-31%, пролін (піролідин-α-карбонова кислота) 15-18%, 4-гідроксипролін 13-15%, глутаматна (α-аміноглутарова) кислота 11-12%, аспартатна (аспарагінова, або аміносукцинатна) кислота 6-7%, аланін (α-амінопропіонатна кислота) 8-11% і аргінін (α-аміно-δ-гуанідиновалеріатна кислота) 8-9%. Фрагмент пептидного ланцюга желатину виглядає:



Фізико-хімічні властивості. Це порошок або гранули від білого до буроватого забарвлення, які добре розчиняються у гарячій воді, молоці, розчинах цукру та солі; середньо – у холодній воді (набрякає); спиртах; не розчиняється в органічних розчинниках. pH становить 4,3-5,8. Значення в'язкості водних розчинів - 15-75 Па·с.

Ізоелектрична точка желатину визначається наявністю п'ятьох кислих або основних амінокислот, які містять такі іонізуючі групи: COOH-групи (аспартатна та глутаматна кислоти), NH_2-групи (лізин, або α,ε-діамінокапронатна кислота, та гідроксилізин) і гуанідинові групи $-NH-C(=NH)-NH_2$ аргініну.

Значення ізоелектричної точки змінюються від 9,4 для поліпептидів з переважним вмістом амідних (пептидних) функціональних груп, як наприклад, у колагені, до 4,8 – з переважним вмістом карбоксильних груп, які утворюються при гідролізі такого колагену. Формування гелевої структури пояснюється утворенням при охолоджені водних розчинів желатину спіралеподібних структур

завдяки іонним і водневим зв'язкам між амінокислотними ланками окремих поліпептидних ланцюгів.

Джерело. Желатин міститься у вигляді колагенового волокна – основного білкового компоненту сполучної тканини тварин і людей.

Добування. Одержують желатин з колагену. Для цього знежирюють тваринні кістки, шкіру шляхом екстракції (дії кислотних або лужних розчинів); отриманий розчин фільтрату кип'ятять і розділяють продукти гідролізу, які випадають в осад. Після відділення желатину від інших компонентів, його промивають і висушують.

Вміст у кінцевому продукті азоту становить не менше 16,2%, фосфору – не більше 15,0%, води – не більше 15,0%, загального попелу – не більше 3,0%, пентахлорфенолу – не більше 0,3 мг/кг, діоксиду сірки – не більше 50 мг/кг, флуоридів – не більше 50 мг/кг, сульфатів – не більше 1,5%, плюмбуму – не більше 1,5 мг/кг, хрому – не більше 10 мг/кг, важких металів – не більше 20 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Желатин належить до їстивних білків.

До желеутворювачів належать також речовини, які за основною технологічною функцією наведені в інших розділах:

(Е400) альгінатні кислоти - гл. 2.3,

(Е401) альгінат натрію - гл. 2.3,

(Е403) альгінат амонію - гл. 2.3,

(Е404) альгінат кальцію - гл. 2.3,

(Е406) агар - гл. 2.3,

(Е407) карагінан та його натрієва, калієва, амонійна солі, включаючи фурцелеран - гл. 2.3,

(Е407а) карагінан з водоростей *Euchema* - гл. 2.3,

(Е408) глюкан пекарських дріжджів - гл. 2.3,

(Е410) камедь ріжкового дерева - гл. 2.3,

(Е411) вівсяна камедь - гл. 2.3,

(Е415) ксантанова камедь - гл. 2.3,

(Е416) камедь караї - гл. 2.3,

(Е418) геланова камедь - гл. 2.3,

(Е425) конжак (борошно, камедь, глюкоманан) - гл. 2.3,

(Е461) метилцелюлоза - гл. 2.3,
(Е464) гідроксипропілметилцелюлоза - гл. 2.3,
(Е465) метилетилцелюлоза - гл. 2.3,
(Е467) етилгідроксиетилцелюлоза - гл. 2.3,
(Е1401) крохмаль, оброблений кислотою - гл. 2.3,
(Е1402) крохмаль, оброблений лугом - гл. 2.3,
(Е1405) крохмаль, оброблений ферментними препаратами - гл. 2.3,
(Е1410) монокрохмальфосфат - гл. 2.3,
(Е1412) дикрохмальфосфат - гл. 2.3,
(Е1413) фосфатований дикрохмальфосфат - гл. 2.3,
(Е1414) ацетильований дикрохмальфосфат - гл. 2.3,
(Е1420) крохмаль ацетатний, естерифікований ацетатним ангідридом - гл. 2.3,
(Е1421) крохмаль ацетатний, естерифікований вінілацетатом - гл. 2.3,
(Е1422) ацетильований дикрохмальадипат - гл. 2.3,
(Е1423) ацетильований дикрохмальгліцерол - гл. 2.3.

2.5. Стабілізатори

Стабілізатори – такі речовини, які дозволяють зберігати однорідну суміш двох або більше компонентів, що не змішуються між собою, в харчовому продукті. За своєю функціональною дією стабілізатори займають проміжне положення між емульгаторами та загущувачами, оскільки ефект стабілізації може бути досягнутий внаслідок як адсорбції їхніх молекул на межі поділу фаз, так і збільшення в'язкості дисперсійного середовища. Від емульгаторів вони відрізняються меншою поверхневою активністю, що пов'язують з хімічною будовою їхніх молекул. При цьому гідрофільні групи стабілізаторів розташовані переважно рівномірно по всій довжині молекули, що певним чином впливає на характер формування топології колоїдної системи на межі поділу фаз.

За своєю технологічною функцією їх вважають поліфункціональними харчовими добавками (текстураторами), які широко використовуються у технології виготовлення харчової

продукції. Тому, до стабілізаторів належать також речовини різного технологічного призначення: желеутворювачі, загущувачі, ущільнювачі, вологоутримуючі агенти; стабілізатори забарвлення, піни тощо, які наведені в інших розділах.

За хімічною будовою стабілізатори поділяються на органічні і неорганічні.

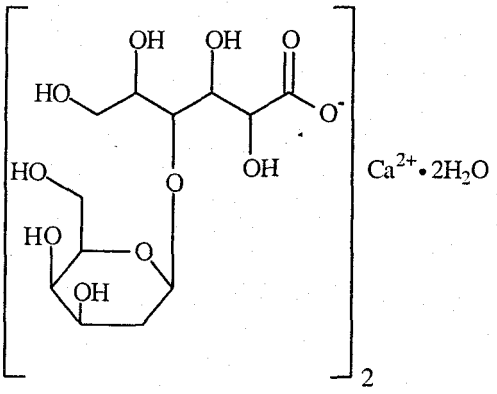
2.5.1. Органічні стабілізатори

Е399 Лактобіонат кальцію

Стабілізатор.

Синоніми: кальцієва сіль галактозилглюконатної кислоти, кальцієва сіль лактобіонової кислоти; lactobionic acid, calcium salt (2:1) dihydrate; calcium lactobionate.

Будова. За хімічною будовою лактобіонат кальцію є відповідною сіллю лактобіонатної (лактобіонової) кислоти, молекула якої складається із залишків β-*D*-галактози у піранозній формі та *D*-глюкози у відкритій:

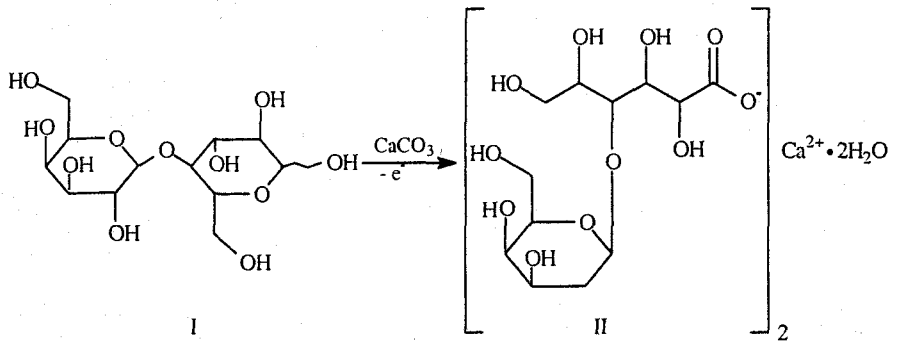


Хімічна назва: 4-O-β-галактопіранозил-*D*-глюконат кальцію, або (2*R*,3*R*,4*R*)-2,3,5,6-тетрагідрокси-4-{[(2*S*,3*R*,4*S*,5*R*,6*R*)-3,4,5-тригідрокси-6-(гідроксиметил)-2-тетрагідропіраніл]окси}гексаноат кальцію дигідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. ~190^{0}С (розкл.), який розчиняється у воді (1:30). pH 5,4-

7,4 для 5% водного розчину. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить $+23,5\pm1^0$ для 3% водного розчину.

Добування. Лактобіонат кальцію II одержують шляхом електролітичного окиснення дисахариду лактози (молочного цукру) I на графітових електродах в присутності карбонату кальцію:



По закінченню окиснення карбонат кальцію відфільтровують, фільтрат промивають водою і нейтралізують. Утворений при електролізі гідроксид кальцію нейтралізують за допомогою CO_2. Надалі нейтральний розчин ще раз відфільтровують від нерозчинних речовин, додають до нього етанол і нагрівають з метою вилучення кінцевого продукту. Утворений лактобіонат кальцію на заключній стадії процесу висушують у вакуумі до постійної маси.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96,0%, кальцію – 4,87-5,17%, кількість відновлюючих сахаридів – не більше 1,0%, фосфатів – не більше 500 мг/кг, сульфатів – не більше 500 мг/кг, галогенідів – не більше 400 мг/кг, арсену – не більше 1 мг/кг, феруму – не більше 40 мг/кг, важких металів – не більше 20 мг/кг.

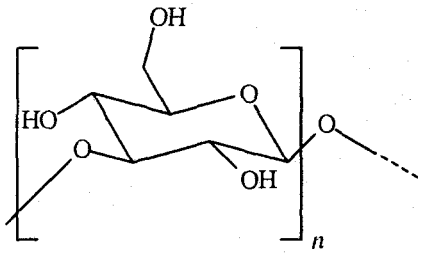
Метаболізм і токсичність. Лактобіонат кальцію вважається безпечною для людини речовиною.

Е424 Курдлан

Стабілізатор, загущувач, желеутворювач.

Синоніми: бетаглюкан, β-1,3-глюкан, β-1,3-glucan, betaglucan, curdlan.

Будова. Курдлáн за хімічною будовою є лінійним нерозгалуженим полісахаридом бактеріального походження, основний кор якого складається з ланок β-*D*-глюкози, сполучених β-1,3-глікозидними зв'язками:



Ступінь полімеризації *n* становить приблизно 450, що відповідає молекулярній масі 70 000 – 100 000. Макромолекули курдлану утворюють спіралеподібні конформації, у тому числі потрійні спіралі, внаслідок існування між ними водневих зв'язків.

Хімічна назва: полі-1,3-β-глюкан.

Фізико-хімічні властивості. Це білі або жовтуваті порошки, які не розчиняються у воді, етанолі та більшості органічних розчинників; розчиняються в диметилсульфоксиді; повільно набрякають у воді. pH 6,0-7,5 для 1% водної суспензії. Курдлан формує еластичні гелі при охолодженні 2% водної суспензії, після її нагрівання до 100^0C протягом 10 хв. Втрати при висушуванні становлять не більше 10,0% (60^0C, 5 годин, під вакуумом).

Джерело. За аналогією до декстрану, курдлан може спонтанно утворюватися в розчинах цукру, який зберігається в нестерильних умовах.

Добування. Наведений продукт одержують з вуглеводної сировини шляхом ферментації чистих культуральних рідин (штамів) мікроорганізмів на зразок *Alcaligenes faecalis* var. *myxogenes* або *Agrobacterium radiobacter*.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 80,0%, загального азоту – не більше 0,3%, сульфатного попелу – не більше 6,0%, плюмбуму – не більше 0,5 мг/кг.

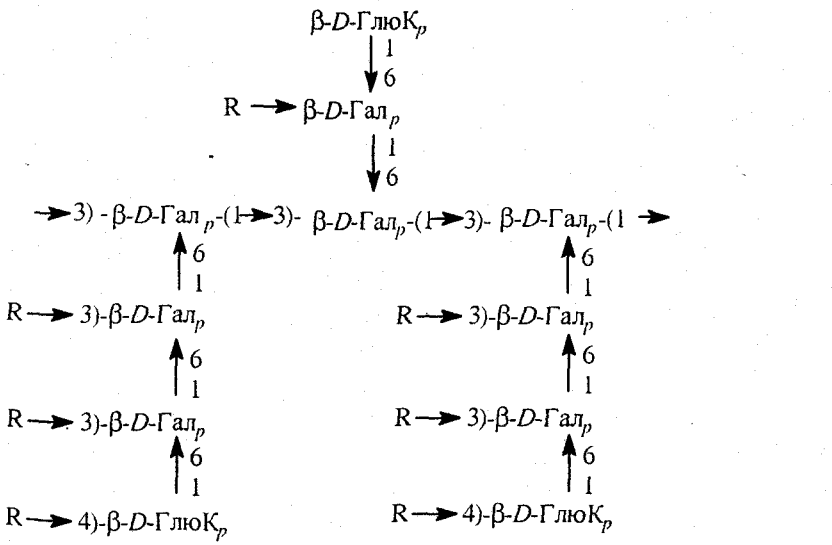
Метаболізм і токсичність. Курдлан в організмі людини не розщеплюється і не всмоктується. У країнах Європи та Росії він заборонений для застосування в харчових технологіях.

Е414* Гуміарабік

Стабілізатор, загущувач, емульгатор, покриття, засіб для капсулювання.

Синоніми: камедь акації, аравійська камедь, gum arabic, acacia gum.

Будова. За хімічною будовою гуміарабік належить до глікопротеїнів, макромолекули яких містять блоки („ділянки") гетерогліканів і поліпептидів, сполучених між собою. Полісахаридна складова гуміарабіка вважається сильно розгалуженою структурою і має внутрішній основний кор, побудований із залишків *D*-галактози, сполучених між собою β-1,3-зв'язками. До такого кору прищеплені периферійні ланцюги, що складаються, у свою чергу, із залишків *D*-галактози (*D*-Гал$_p$), *L*-арабінофуранози (*L*-Ара$_f$), *L*-рамнопіранози (*L*-Рам$_f$) і *D*-глюкуронової кислоти (*D*-Глю$_p$):



де R = *L* - Ара$_f$ - (1→ , *L* - Рам$_p$ -(1 → , α -*D*-Гал$_p$-(1→3) - *L*- Ара$_f$ -(1→

Співвідношення ланок *D*-галактози, *L*-арабінофуранози, *L*-рамнопіранози і *D*-глюкуронової кислоти становить приблизно 3:3:1:1 відповідно. У фрагментах поліпептидної складової спостерігається підвищений вміст проліну, гідроксипроліну та серину. Молекулярна маса гуміарабіку дорівнює приблизно 460 000.

Фізико-хімічні властивості. Це краплі бурштинового кольору або жовтувато-білий порошок, який добре розчиняється у холодній (до 37% при 25^0C) і гарячій воді (до 55%); середньо – в спиртах, гліколях; не розчиняється в органічних розчинниках. Втрати при висушуванні становлять не більше 17,0% (105^0C, 5 годин) для гранульваного і не більше 10,0% (105^0C, 4 години) для порошку, отриманого розпилювальним висушуванням.

Джерело. Гуміарабік міститься у висушеній смолі акації *Acacia Senegal* L., *A. seyal* або інших видів акації родини Leguminosae.

Добування. Зібрані краплі смоли очищують від механічних домішок кори, подрібнюють і фасують. Для додаткової очистки природний продукт розчиняють у воді, після чого методом розпилювального висушування отримують кінцевий продукт.

Вміст у кінцевому продукті загального попелу становить не більше 4,0%, кислотонерозчинних речовин – не більше 1,0%, кислотонерозчинного попелу – не більше 0,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Гуміарабік вважається баластною речовиною, в організмі людини він не всмоктується і мало розщеплюється мікрофлорою товстого кишечника.

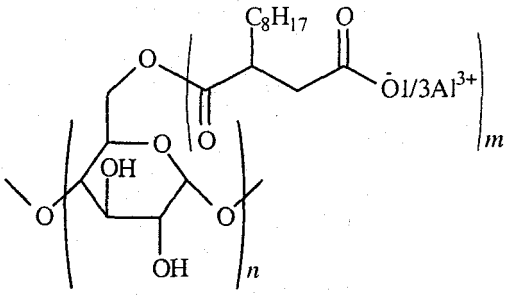
Е1452 Естери крохмаля та октенілсукцината алюмінію

Стабілізатор, глазуруючий агент.

Синоніми: крохмалю і алюмінієвої солі октенілянтарної кислоти естер, крохмальалюмінійоктенілсукцинат, starch aluminium octenyl succinate; starch hydrogen octenylbutanedioate, aluminium salt; aluminium starch octenylbutanedioate.

Будова. За хімічною будовою наведений стабілізатор є алюмінієвим аналогом харчового емульгатора (Е1450 Естери крохмалю та октенілсукцината натрію). Заміна атома натрію алюмінієм

змінює просторове розташування октенілсукцинатних фрагментів біля атома металу (Al), що викликає зміну поверхневої активності такої речовини і призводить до практичної втрати емульгуючої функції із збереженням здатності бути стабілізатором:



$n = 100 - 1000$,
$m = n/50$

Фізико-хімічні властивості. Введення такого стабілізатора в неводну харчову систему призводить до збільшення її в'язкості. В'язкість 6% водного розчину становить 4,1-20,2 Па·с. pH 1% водного розчину 4,0-7,0. Втрати при висушуванні не більше 21,0%.

Добування. Метод одержання естеру крохмаля та октенілсукцината алюмінію аналогічний методу добування Е1450. На кінцевій стадії синтезу для утворення алюмінієвої солі в реакційну суміш додають водний розчин сульфата алюмінію.

Вміст октенілсукцинатних груп у кінцевому продукті становить не більше 3,0% на сухий залишок, вільного октенілсукцинатного ангідриду – не більше 0,3%, сульфату алюмінія – не більше 0,3%, діоксиду сірки – не більше 50 мг/кг для зернового крохмалю і не більше 10 мг/кг – для інших модифікованих крохмалів, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, меркурію – не більше 0,1 мг/кг.

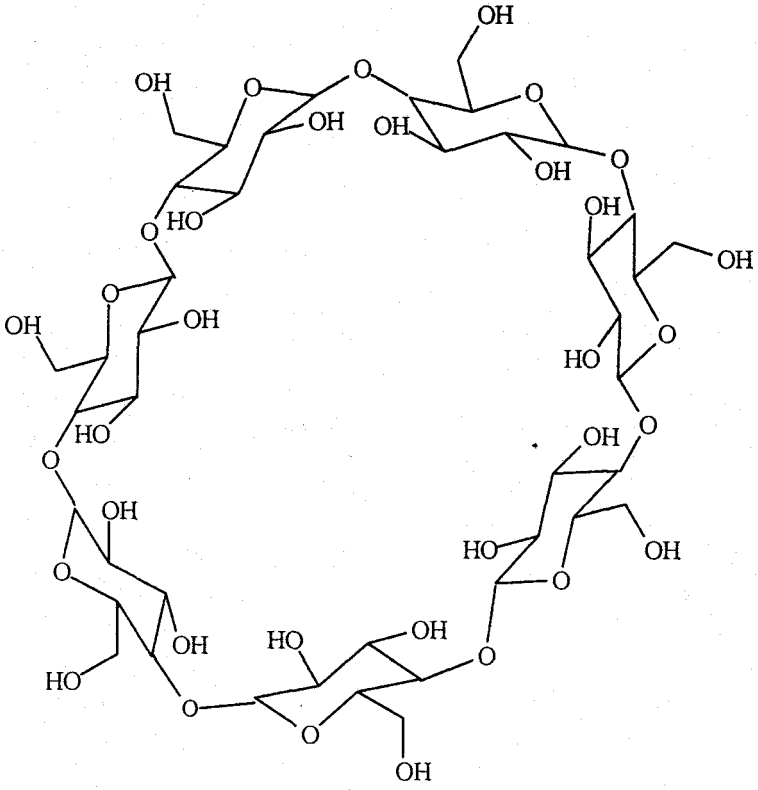
Метаболізм і токсичність. Дія естеру крохмаля та октенілсукцината алюмінію на організм людини вивчений недостатньо. Встановлено, що він не подразнює очі, шкіру. Дозволяється до використання у харчовій та косметичній промисловості, для інкапсулювання вітамінних препаратів при умові певного обмеження вмісту важких металів.

Е459 бета-Циклодекстрин

Стабілізатор, вологоутримувач, носій.

Синоніми: циклогептаамілоза, β-циклодекстрин, beta-cyclodextrin, cyclomaltoheptaose, beta-CD, BCD, beta-schardinger dextrin, cyclodextrin B.

Будова. бета-Циклодекстрин є невідновлюючим макроциклічним олігосахаридом. Молекула такого циклодекстрину (декстрину Шардінгера) побудована з семи залишків α-*D*-глюкопіранози, сполучених α-1,4-глікозидними зв'язками загальної формули $(C_6H_{10}O_5)_7$:



Особливості будови такої циклічної сполуки, в молекулі якої всі полярні гідроксильні групи розташовані на зовнішній частині, а внутрішня частина стає гідрофобною (форма зрізаного конуса),

дозволяє застосовувати їх як клатратні комплексоутворювачі, або комплекси включення, на зразок „господар-гість". Таке комплексоутворення може суттєво змінити властивості молекули „гостя", наприклад, збільшити розчинність у воді або запобігти процесу її окиснення. З другого боку, застосування таких циклічних сполук у технології виготовлення харчових продуктів дозволяє „доставляти" водонерозчинні смакові речовини, підсолоджувачі, барвники, вищі карбонові кислоти, ароматизатори, вітаміни та інші до цих продуктів або, навпаки, вилучати з них непотрібні речовини на зразок токсинів, води тощо.

Фізико-хімічні властивості. Це дрібний кристалічний порошок білого кольору з т. топ. 298^{0}С, який добре розчиняється у гарячій воді; середньо – у холодній воді; погано розчиняється в етанолі. Водні розчини декстринів стабільні при зберіганні. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від +160^0 до +164^0 для 1% водного розчину. pH 5,0-8,0.

Добування. бета-Циклодекстрин одержують мікробіологічним синтезом з крохмалю під дією ензимів циклоглюкозилтрансферази *Bacillus circulans*, *Paenibacillus macerans* аналогічно альфа-декстрину (Е457).

Вміст основної речовини становить не менше 98,0% (на суху масу), води – не більше 14,0% (за Фішером), відновлюючих моносахаридів на зразок глюкози – не більше 1,0%, інших циклодекстринів – не більше 2,0%, сульфатного попелу після прокалювання – не більше 0,1%, залишків розчинника (толуену і трихлороетилену – окремо або разом) – не більше 1 мг/кг, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 1,0 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. β-Циклодекстрин у кишечнику практично не всмоктується. За дією на людський організм вважається безпечним.

Е457 альфа-Циклодекстрин

Стабілізатор, вологоутримувач, носій.

Синоніми: α-циклодекстрин, циклогексаамілоза, alhpa-cyclodextrin, cyclomaltohexaose, cyclohexaamylose, alpha-schardinger dextrin.

Будова. альфа-Циклодекстрин є невідновлюючим макроциклічним олігосахаридом, молекула якого побудована з шести залишків α-*D*-глюкопіранози, сполучених α-1,4-глікозидними зв'язками $(C_6H_{10}O_5)_6$, аналогічно бета-циклодекстрину (Е459).

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 278^{0}С, який розчиняється у воді (145 г/л при 25^{0}С). Водні розчини декстринів стабільні при зберіганні. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від +145^0 до +151^0 для 1% водного розчину.

Добування. альфа-Циклодекстрин одержують мікробіологічним синтезом в процесі гідролізу крохмалю при pH = 6,0-7,0 і температурі 35-40^{0}С під дією ензиму циклодекстринглюкозилтрансферази (К.Е. 2.4.1.19 – див. гл. 5.8) з бактерії *Bacillus macerans*. Виділення і очистка циклодекстринів є складним завданням і потребує відповідних операцій. Так, по закінченню синтезу в реакційне середовище при постійному перемішуванні додають 1-деканол з метою утворення з циклодекстрином водонерозчинного клатратного комплексу (1:1), який при цьому випадає в осад. Такий осад відділяють центрифугуванням від рідини, знову додають до нового водного розчину і перемішують при нагріванні. Потім при охолодженні повторно випадає клатратний комплекс, його вилучають центрифугуванням і проводять парову дистиляцію з метою позбутися 1-деканола. При наступному охолодженні робочого розчину альфа-циклодекстрин кристалізується, його відфільтровують і висушують до постійної маси.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0% (на суху масу), води не більше 11,0% (за Фішером), відновлюючих моносахаридів на зразок глюкози – не більше 0,5%, сульфатного попелу – не більше 0,1%, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. Е459 бета-Циклодекстрин.

Е458 гама-Циклодекстрин

Стабілізатор, вологоутримувач, носій.

Синоніми: γ-циклодекстрин, циклооктаамілоза, gamma-cyclodextrin, cyclooctaamylose, gamma-schardinger dextrin hydrate.

Будова. гама-Циклодекстрин є невідновлюючим макроциклічним олігосахаридом, молекула якого побудована з восьми залишків α-*D*-глюкопіранози, сполучених α-1,4-глікозидними зв'язками $(C_6H_{10}O_5)_8$, аналогічно бета-циклодекстрину (Е459).

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 267^0С, який розчиняється у воді (232 г/л). Водні розчини декстринів стабільні при зберіганні. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від $+173^0$ до $+180^0$ для 1% водного розчину.

Добування. гама-Циклодекстрин одержують мікробіологічним синтезом з крохмалю під дією відповідного ензиму аналогічно альфа-декстрину (Е457).

Вміст основної речовини становить не менше 98,0% (на сухий залишок), води – не більше 11,0% (за Фішером), відновлюючих сахаридів на зразок глюкози – не більше 0,5%, летючих речовин – не більше 20 мг/кг, сульфатного попелу – не більше 0,1%, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

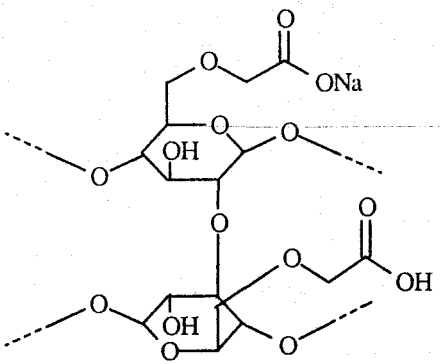
Метаболізм і токсичність. Див. Е459 бета-Циклодекстрин.

Е468 Кроскарамелоза

Стабілізатор, наповнювач, носій.

Синоніми: КМЦ зшита, поперечно зшита карбоксиметилцелюлоза, modified cellulose gum, crosslinked CMC.

Будова. За хімічною будовою кроскарамелоза є поліглюканом, ланки глюкози якого сполучені β-1,4-глікозидними зв'язками, тобто вона є аналогом натрієвої солі карбоксиметилцелюлози (Е466) але з тривимірною (зшитою) структурою. Більша частина ланок глюкози етерифікована карбоксиметильними групами. Ступінь заміщення становить 0,2-1,5% $-CH_2COONa$ або CH_2COOH-груп на одну глюкопіранозну ланку целюлози. Молекули основних ланцюгів кроскарамелози частково зшиті між собою етерними мостиками переважно по С2-С3:



Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який швидко набрякає у холодній воді. Наведений стабілізатор вважають продуктом з високою абсорбуючою здатністю. Так, 1 г кроскарамелози поглинає до 20 мл води. В таких органічних розчинниках як етанол, ацетон і толуен вона практично не розчиняється. Молекулярна маса розчинної частини кроскарамелози становить приблизно 1 млн. pH 1% водного розчину 5,0-7,0. Втрати при висушуванні становлять не більше 6,0% (105^0C, 3 години).

Добування. Целюлозу замочують в розчині лугу до утворення лужної целюлози, надалі за допомогою хлорацетатної кислоти або її натрієвої солі до основного кору вводять карбоксиметильні групи, після чого при нагріванні утворюють часткові міжмолекулярні етерні зв'язки можливо внаслідок реакції дегідратації.

Вміст у кінцевому продукті водорозчинних речовин становить не більше 10,0%, хлориду і гліколяту натрію (сумарно) – не більше 0,5%, сульфатного попелу – не більше 14,0%, натрію – не більше 12,4%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг. Крім того, кінцева сполука містить також незшиту карбоксиметилцелюлозу.

Метаболізм і токсичність. Кроскарамелоза вважається баластною речовиною, в організмі людини вона не всмоктується і не розщеплюється.

Е1202 Полівінілполіпіролідон

Стабілізатор забарвлення, освітлювач.

Синоніми: нерозчинний полівінілпіролідон, поперечно зшитий полівінілпіролідон, ПВПП; polyvinylpolypirrolidone, PVPP, insoluble polyvinylpirrolidone, crospovidone, cross linked polyvidone, insoluble PVP, PVPP.

Будова. За хімічною будовою – це зшитий полівінілпіролідон, або полі-[1-(2-оксо-1-піролідиніл)-етилен], молекули якого перехресно сполучені випадковим чином дивінілімідазолідоновими фрагментами завдяки перебігу відповідних реакцій передачі ланцюга та рекомбінації.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який практично не розчиняється у воді та органічних розчинниках.

Добування. Полівінілполіпіролідон одержують методом полімеризації N-вініл-2-піролідона за допомогою лужного каталізатора або в присутності N,N′-дивінілімідазолідону при нагріванні з утворенням зшитої структури полівінілпіролідону. На кінцевому етапі зшитий продукт кип'ятять у водній суміші 5% ацетатної кислоти та 50% етанолу (при співвідношенні приблизно 50 мас. ч. полімеру на 1 000 000 ч. розчиннику) протягом трьох годин з метою доведення кількості розчинного полімеру до необхідної кількості.

Вміст у кінцевому продукті азоту становить 11,0-12,8%, водорозчинних речовин – не більше 1,5%, води – не більше 6,0% (за Фішером), вільного вінілпіролідону – не більше 10 мг/кг, вільного N,N′-дивінілімідазолідону – не більше 2 мг/кг, сульфатного попелу – не більше 0,4%, цинку – не більше 25 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Полівінілполіпіролідон вважається для людини нетоксичною речовиною.

Е443 Бромована рослинна олія

Стабілізатор, емульгатор.

Синоніми: бромована олія, brominated vegetable oil, BVO.

Будова. За хімічною будовою такі олії є типовою сумішшю переважно триацилгліцеролів, які містять у структурі своїх молекул насичені та ненасичені вищі карбонові кислоти (лінолеву,

олеїнову, ліноленову та інші), до яких по подвійним зв'язкам приєднані атоми брому. Наприклад, соєва олія, з якої виготовляють відповідну бромовану, містить лінолевої кислоти 44-60%, олеїнової – 20-30%, ліноленової – 6-14%.

Фізико-хімічні властивості. Це в'язка рідина жовтувато-коричневого кольору з густиною 1,325-1,335 г/см^3, яка розчиняється в етанолі, хлороформі, діетиловому етері, гексані, рослинних оліях; не розчиняється у воді. Показник n_D^{20} становить 1,490-1,530. Йодне число не перевищує 16 г I_2/100 г. Завдяки своїй значній густині, бромована олія застосовується з метою збільшення густини інших рослинних олій. Це призводить до відповідної колоїдної стабілізації різних харчових рецептур на водній основі. Зазвичай бромовану рослинну олію додають у харчові продукти не більше 0,0015%, що становить 15 ч. на 100 000 ч.

Добування. Наведену олію одержують шляхом контрольованого бромування різних рослинних олій (бавовняної, соєвої, оливкової, маїсової або кунжутної) до відповідного йодного числа.

Вміст брому у кінцевому продукті становить 0,16-0,20%, вільних вищих карбонових кислот на зразок олеїнової – не більше 2,5%.

Метаболізм і токсичність. Загальновідомо негативний вплив брому на організм людини (витісняє йод; може викликати депресії, галюцінації; погіршує пам'ять тощо). Повних даних про вплив бромованої олії на організм людини немає. Багатьма країнами бромована рослинна олія заборонена для використання у харчовій промисловості.

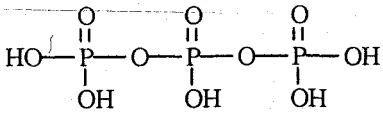
2.5.2. Неорганічні стабілізатори

Е452* Поліфосфати

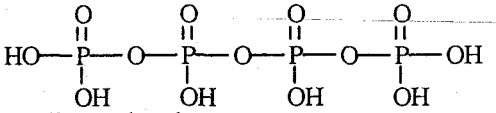
Поліфосфати – це солі відповідних поліфосфатних кислот, до яких належать конденсовані кисневмісні сполуки фосфору із ступенем окиснення +5. Залежно від хімічної будови такі кислоти поділяють на лінійні, циклічні та розгалужені.

Лінійні поліфосфатні кислоти мають загальну формулу $H_{n+2}P_nO_{3n+1}$, в молекулах яких тетраедричні конфігурації угруповань

PO_4 сполучені спільним атомом кисню, який розташований в одній із вершин їхніх тетраедрів:

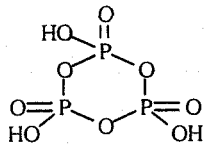


Трифосфатна кислота

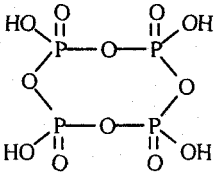


Тетрафосфатна кислота

Циклічні поліфосфатні (метафосфатні) кислоти $(HPO_3)_n$, де $n \geq 3$:



Трициклофосфатна, або триметафосфатна кислота $(HPO_3)_3$



Тетрациклофосфатна, або тетраметафосфатна кислота $(HPO_3)_4$

Розгалужені поліфосфатні кислоти, у свою чергу, поділяються на *ізометафосфатні* (містять один метафосфатний цикл і кілька лінійних ланцюгів $-PO_3\text{-}O-$) та *ізополіфосфатні* (містять тільки розгалужені ланцюги $-PO_3\text{-}O-$).

Відповідно до класифікації поліфосфатних кислот існує певний розподіл для їх солей – поліфосфатів.

До поліфосфатів належать: (i) поліфосфат натрію, (ii) поліфосфат калію, (iii) поліфосфат натрію-кальцію, (iv) поліфосфат кальцію, (v) поліфосфат амонію.

E452* (i) Поліфосфат натрію

Стабілізатор, емульгуюча сіль, вологоутримуючий агент, фіксатор забарвлення, синергіст антиоксидантів, поживне середовище для дріжджів.

Синоніми: поліметафосфат натрію склоподібний, гексаметафосфат натрію, сіль Грема, sodium polyphosphate glassy, sodium hexametaphosphate, sodium tetrapolyphosphate, Graham's salt, Maddrell's salt.

Будова. Поліфосфат натрію є сумішшю високомолекулярних поліфосфатів лінійної будови (приблизно 90%) і метафосфатів циклічної будови (приблизно 10%) із загальною формулою $n Na_2O \cdot m P_2O_5$, де $1,0 \le n/m \le 1,7$ (переважно $1,0 \le n/m \le 1,3$); при $n/m = 1,1$ речовина називається сіллю Грема. Своєю чергою, лінійні поліфосфати натрію поділяються на водорозчинні (часто називають сіллю Грема) та водонерозчинні (сіль Маддрела), які відрізняються своєю будовою.

Так, солі Грема (водорозчинні поліфосфати) вважаються поліметафосфатами $(NaHPO_3)_x$, де $x \ge 2$, з кінцевими Na_2PO_4-групами. Співвідношення $Na_2O:P_2O_5$ змінюється від 1,3 (для тетраполіфосфату натрію, де $x = 4$), до приблизно 1,1 (солі Грема, або "гексаметафосфату", де $x = 13\text{-}18$) і до 1,0 (високомолекулярних поліфосфатів, де $x = 20\text{-}100$ і більше – позначається ∞).

Водонерозчинні поліфосфати (сіль Маддрела) складаються з двох довгих ланцюгів поліметафосфатів $(NaPO_3)_\infty$, один з яких утворює спіраль навколо іншого при співвідношенні $Na_2O:P_2O_5$ приблизно 1,0.

Фізико-хімічні властивості. Для солі Грема – це безбарвні склоподібні пластинки, гранули або порошок, який добре розчиняється у воді. При розчиненні він гідролізується до ортофосфатів. Залежно від структури поліфосфату натрія, pH їхніх водних розчинів коливається в межах від 3 до 9. Втрати при прокалюванні (червоне розжарювання) – не більше 1,0%.

Для солі Маддрела – це білий кристалічний порошок, який не розчиняється у воді; розчиняється в мінеральних кислотах, водних розчинах хлоридів калію та амонію. pH водної суспензії (1:3) становить приблизно 6,5.

Добування. Поліфосфат натрію одержують методом дегідратації гідрогенортофосфатів натрію Na_2HPO_4 при певних режимах нагрівання (більше 620^0C) та швидкому охолодженні.

Загалом структура поліфосфатів натрію визначається умовами їх одержання. Наприклад, при нагріванні Na_2HPO_4 (500^0C) утворюється нерозчинна у воді сіль Маддрела $(NaPO_3)_\infty$; У випадку дегідратації розплаву Na_2HPO_4 при високих температурах – сіль Грема $(NaPO_3)_{13\text{-}18}$ (гігроскопічне водорозчинне скло). Якщо таку розплавлену масу витримати при $550\text{-}560^0$C, то в присутності

внесеної „затравки" утворюється сіль Курроля $NaPO_{3\infty}$ (поліфосфат, обмежено розчинний у воді).

Вміст у кінцевому продукті для солі Грема P_2O_5 становить 60,0-71,0%, водонерозчинних речовин – не більше 0,1%, флуоридів – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

Вміст у кінцевому продукті для солі Маддрела P_2O_5 становить 68,7-70,0%, флуоридів – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

E452*(ii) Поліфосфат калію

Стабілізатор, емульгуюча сіль, вологоутримуючий агент, фіксатор забарвлення, синергіст антиоксидантів, поживне середовище для дріжджів.

Синоніми: солі Курроля, метафосфат калію, поліметафосфат калію, potassium polyphosphate, potassium metaphosphate, potassium Kurrol's salt.

Будова. Наведений стабілізатор є сумішшю калієвих солей поліфосфатних кислот лінійної будови загальної формули $H_{n+2}P_nO_{3n+1}$, де n не менше 2.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвні або білі склоподібні кристали, маси або порошки, які слабко розчиняються у воді (1 г/100 г при 20^0C).

Добування. Поліфосфати калію одержують термічною дегідратацією гідрогенортофосфатів калію K_2HPO_4.

Вміст у кінцевому продукті P_2O_5 становить 53,5-61,5%, циклічних метафосфатів (у перерахунку на P_2O_5) – не більше 8,0%, втрати при прокалюванні – не більше 2,0% (105^0C, 4 години і наступне нагрівання при 550^0C протягом 30 хвилин), флуоридів – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

E452*(iii) Поліфосфат натрію-кальцію

Стабілізатор, емульгуюча сіль, вологоутримуючий агент, фіксатор забарвлення, синергіст антиоксидантів, ущільнювач (рослинних тканин), поживне середовище для дріжджів.

Синоніми: sodium-calcium polyphosphate.

Будова. Такий стабілізатор є сумішшю натрієвих і кальцієвих солей поліфосфатних кислот загальної формули $H_{n+2}P_nO_{3n+1}$. Наведеним сполукам приписують формулу $(NaPO_3)_nCaO$, де n частіше всього має значення 5.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який добре розчиняється у кислому середовищі; середньо – у воді.

Добування. Змішаний поліфосфат одержують термічною дегідратацією гідрогенортофосфатів натрію-кальцію.

Вміст P_2O_5 у кінцевому продукті становить 61,0-69,0%, CaO – 7,0-15,0%, флуоридів – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

E452*(iv) Поліфосфат кальцію

Стабілізатор, емульгуюча сіль, вологоутримуючий агент, фіксатор забарвлення, синергіст антиоксидантів, ущільнювач (рослинних тканин), поживне середовище для дріжджів.

Синоніми: calcium polyphosphate.

Будова. За хімічною будовою наведений стабілізатор є сумішшю кальцієвих солей поліфосфатних кислот загальної формули $H_{n+2}P_nO_{3n+1}$.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який добре розчиняється у кислому середовищі; середньо – у воді. Втрати при прокалюванні становлять не більше 2,0% (105^0C, 4 години і наступне нагрівння при 550^0C протягом 30 хвилин).

Добування. Поліфосфат кальцію одержують термічною дегідратацією гідрогенортофосфатів кальцію $CaHPO_4$.

Вміст у кінцевому продукті P_2O_5 становить 71,0-73,0%, циклічних метафосфатів (у перерахунку на P_2O_5) – не більше

8,0%, CaO – 27,0-29,5%, флуоридів – не більше 30 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

E452* (v) Поліфосфат амонію

Стабілізатор, емульгуюча сіль, вологоутримуючий агент, фіксатор забарвлення, синергіст антиоксидантів, поживне середовище для дріжджів.

Синоніми: ammonium polyphosphate.

Будова. Така речовина є сумішшю амонієвих солей поліфосфатних кислот лінійної будови загальної формули $H_{n+2}P_nO_{3n+1}$.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристали, які добре розчиняються у воді. pH 1% водного розчину 4,0-9,0. Втрати при прокалюванні – не більше 2,0% (105^0C, 4 години і наступне нагрівння при 550^0C протягом 30 хвилин).

Добування. Поліфосфат амонію одержують дією амоніаку на поліфосфатні кислоти, або взаємодією ортофосфатної кислоти з карбамідом (сечовиною), або прямою взаємодією амоніаку з оксидом фосфору(V) та водою.

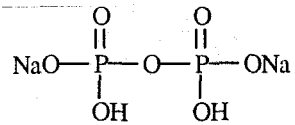
Вміст у кінцевому продукті P_2O_5 становить 55,0-75,0%, циклічних метафосфатів (у перерахунку на P_2O_5) – не більше 8,0%, флуоридів – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 20 мг/кг.

E450* Пірофосфати

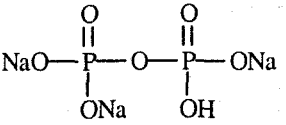
Стабілізатори, вологоутримуючі агенти, регулятори кислотності, емульгуючі солі, фіксатори забарвлення, синергісти антиоксидантів.

Будова. До пірофосфатів (дифосфатів) належать: (i) дигідрогенпірофосфат натрію $Na_2H_2P_2O_7$, (ii) моногідрогенпірофосфат натрію $Na_3HP_2O_7$, (iii) пірофосфат натрію $Na_4P_2O_7$ (б/в) і декагідрат $Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$, (iv) дигідрогенпірофосфат калію $K_2H_2P_2O_7$, (v)

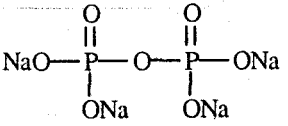
пірофосфат калію $K_4P_2O_7$, (vi) пірофосфат кальцію $Ca_2P_2O_7$, (vii) дигідрогенпірофосфат кальцію $CaH_2P_2O_7$, (viii) пірофосфат магнію $Mg_2P_2O_7$:



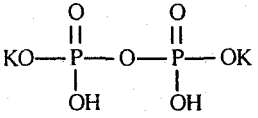
Дигідрогенпірофосфат натрію



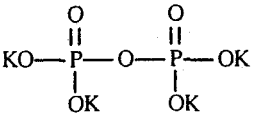
Моногідрогенпірофосфат натрію



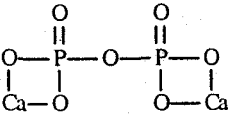
Пірофосфат натрію



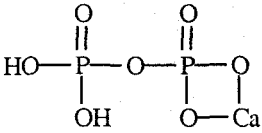
Дигідрогенпірофосфат калію



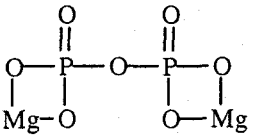
Пірофосфат калію



Пірофосфат кальцію



Дигідрогенпірофосфат кальцію



Пірофосфат магнію

E450*(i) Дигідрогенпірофосфат натрію

Синоніми: дигідропірофосфат натрію, динатрійпірофосфат, динатрійдифосфат, disodium dihydrogen diphosphate, disodium dihydrogen pyrophosphate.

$Na_2H_2P_2O_7$

Хімічна назва: дигідрогенпірофосфат натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок або гранулят з т. топ більше 600^{0}C, який добре розчиняється у воді (119 г/л при кімн. т.). pH 1% водного розчину 3,7-5,0. Втрати при висушуванні – не більше 0,5% (105^{0}C, 4 години).

Добування. Дигідрогенпірофосфат натрію одержують дегідратацією дигідрогенортофосфату натрія при нагріванні (245^{0}C):

$$2NaH_2PO_4 \xrightarrow[-H_2O]{T^0C} Na_2H_2P_2O_7$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, P_2O_5 – 63,0-64,5%, водонерозчинних речовин – не більше 1,0%, флуоридів – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E450*(ii) Моногідрогенпірофосфат натрію

Синоніми: моногідрогендифосфат натрію, кислий пірофосфат натрію, гідропірофосфат натрію, trisodium diphosphate, trisodium hydrogen diphosphate, trisodium pyrophosphate, acid sodium pyrophosphate.

$Na_3HP_2O_7$

Моногідрогенпірофосфат натрію існує у вигляді безводної солі та моногідрату.

Хімічна назва: моногідрогенпірофосфат натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок або гранулят, який добре розчиняється у воді (16,5 г/100 г при 20,7^{0}C) і 23,3 г/100 г – 49,5^{0}C) для безводної солі. pH становить 6,7-7,5 для 1% водного розчину. Втрати при висушуванні – не більше 0,5% для безводної форми та не більше 1,0% для моногідратної (105^{0}C, 4 год.). Втрати при прокалюванні – не більше 4,5% для безводної форми і не більше 11,5% для моногідратної.

Добування. Моногідрогенпірофосфат натрію одержують шляхом дії хлоридної кислоти на відповідний пірофосфат:

$$Na_4P_2O_7 + HCl \longrightarrow Na_3HP_2O_7 + NaCl$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, P_2O_5 - 57,0-59,0%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, флуоридів – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Е450*(iii) Пірофосфат натрію

Синоніми: дифосфат натрію, тетранатрій пірофосфат, натрій пірофосфорнокислий, tetrasodium diphosphate, tetrasodium pyrophosphate.

$Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$

Пірофосфат натрію існує у вигляді безводної солі та декагідрату.

Хімічна назва: пірофосфат натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі або білі кристали, або білий порошок (гранулят) з т. топ. 895^{0}С для безводного і 970^{0}С для декагідрату, який добре розчиняється у воді (31,6 г/л при 0^{0}С і 50 г/л при 20^{0}С) і не розчиняється в етанолі. pH 1% водного розчину 9,9-10,8. Втрати при прокалюванні – не більше 0,5% для безводної форми і 38,0-42,0% для декагідратної (105^{0}С, 4 години і наступне нагрівння при 550^{0}С протягом 30 хвилин).

Добування. Пірофосфат натрію одержують шляхом дегідратації гідрогенортофосфату при нагріванні:

$$2Na_2HPO_4 \xrightarrow[-H_2O]{T^0C} Na_4P_2O_7$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, P_2O_5 – 52,5-54,0%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, флуоридів – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Е450*(iv) Дигідрогенпірофосфат калію

Синоніми: дигідропірофосфат калію, дикалійпірофосфат, кислий пірофосфат калію, дигідрогендифосфат калію, dipotassium dihydrogen diphosphate, dipotassium dihydrogen pyrophosphate.

$K_2H_2P_2O_7$

Хімічна назва: дигідрогенпірофосфат калію.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристалічні гігроскопічні порошки, які добре розчиняються у воді і не розчиняються в етанолі.

Добування. За аналогією до Е450(і) дигідрогенпірофосфат калію одержують методом дегідратації дигідрогенортофосфату при нагріванні:

$$2KH_2PO_4 \xrightarrow[-H_2O]{T^0C} K_2H_2P_2O_7$$

Е450*(v) Пірофосфат калію

Синоніми: дифосфат калію, тетракалійпірофосфат, калій пірофосфорнокислий, tetrapotassium diphosphate, tetrapotassium pyrophosphate, potassium pyrophosphate.

$K_4P_2O_7$

Пірофосфат калію існує у вигляді безводної солі та тригідрату.

Хімічна назва: пірофосфат калію.

Фізико-хімічні властивості. Це гігроскопічні білі кристалічні або гранульовані порошки, які добре розчиняються у гарячій воді, помірніше - у холодній; не розчиняються в етанолі. При нагріванні до 180^0С тригідрат втрачає дві молекули води, при 300^0С – три. pH 1% водного розчину 10,0-10,8. Втрати при прокалюванні – не більше 2,0% (105^0С, 4 години і наступне нагрівання при 550^0С протягом 30 хвилин).

Добування. За аналогією до Е450(ііі) пірофосфат калію одержують шляхом дегідратації гідрогенортофосфату при нагріванні (300^0С):

$$2K_2HPO_4 \xrightarrow[-H_2O]{T^0C} K_4P_2O_7$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, P_2O_5 – 42,0-43,7%, водонерозчинних речовин - не більше 0,2%, флуоридів – не більше 10 мг/кг, арсену– не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Е450*(vi) Пірофосфат кальцію

Синоніми: дифосфат кальцію, пірофосфорнокислий кальцій, calcium pyrophosphate.

$Ca_2P_2O_7$

Пірофосфат кальцію існує у вигляді безводної солі та пентагідрату.

Хімічна назва: пірофосфат кальцію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок з т. топ. 1230^{0}С для безводного. Пірофосфат кальцію пентагідрат слабо розчиняється в холодній воді, безводний – не розчиняється. Обидві форми цієї сполуки розчиняються у розведених хлоридній і нітратній кислотах. pH 10% водної суспензії 5,5-7,0. Втрати при прокалюванні – не більше 1,5% (800 ± 25^{0}С, 30 хвилин).

Добування. Пірофосфат кальцію одержують методом дегідратації гідрогенортофосфату при нагріванні:

$$2CaHPO_4 \xrightarrow[-H_2O]{T^0C} Ca_2P_2O_7$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96,0%, P_2O_5 – 55,0-56,0%, флуоридів – не більше 50 мг/кг, арсену– не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Е450*(vii) Дигідрогенпірофосфат кальцію

Синоніми: дигідрогендифосфат кальцію, кислий пірофосфат кальцію, calcium dihydrogen diphosphate.

$Ca_2H_2P_2O_7$

Хімічна назва: дигідрогенпірофосфат кальцію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який не розчиняється у воді. Розчиняється у розведених хлоридній і нітратній кислотах. Втрати при висушуванні становлять не більше 1,0% (105^{0}С, 4 години).

Добування. За аналогією до Е450(ii) дигідрогенпірофосфат кальцію одержують дією хлоридної кислоти на відповідний пірофосфат:

$$Ca_2P_2O_7 + 2HCl \xrightarrow[-CaCl_2]{} CaH_2P_2O_7$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 90,0%, P_2O_5 – 61,0-64,0%, кислотонерозчинних речовин – не більше 0,4%, флуоридів – не більше 30 мг/кг, арсену – не

більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E450*(viii) Пірофосфат магнію

Синоніми: дифосфат магнію, пірофосфорнокислий магній, magnesium pyrophosphate.

$Mg_2P_2O_7$

Пірофосфат магнію існує у вигляді безводної солі та тригідрату.

Хімічна назва: пірофосфат магнію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок з т. топ. 1383^{0}C для безводного, тригідрат при 150^{0}C розкладається. Тригідратна форма цієї солі слабо розчиняється у гарячій воді і не розчиняється у холодній. Безводна форма не розчиняється у холодній і гарячій воді. Обидві форми пірофосфату магнія розчиняються в кислотах і не розчиняються в спирті.

Добування. Пірофосфат магнію одержують методом дегідратації відповідного гідрогенортофосфату при нагріванні:

$$2MgHPO_4 \xrightarrow[-H_2O]{T^0C} Mg_2P_2O_7$$

До стабілізаторів належать також речовини, які за основною технологічною функцією висвітлені в інших розділах:

1) фіксатори забарвлення (гл. 1.8):
(E579) глюконат заліза;

2) емульгатори (гл. 2.1):
(E322) лецитини,
(E432) поліоксиетилен(20)сорбітану монолаурат (Твін 20),
(E433) поліоксиетилен(20)сорбітану моноолеат (Твін 80),
(E434) поліоксиетилен(20)сорбітану монопальмітат (Твін 40),
(E435) поліоксиетилен(20)сорбітану моностеарат (Твін 60),
(E436) поліоксиетилен(20)сорбітану тристеарат (Твін 65),
(E445) естери гліцеролу та смоляних кислот,

(Е470а) солі вищих карбонових (жирних) кислот алюмінію, кальцію, натрію, калію, амонію;

(Е471) моно- і діацилгліцероли вищих карбонових кислот,

(Е472b) естери гліцеролу з лактатною та вищими карбоновими кислотами,

(Е472с) естери гліцеролу з цитратною та вищими карбоновими кислотами,

(Е1450) естери крохмалю та октенілсукцината натрію;

3) піноутворювачі (гл. 2.2) – відвар мильного кореню;

4) загущувачі (гл. 2.3):

(Е400) альгінатні кислоти,

(Е401) альгінат натрію,

(Е402) альгінат калію,

(Е403) альгінат амонію,

(Е404) альгінат кальцію,

(Е405) пропіленглікольальгінат,

(Е406) агар,

(Е407) карагінан та його натрієва, калієва, амонійна солі, включаючи фурцелеран;

(Е407а) карагінан з водоростей *Euchema*,

(Е408) глюкан пекарських дріжджів,

(Е409) арабіногалактан,

(Е410) камедь ріжкового дерева,

(Е411) вівсяна камедь,

(Е412) гуарова камедь,

(Е413) трагакант,

(Е415) ксантанова камедь,

(Е416) камедь караї,

(Е417) тари камедь,

(Е418) геланова камедь,

(Е419) гхаті камедь,

(Е425) конжак (борошно, камедь, глюкоманан),

(Е444) ацетат-ізобутират сахарози,

(Е460і) целюлоза мікрокристалічна,

(Е461) метилцелюлоза,

(Е463) гідроксипропілцелюлоза,
(Е464) гідроксипропілметилцелюлоза,
(Е465) метилетилцелюлоза,
(Е466) натрієва сіль карбоксиметилцелюлози,
(Е467) етилгідроксиетилцелюлоза,
(Е1201) полівінілпіролідон,
(Е1400) декстрини харчові та їх похідні,
(Е1401) крохмаль, оброблений кислотою;
(Е1402) крохмаль, оброблений лугом,
(Е1403) відбілений крохмаль,
(Е1405) крохмаль, оброблений ферментними препаратами;
(Е1410) монокрохмальфосфат,
(Е1411) дикрохмальгліцерол „зшитий",
(Е1412) дикрохмальфосфат,
(Е1413) фосфатований дикрохмальфосфат,
(Е1420) крохмаль ацетатний, естерифікований ацетатним ангідридом;
(Е1421) крохмаль ацетатний, естерифікований вінілацетатом;
(Е1423) ацетильований дикрохмальгліцерол,
(Е1440) гідроксипропільований крохмаль,
(Е1442) гідроксипропильований дикрохмальфосфат,
(Е1443) гідроксипропільований дикрохмальгліцерол,
крохмаль нативний,
набрякаючі крохмалі;

5) желеутворювачі (гл. 2.4):
(Е440) пектини,
желатин;

6) наповнювачі (гл. 2.6) – (Е1200) полідекстрози А і N;

7) консерванти (гл. 3.1):
(Е221) сульфіт натрію,
(Е225) сульфіт калію,
(Е226) сульфіт кальцію,
(Е227) гідросульфіт кальцію;

8) ущільнювачі (гл. 3.5):
(Е509) хлорид кальцію,
(Е521) сульфат алюмінію-натрію (галун алюмо-натрієвий),
(Е522) сульфат алюмінію-калію (галун алюмо-калієвий),
(Е523) сульфат алюмінію-амонію (галун алюмо-амонієвий);

9) регулятори кислотності (гл. 4.1):
(Е331) цитрати натрію,
(Е332) цитрати калію,
(Е333) цитрати кальцію,
(Е339) фосфати натрію,
(Е340) фосфати калію,
(Е341) фосфати кальцію,
(Е343) фосфати магнію,
(Е354) тартрат кальцію,
(Е504) карбонати магнію.

2.6. Наповнювачі

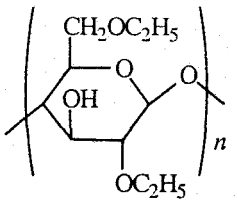
Наповнювачі – це речовини, які не мають харчової цінності, є інертними в умовах *in vivo* і використовуються для компенсації втрати маси або об'єму продуктів харчування при зменшенні в них кількості жиру, вуглеводів та інших необхідних компонентів. Це речовини або сполуки різної хімічної будови переважно органічного профілю. До найважливіших наповнювачів належать деякі види крохмалю та целюлози, поліоли, сахароза тощо.

Е462 Етилцелюлоза

Наповнювач, носій, покриття.

Синоніми: етоцел, етиловий етер целюлози, ethylcellulose, EC.

Будова. Етилцелюлоза є модифікованою целюлозою із загальною формулою $[C_6H_7(OH)_x(OC_2H_5)_y]_n$, де x = 1,00-1,55; y = 1,45-2,00; $x + y$ = 3,00 (y – ступінь заміщення). Молекулярна маса етилцелюлози становить від 24 000 до 140 000:



Фізико-хімічні властивості. Це яскравий порошок з т. топ. 160-210^{0}С. Етилцелюлоза зі ступенню заміщення менше 1,0 розчиняється у воді, тетрагідрофурані, метилацетаті, сумішах етанолу з ароматичними вуглеводнями; не розчиняється в інших органічних розчинниках. При ступені заміщення більше 2 – добре розчиняється в спиртах, хлороформі, етилацетаті, бензені, толуені і не розчиняється у воді, гексані. pH 5 % водної дисперсії становить приблизно 7. Етилцелюлоза стійка до дії розведених мінеральних кислот, концентрованих розчинів лугів. На повітрі при 150-160^{0}С швидко окиснюється з появленням коричневого забарвлення. Втрати при висушуванні становлять не більше 3,0% (105^{0}С, 2 години).

Добування. Процес одержання етилцелюлози починається з набрякання α-целюлози у водному середовищі 48-60% гідроксиду натрію, в результаті чого утворюються відповідні алкоголяти. Надалі на них діють етилхлоридом у випадку гетерогенного процесу або розчином етилхлориду в бензені для гомогенного аналогічно методу одержання метилцелюлози (Е461). Реакцію алкілювання проводять при 80-140^{0}С під тиском 0,6-2,4 МПа протягом 8-12 годин. По закінченню реакції продукт висаджують шляхом додавання гарячої води. При цьому вилучаються етилхлорид, який не прореагував, побічні етиловий спирт і діетиловий етер. Отриману сиру етилцелюлозу висушують і подрібнюють.

Вміст етоксигруп у кінцевому продукті становить 44,0-50,0% на сухий залишок (не більше 2,6 етоксигруп на одну глюкопіранозну ланку), води – не більше 3,0%, сульфатного попелу – не більше 0,4%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг.

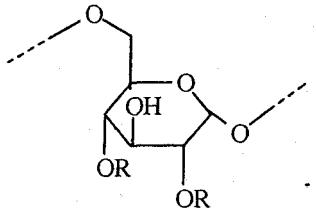
Метаболізм і токсичність. Етилцелюлоза вважається баластною речовиною, яка не розчиняється і не всмоктується в організмі людини.

Е1200 Полідекстрози A і N

Наповнювач, носій, стабілізатор, загущувач, вологоутримуючий агент.

Синоніми: модифікована полідекстроза, polydextrose A and N, polydextroses, modified polydextroses.

Будова. Полідекстрози A і N є продуктом полімеризації (поліконденсації) глюкози і хімічної взаємодії ланок останньої з невеликою кількістю сорбітолу (сорбіту) – 10% та цитратної кислоти (1%). За хімічною будовою – це етери та естери поліглюкози, до основного кору якої прищеплені поодинокі ланки сорбітолу та цитратної кислоти переважно при С4 і С2, а також, меншою мірою, С6 і С3 атомах:



R - залишок сорбітолу $HOCH_2(CHOH)_4CH_2OH$ або
цитратної кислоти $HOOCCH_2C(OH)(COOH)CH_2COOH$

Молекулярна маса полідекстрози становить від 1000 до 5000. Марки A і N відповідають полідекстрозі з COOH-групами („кислій") та нейтралізованій за допомогою гідроксида калію з групами –COOK відповідно.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічні порошки від білого до жовтуватого забарвлення з т. топ. близько 130^0C, які добре розчиняються у воді; середньо – в спиртах, гліколях і не розчиняються в ацетоні. pH 10% водного розчину становить 2,5-7,0 для марки A і 5,0-6,0 – для марки N.

Джерело. Полідекстрози утворюються як побічний продукт у кислих розплавах цукру на зразок твердої карамелі.

Добування. Декстрозу (глюкозу) сплавляють у вакуумі з відповідними кількостями сорбітолу та цитратної кислоти, внаслідок чого відбувається формування поліглюкозного кору сполучених переважно 1,6-глікозидними зв'язками, до якого прищеплені ланки сорбітолу та цитратної кислоти завдяки їх хімічної взаємодії з ланками глюкози (реакції етерифікації та естерифікації). Надалі розчинений у воді конденсат знебарвлюють і в окремих випадках нейтралізують гідроксидом калію (для одержання полідекстрози N). Інколи кінцевий продукт очищують за допомогою розпилювального висушування.

Наведений наповнювач можна частково гідрувати в присутності нікелю Ренея з метою відновлення залишків глюкози.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 90,0%, води – не більше 4,0% (за Фішером), 1,6-ангідро-*D*-глюкози (левоглюкозану) – не більше 3,0% для марки N і 4,0% - марки А, вільних глюкози і сорбітолу (сумарно) – не більше 6,0%, 5-гідроксиметилфурфуролу – не більше 0,1% для марки А і 0,05% - марки N, сульфатного попелу – не більше 0,3% для марки А і 2,0% для марки N, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 0,5 мг/кг, важких металів – не більше 5 мг/кг, нікелю – не більше 2 мг/кг у випадку гідрування.

Метаболізм і токсичність. Полідекстрози в організмі людини практично не всмоктуються. Під дією мікрофлори кишечника вони частково трансформуються до низькомолекулярних карбонових кислот.

До наповнювачів належать також речовини, які за основною технологічною функцією наведені в інших розділах:

(Е420) сорбітол і сорбітоловий сироп – гл. 1.3,
(Е421) *D*-манітол – гл.1.3,
(Е341) фосфати кальцію – гл. 4.1,
(Е460) целюлоза – гл. 2.3,
(Е461) метилцелюлоза – гл. 2.3,
(Е468) кроскарамелоза – гл. 2.5,

(Е530) оксид магнію – гл. 3.7,

(Е1400) декстрини харчові та їх похідні – гл.2.3,

(Е1401) крохмаль, оброблений кислотою – гл. 2.3;

(Е1402) крохмаль, оброблений лугом – гл. 2.3;

(Е1405) крохмаль, оброблений ферментними препаратами – гл. 2.3;

крохмаль нативний – гл. 2.3.

Глава 3. Речовини, що сприяють збільшенню терміну придатності

3.1. Консерванти

Здавна значною проблемою для людини було збереження у часі врожаю або харчових продуктів, для чого використовувались процеси висушування, засолення; додавання різноманітних спецій, хлориду натрія, оцету, меду та інших натуральних речовин. У 20 ст. з цією метою почали застосовувати індивідуальні хімічні сполуки на зразок бензоатної або саліцилової кислот. Тепер значна кількість харчових продуктів пов'язана із застосуванням таких сполук - консервантів.

Консервантами називають речовини, які збільшують термін зберігання харчових продуктів або запобігають псуванню сировини в процесі їх виготовлення та зберігання внаслідок захисту від дії мікроорганізмів. Консерванти використовують переважно у тих випадках, коли інші засоби збереження продуктів неможливі. Концентрація консерванту здебільшого незначна, його присутність не повинна погіршувати смакові якості харчових продуктів і впливати на людину.

Консерванти пригноблюють розвиток бактерій шляхом дії на їхні клітинні оболонки, процеси метаболізму та синтезу білків таких бактерій, активність ензимів тощо. При цьому кожний консервант проявляє свої індивідуальні властивості тільки для певного виду бактерій, внаслідок чого часто застосовуються їх суміші.

За хімічною будовою консерванти є сполуками різної будови і їх можна поділити на органічні та неорганічні.

3.1.1. Неорганічні консерванти

Пероксид водню*

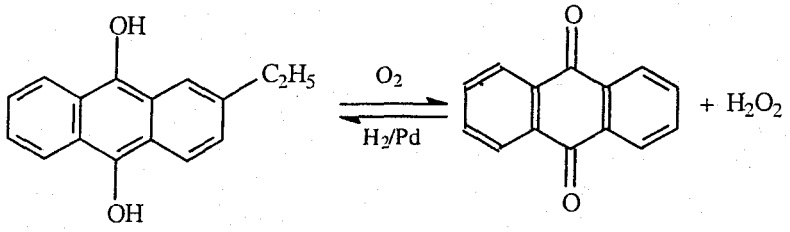
Консервант, відбілювач.
Синоніми: пергідроль, перекис водню, hydrogen peroxide.
H_2O_2

Хімічна назва: пероксид гідрогену.

Фізико-хімічні властивості. Це прозора рідина з т. кип. 150,2^{0}С (розкл.) або 80,2^{0}С при 47 мм рт. ст., яка добре змішується з водою і спиртами, розчиняється в діетиловому етері. Існує переважно у вигляді водних розчинів (3-90%, 30% розчин - пергідроль). Пероксид водню є слабкою кислотою (р*Ка* = 11,6 при 20^{0}С) і сильним окисником. Концентровані розчині (до 30% і більше) вибухонебезпечні. Стабільність водних розчинів максимальна при pH 3,5-4,5. Для стабілізації технічного пероксида водню до нього додають пірофосфат або станат натрію.

Джерело. Пероксид водню у незначній кількості утворюється під дією ензимів на зразок глюкозооксидази.

Добування. Наведену сполуку в промислових умовах одержують різними методами: рідкофазним окисненням ізопропілового спирту та дифенілгідразину, електрохімічним окисненням розчинів сульфатної кислоти або сульфата амонію на платиновому аноді, а також автоокисненням 2-алкіл-9,10-дигідроксиантрацену. Наприклад, 2-етил-9,10-дигідроксиантрацен I окиснюють молекулярним киснем до відповідного антрахінону II з утворенням пероксиду водню. Антрахінон потім каталітично відновлюють і повертають на повторне окиснення:



I II

Процес окиснення проводять у середовищі бензену та 2-пропанолу. Утворений пероксид водню екстрагують водою та надалі концентрують за допомогою ректифікації. Здебільшого пероксид водню випускають у вигляді 3 або 30% (пергідроль) водних розчинів.

Метаболізм і токсичність. Пероксид водню для людини вважається клітинним токсином, блокатором ензимів. Він викликає опіки шкіри, очей, слизових оболонок та дихальних шляхів.

Е220* Діоксид сірки

Консервант, антиоксидант, відбілювач, стабілізатор забарвлення.

Синоніми: оксид сульфуру(IV), діоксид сульфуру, сірчистий газ, сірчистий ангідрид, двоокис сірки, sulfur dioxide.

SO_2

Хімічна назва: діоксид сульфуру.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорий газ з різким запахом палених кісток, легко скраплюється. Він у 2,2 рази важчий за повітря і має т. кип. -10^0C. Розчинність у воді при 0^0C становить приблизно 20%, при 20^0C – до 10%; у спирту при 20^0C – до 30%. Діоксид сірки пригнічує ріст пліснявих грибів, дріжджів та аеробних бактерій.

Добування. Діоксид сірки одержують методом спалювання природної сірки, дією сульфатної кислоти на сульфіт натрію або випалюванням піриту FeS_2:

$$4FeS_2 + 11O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, триоксиду сірки – не більше 0,1%, нелетючих речовин – не більше 0,01%, води – не більше 0,05%, селену – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. В організмі людини діоксид сірки швидко доокиснюється до відповідного сульфату за допомогою сульфітоксидаз і виділяється із сечою. У випадку збільшеного вмісту в організмі діоксида сірки кількості такого ензиму може бути недостатнім. Крім того, діоксид сірки руйнує вітамін B_1 (тіамін), проте запобігає окисненню вітаміну С.

Е221 Сульфіт натрію

Консервант, антиоксидант, відбілювач, стабілізатор забарвлення.

Синоніми: сірчистокислий натрій, натрієва сіль сірчистої кислоти, натрієва сіль сульфітної кислоти, sodium sulfite (USA), sodium sulphite (UK), exsiccated sodium sulfite (USA).

Na_2SO_3

Сульфіт натрію існує у вигляді безводної солі або гептагідрату.

Хімічна назва: сульфіт натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий або рожевий кристалічний порошок з т. топ. 251,8^{0}С для безводної форми, який добре розчиняється у воді (26,1 г/100 мл при 20^{0}С для безводної солі), гліцеролі; середньо – у спиртах; не розчиняється в оліях, жирах. Гептагідрат кристалізується з водного розчину сульфіту натрія при температурі нижчій 33,4^{0}С. На вологому повітрі гептагідрат легко окиснюється до сульфату натрія, у сухому повітрі частково зневоднюється, але не окиснюється. pH 10% водного розчину для безводної форми або 20% розчину для гептагідрату становить 8,5-11,5. Його антимікробна дія обумовлена виділенням діоксиду сірки при гідролізі у водному розчині.

Добування. Сульфіт натрію є побічним продуктом при добуванні фенолу з бензенсульфонової кислоти; його також одержують взаємодією карбоната натрія з діоксидом сірки:

$$Na_2CO_2 + SO_2 \longrightarrow Na_2SO_3 + CO_2$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить для безводної форми не менше 95,0% або 48,0% SO_2 і для гептагідрату – 48,0% або 24,0% SO_2; тіосульфату – не більше 0,1%, феруму – не більше 50 мг/кг, селену – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е220) Діоксид сірки.

Е225 Сульфіт калію

Консервант, антиоксидант, відбілювач, стабілізатор забарвлення.

Синоніми: сірчистокислий калій, калієва сіль сірчистої кислоти, калієва сіль сульфітної кислоти, potassium sulfite (USA), potassium sulphite (UK).

K_2SO_3

Хімічна назва: сульфіт калію.

Сульфіт калію існує як у безводній формі, так і у вигляді дигідрату.

Фізико-хімічні властивості. Це гігроскопічний білий гранульований порошок, який добре розчиняється у воді (107 г/100 г при 20^0C); середньо – у спиртах; не розчиняється в оліях, жирах. У водних розчинах гідролізується і окиснюється. При нагріванні виділяє діоксид сірки.

Добування. Сульфіт калію одержують взаємодією карбонату або гідроксида калію з діоксидом сірки:

$$K_2CO_3 + SO_2 \longrightarrow K_2SO_3 + CO_2$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 90,0%, гідроксидів на зразок КОН – 0,25-0,45%, феруму – не більше 10 мг/кг, селену – не більше 5 мг/кг плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е220) Діоксид сірки.

Е226 Сульфіт кальцію

Консервант, антиоксидант, відбілювач, стабілізатор забарвлення, ущільнювач (рослинних тканин).

Синоніми: сірчистокислий кальцій, кальцієва сіль сірчистої кислоти, кальцієва сіль сульфітної кислоти, calcium sulfite.

$CaSO_3 \cdot 2H_2O$

Сульфіт кальцію існує у вигляді дигідрату.

Хімічна назва: сульфіт кальцію дигідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристали з т. топ. > 2000^0C, які погано розчиняються у воді і при цьому гідролізуються; реагують з мінеральними кислотами. При нагріванні до 100^0C зневоднюються.

Добування. Сульфіт кальцію одержують методом взаємодії діоксиду сірки з гідроксидом або карбонатом кальцію при пропусканні відповідного газу крізь їхні суспензії з подальшим випаровуванням:

$$Ca(OH)_2 + SO_2 \longrightarrow CaSO_3 + H_2O$$

У кінцевому продукті містяться також у незначних кількостях інші сульфіти і сульфати, карбонати переважно лужних і лужноземельних металів.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0% або 39,0% SO_2, гідроксидів на зразок $Ca(OH)_2$ – 0,25-0,45%, феруму – не більше 50 мг/кг, селену – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е220) Діоксид сірки.

Е227 Гідросульфіт кальцію

Консервант, антиоксидант, відбілювач, стабілізатор забарвлення, ущільнювач (рослинних тканин).

Синоніми: кислий сірчистокислий кальцій, бісульфіт кальцію, гідрогенсульфіт кальцію, calcium bisulfite (USA), calcium hydrogen sulfite (USA), calcium-bisulphite (UK), calcium-hydrogen sulphite (UK).

$Ca(HSO_3)_2$

Хімічна назва: гідрогенсульфіт кальцію.

Фізико-хімічні властивості. Гідрогенульфіт кальцію існує тільки у вигляді водних розчинів із вмістом діоксиду сірки 6,0-8,0%. При зберіганні кристалічного гідросульфіту кальція або при нагріванні він спонтанно перетворюється до відповідного сульфіту та діоксиду сірки.

Добування. Гідрогенсульфіт кальцію одержують методом взаємодії діоксиду сірки з гідроксидом або карбонатом кальцію при пропусканні відповідного газу крізь їхні суспензії:

$$Ca(OH)_2 + 2SO_2 \longrightarrow Ca(HSO_3)_2$$

У кінцевому продукті містяться також у незначних кількостях інші сульфіти і сульфати, карбонати, переважно лужних і лужноземельних металів.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить 10,0-14,0%, що відповідає 6,0-8,0% SO_2 або 2,5-3,5% CaO; феруму – не більше 50 мг/кг, селену – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е220) Діоксид сірки.

Е222* Гідросульфіт натрію

Консервант, антиоксидант, відбілювач, стабілізатор забарвлення.

Синоніми: кислий сірчистокислий натрій, бісульфіт натрію, гідрогенсульфіт натрію, sodium bisulfite (USA), sodium hydrogen sulfite (USA), sodium-hydrogen sulphite (UK), sodium acide sulfite.

$NaHSO_3$

Хімічна назва: гідрогенсульфіт натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це білі або жовтуваті кристали з т. топ. 150^{0}С, які добре розчиняються у воді (42 г/100 г при 25^{0}С); середньо – в етанолі (1,3 г/100 г); не розчиняються в оліях, жирах. Вважається нестійкою сполукою, легко відщеплює воду і перетворюється в піросульфіт $Na_2S_2O_5$. Насичений водний розчин при 15^{0}С містить 44,7% $NaHSO_3$ і 39,2% $Na_2S_2O_5$. pH 10% водного розчину 2,5-4,5.

Добування. Гідросульфіт натрію одержують у вигляді 35,0-36,0% водного розчину взаємодією діоксиду сірки з розчином карбонату натрія:

$$Na_2CO_3 + 2SO_2 + H_2O \longrightarrow 2NaHSO_3 + CO_2$$

Вміст основної речовини у розчині становить не менше 32,0% або 58,5-67,4% SO_2, феруму – не більше 50 мг/кг, селену – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е220) Діоксид сірки.

Е228 Гідросульфіт калію

Консервант, антиоксидант, відбілювач, стабілізатор забарвлення

Синоніми: бісульфіт калію, кислий сірчистокислий калій, гідрогенсульфіт калію, potassium bisulfite (USA), potassium hydrogen sulfite (USA), potassium-bisulphite (UK), potassium-hydrogen sulphite (UK).

$KHSO_3$

Хімічна назва: гідрогенсульфіт калію.

Фізико-хімічні властивості. Гідросульфіт калію існує тільки у вигляді водних розчинів, при висушуванні яких перетворюється в піросульфіт калію $K_2S_2O_5$. Не розчиняється в етанолі, оліях, жирах. На повітрі окиснюється до відповідного сульфату.

Добування. Гідросульфіт калію одержують взаємодією киплячого водного розчину карбонату або гідроксида калію з діоксидом сірки:

$$K_2CO_3 + 2SO_2 + H_2O \longrightarrow 2KHSO_3 + CO_2$$

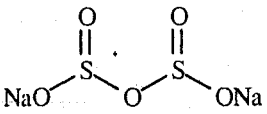
Вміст основної речовини у водному розчині становить не менше 280 г $KHSO_3$/л (150 г SO_2/л), феруму – не більше 50 мг/кг, селену – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг. Крім того, у кінцевому продукті містяться також у незначних кількостях інші сульфіти, сульфати та карбонати, переважно лужних і лужноземельних металів.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е220) Діоксид сірки.

Е223* Піросульфіт натрію

Консервант, антиоксидант, відбілювач, стабілізатор забарвлення.

Синоніми: метабісульфіт натрію, sodium metabisulphite (UK), sodium pyrosulphite (UK), sodium metabisulfite (USA), sodium pyrosulfite (USA).

NaS_2O_5, або 

Хімічна назва: піросульфіт натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це білі або жовтуваті кристали, кристалічний порошок з т. топ. 150°С (розкл.), який добре розчиняється у воді (64,4 г/100 г при 20°С), гліцеролі; слабо – у спиртах; не розчиняється в оліях, жирах. pH 10% водного розчину 4,0-5,5.

Добування. Піросульфіт натрію одержують взаємодією карбонату натрія з діоксидом сірки в присутності води:

$$Na_2CO_3 + 2SO_2 \longrightarrow Na_2S_2O_5 + CO_2$$

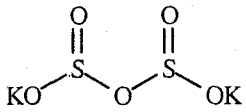
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 94,0% або SO_2 – не менше 64,0%, тіосульфату – не більше 0,1%, феруму – не більше 50 мг/кг, селену – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е220) Діоксид сірки.

Е224* Піросульфіт калію

Консервант, антиоксидант, відбілювач, стабілізатор забарвлення.

Синоніми: метабісульфіт калію, potassium metabisulphite (UK), potassium pyrosulphite (UK), potassium metabisulfite (USA), potassium pyrosulfite (USA).

$K_2S_2O_5$, або 

Хімічна назва: піросульфіт калію.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі кристали або білий кристалічний поршок з т. розкл. >190°С, який добре розчиняється у воді (44,7 г/100г при 20°С); не розчиняється в етанолі, оліях,

жирах. На повітрі піросульфіт калію окиснюється до відповідного сульфату.

Добування. Піросульфіт калію одержують взаємодією киплячого розчину сульфіту калія з діоксидом сірки:

$$K_2SO_3 + SO_2 + H_2O \longrightarrow 2KHSO_3$$

$$2KHSO_3 \longrightarrow K_2S_2O_5 + H_2O$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 90,0% або 51,8% SO_2, тіосульфату – не більше 0,1%, феруму – не більше 50 мг/кг, селену – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е220) Діоксид сірки.

Е519* Сульфат міді

Консервант, фіксатор забарвлення.

Синоніми: Мідь сірчанокисла, мідна сіль сірчаної кислоти, сульфат купруму, мідний купорос, copper sulfate, blue stone.

$$CuSO_4 \cdot 5H_2O$$

Сульфат міді існує у вигляді пентагідрату.

Хімічна назва: сульфат купруму(II) пентагідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це яскраво-сині кристали або синій кристалічний порошок, який добре розчиняється у воді (31,6 г/100 г при 0^0C), розведеному етанолі, концентрованій хлоридній кислоті; погано – в етанолі. pH становить 4,2 для 0,01*М* водного розчину при 15^0C.

Джерело. Сульфат міді міститься в мінералі халькантиті (пентагідраті) $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, бонатиті $CuSO_4 \cdot 3H_2O$, бутиті $CuSO_4 \cdot 7H_2O$ та інших.

Добування. Одержують сульфат міді випалюванням CuS або Cu_2S в присутності кисню; взаємодією міді, оксиду міді, гідроксиду міді з сульфатною кислотою:

$$CuO + H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + H_2O$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,5%, водонерозчинних речовин – не більше 50 мг/кг, сполук азоту – не більше 10 мг/кг, лужних і лужноземельних металів – не більше 0,2%, феруму – не більше 0,01%, арсену – не більше 3 мг/кг, важких металів – не більше 50 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Сульфат міді вважається токсичною речовиною. Як консервант він пригноблює розвиток бактерій на зразок *E. Coli.*

Е249 Нітрит калію

Консервант, фіксатор забарвлення.

Синоніми: азотистокислий калій, калієва сіль нітритної кислоти, калієва сіль азотистої кислоти, potassium nitrite.

KNO_2

Хімічна назва: нітрит калію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий гігроскопічний порошок з т. топ. 440^0С, який добре розчиняється у воді; середньо – у спиртах. pH 5% водного розчину становить 6,0-9,0. Втрати при висушуванні - не більше 3,0% (4 години, над силікагелем).

Джерело. Нітрити у невеликій кількості утворюються з нітратів біохімічним шляхом.

Добування. Нітрит калію одержують при пропусканні діоксиду сірки крізь нагріту суміш нітрату калію та оксиду кальцію, а також методом відновлення плюмбумом (свинцем) нітрату калію у розплаві:

$$KNO_3 + Pb \longrightarrow KNO_2 + PbO$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Нітрит калію проявляє мутагенну дію до значної кількості мікроорганізмів. При певних концентраціях *in vivo* взаємодіє з гемоглобіном і заважає тим самим транспорту кисню. Внаслідок високої реакційної здатності є потенційно небезпечною

сполукою для людини (при температурі більше 120^0С утворює канцерогенні нітрозоаміни).

Е250* Нітрит натрію

Консервант, фіксатор забарвлення.

Синоніми: *азотистокислий натрій, натрієва сіль нітритної* кислоти, натрієва сіль азотистої кислоти, нітритна засолювальна суміш, sodium nitrite, curing salt.

$NaNO_2$

Хімічна назва: нітрит натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий гігроскопічний порошок з т. топ. 271^0С, який добре розчиняється у воді (85,5 г/100 г при 25^0С), водних розчинах амоніаку; середньо – в етанолі, метанолі, діетиловому етері. У твердому стані та у водних розчинах не окиснюється повітрям. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,25% (4 години, над силікагелем). Засолювальна суміш, яка широко використовується в харчовій промисловості, складається з нітриту натрія та хлориду натрія у співвідношенні приблизно від 1:200 до 1:250.

Джерело. Нітрити у невеликій кількості утворюються з *нітратів біохімічним шляхом*.

Добування. Нітрит натрію одержують методом поглинання нітрозних газів (оксидів азоту) лужними розчинами соди або гідроксида натрію з подальшим розділенням утворених нітрату і нітриту:

$$2NaOH + 2NO_2 \longrightarrow NaNO_2 + NaNO_3 + H_2O$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,0%, води – не більше 0,25%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Нітрит натрію проявляє мутагенну дію до значної кількості мікроорганізмів. При певних концентраціях *in vivo* взаємодіє з гемоглобіном і заважає тим самим транспорту кисню (див. гл. 1.8). Внаслідок високої реакційної здатності є

потенційно небезпечною сполукою для людини (при температурі більше 120^{0}С утворює канцерогенні нітрозоаміни).

Е251* Нітрат натрію

Консервант, фіксатор забарвлення.

Синоніми: азотнокислий натрій, натрієва селітра, натрієва сіль нітратної кислоти, натрієва сіль азотної кислоти, sodium nitrate, sodium saltpetre, nitre, niter, sodium salt of nitric acid.

$NaNO_3$

Хімічна назва: нітрат натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі кристали або білий гігроскопічний порошок з т. топ. 308^{0}С, який добре розчиняється у воді (87,6 г/100 г при 25^{0}С); незначно – у спиртах (0,41 г/100 г в метанолі при 25^{0}С). pH 5% водного розчину 5,5-8,3. Втрати при висушуванні становлять не більше 2,0% (105^{0}С, 4 години).

Джерело. Нітрат натрію міститься в покладах чілійської селітри.

Добування. Нітрат натрію одержують методом поглинання нітрозних газів (оксидів азоту) лужними розчинами соди або гідроксида натрію з подальшим розділенням утворених нітрату і нітриту – див. Е250. Застосовують також метод обміну при взаємодії двох солей, наприклад:

$$NH_4NO_3 + NaCl \longrightarrow NaNO_3 + NH_4Cl$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, нітритів – не більше 30 мг/кг, загальних хлоридів – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. При попаданні в організм людини до 60% нітрату натрію виводиться із сечою. Небезпеку для людину представляє відповідний нітрит, який утворюється при біохімічному відновленні з нітрату, та продукти перетворення цього нітриту.

Е252* Нітрат калію

Консервант, фіксатор забарвлення.

Синоніми: азотнокислий калій, калійна селітра, калієва сіль нітратної кислоти, калієва сіль азотної кислоти, potassium nitrate, potassium saltpetre, nitre, niter, potassium salt of nitric acid.

KNO_3

Хімічна назва: нітрат калію.

Фізико-хімічні властивості. Це білі гігроскопічні кристали з т. топ. 336^{0}С, які добре розчиняються у воді (31,6 г/100 г при 20^{0}С); середньо – у спиртах. pH 5% водного розчину 4,5-8,5. Втрати при висушуванні становлять не більше 1,0% (105^{0}С, 4 години).

Джерело. Нітрат калію утворюється з органічних речовин при їх розкладі дією відповідних нітрифікуючих бактерій.

Добування. Наведений нітрат одержують реакцією обміну при взаємодії хлориду калія з нітратом натрію:

$$NaNO_3 + KCl \longrightarrow KNO_3 + NaCl$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, нітритів – не більше 20 мг/кг, загальних хлоридів – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е251) Нітрат натрію.

Нітрат амонію*

Консервант, фіксатор забарвлення.

Синоніми: азотнокислий амоній, амонієва сіль азотної кислоти, амонійна селітра, ammonium nitrate.

NH_4NO_3

Хімічна назва: нітрат амонію.

Фізико-хімічні властивості. Це білі або прозорі гігроскпічні кристали (гранули) з т. топ. 169,6^{0}С і т. кип. 235^{0}С

(розкл.), які добре розчиняються у воді (212 г/100 мл при 25^0C і 346 г/100 мл при 50^0C); розчиняються також в рідкому амоніаку, метанолі, етанолі, ацетоні. При нагріванні до 200-270^0C розкладається на N_2O і H_2O, при більших температурах може вибухати від пневмострусу.

Добування. Нітрат амонію одержують переважно реакцією нейтралізації 60% нітратної кислоти газуватим амоніаком:

$$NH_3 + HNO_3 \longrightarrow NH_4NO_3$$

Отриманий кристалічний продукт відфільтровують від водної фази, висушують і гранулюють. З метою збільшення міцності гранул як антигрудкуючий агент додають сульфат амонію або нітрат магнію.

За другим варіантом, методом Одда, на природний апатит (фосфат кальцію) діють нітратною кислотою. Утворену суміш охолоджують до 0^0C і видокремлюють осад нітрату кальція від основної частини фосфатної кислоти. Надалі на вологий нітрат кальцію діють амоніаком з утворенням відповідних солей, які на кінцевому етапі розділяють:

$$Ca_3(PO_4)_2 + 6HNO_3 \longrightarrow 2H_3PO_4 + 3Ca(NO_3)_2$$

$$Ca(NO_3)_2 + 4H_3PO_4 + 8NH_3 \longrightarrow CaHPO_4 + 2NH_4NO_3 + 3(NH_4)_2HPO_4$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті марки „ч" становить не менше 98,0%, водонерозчинних речовин – не більше 0,01%, нелетючих речовин – не більше 0,06%, фосфатів – не більше 0,002%, нітритів – не більше 0,001%, сульфатів – не більше 0,04%, хлоридів – не більше 0,004%, арсену – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е251) Нітрат натрію.

Е284 Боратна кислота

Консервант (у харчових продуктах практично не застосовується).

Синоніми: ортоборатна кислота, борна кислота, триоксоборат (III) гідрогену, boracic acid.

H_3BO_3

Хімічна назва: триоксоборат(III) гідрогену.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі кристали з т. топ. 170,9^{0}С (розкл.), які розчиняються у воді (4,8% при 20^{0}С), гліцеролі (19,48% при 25^{0}С), метанолі (21,0%), етанолі (11,2%); не розчиняється - в діетиловому етері, оліях, жирах. pH становить 3,8-4,8 для 3,3% водного розчину або 5,1 для 0,1*M* розчину.

Джерело. Боратна кислота міститься в мінералі сасоліні, а також у термальних водах та природних ропах (розсолах).

Добування. Боратну кислоту добувають шляхом вилучення за допомогою спиртів з природних розсолів з відповідною очисткою або з природних боратів, діючи на них сульфатною кислотою при 100^{0}С з подальшим виділенням кінцевого продукту.

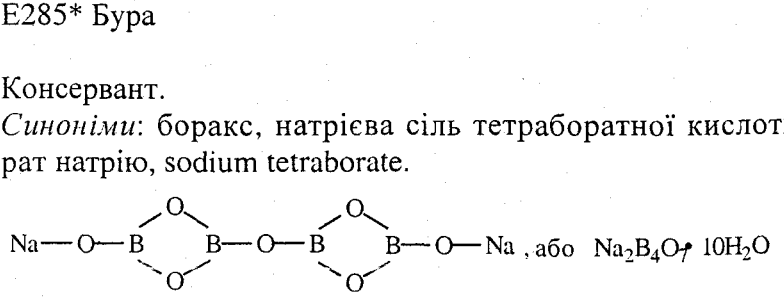
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,5%, сульфатів – не більше 0,005%, фосфатів – не більше 0,001%, нерозчинних у метанолі речовин – не більше 0,005%, кальцію – не більше 50 мг/кг, хлоридів – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. При попаданні в організм людини боратна кислота виводиться з нього настільки повільно, що може привести до кумулятивного ефекту прояву токсичності внаслідок її накопичення. Боратна кислота концентрується переважно в мозку, центральній нервовій системі і знижує споживання тканинами кисню, рівень окиснення адреналіну, швидкість реакцій утворення амоніаку і глютатіону.

Е285* Бура

Консервант.

Синоніми: боракс, натрієва сіль тетраборатної кислоти, піроборат натрію, sodium tetraborate.



Хімічна назва: тетраборат натрію декагідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 60,8^{0}С (для тетрагідрата), який незначно розчиняється у воді (2,5% при 25^{0}С); не розчиняється в органічних розчинни-ках. Водні розчини бури проявляють буферні властивості. pH 9,0-9,5 для 2% водного розчину при 20^{0}С.

Джерело. Тетраборат натрію міститься в мінералі бури (тинкалі) $Na_2[B_4O_5(OH)_4]\cdot 8H_2O$, керниті $Na_2B_4O_7\cdot 4H_2O$.

Добування. Тетраборат натрію декагідрат одержують методом перекристалізації природної бури або мінерала керніту. Застосовують також реакцію нейтралізації ортоборатної кислоти водним розчином соди або гідроксиду натрія:

$$4H_3BO_3 + 2NaOH + 3H_2O \rightleftharpoons Na_2B_4O_7\cdot 10H_2O$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, сульфатів – не більше 0,005%, хлоридів – не більше 0,005%, кальцію – не більше 100 мг/кг, катіонів амонію – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 1 мг/кг, феруму – не більше 20 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. При попаданні в організм людини ортоборатна кислота виводиться з нього настільки повільно, що може привести до кумулятивного ефекту токсичної дії внаслідок її накопичення.

3.1.2. Органічні консерванти

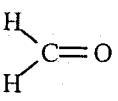
Е240 Формальдегід

Консервант, засіб знезараження води.

Синоніми: метаналь, формалін, мурашиний альдегід, параформ, форміатний альдегід, метиленоксид, formaldehyde, methanal, formalin, methyleneoxide.

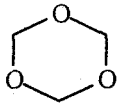
Будова. Молекула метаналю проявляє високу реакційну здатність (електрофільні властивості) внаслідок значного позитивного заряду на карбонільному атомі вуглецю С=О. У харчовій

індустрії використовуються тільки три форми формальдегіду у вигляді: мономеру (формальдегід - формула I), тримеру (1,3,5-триоксан - II) і полімеру (параформальдегід – III, де *n* становить 8-12) та інших:



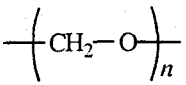
I

Формальдегід



II

1,3,5-Триоксан



III

Параформальдегід

Хімічна назва: метаналь (I), 1,3,5-триоксан (II) і поліоксиметилен (III).

Фізико-хімічні властивості. Формальдегід I є газом, який добре розчиняється у воді, спиртах та інших полярних розчинниках. При низьких температурах змішується у любому співвідношенні з неполярними толуеном, хлороформом, діетиловим етером тощо. Його 30-40% водний розчин, стабілізований метанолом у кількості від 6,0 до 15,0%, під назвою формалін є прозорою рідиною. У формаліні формальдегід існує у вигляді моногідрату $CH_2(OH)_2$. При довготривалому зберіганні формаліну може випадати осад олігомерного параформальдегіду та утворюватися незначна кількість метилалю $CH_2(OCH_3)_2$. Триоксан II і параформальдегід III – це білі кристалічні маси з т. топ. 60-62^{0}C для триоксану і 100-130^{0}C для параформальдегіду. Для триоксану т. кип. 114,5^{0}C. За хімічними властивостями, як вже згадувалося, формальдегід проявляє високу реакційну здатність, тому його часто застосовують у зв'язаному вигляді (формалін, параформальдегід, гексаметилентетрамін $(CH_2)_6N_4$). Останні дві речовини при розведенні водою і додаванні кислоти повільно виділяють формальдегід. Крім того, формальдегід є ефективним засобом дезинфекції.

Добування. Формальдегід одержують переважно з метанолу методом каталітичного окиснення молекулярним киснем, дегідрування в присутності купруму (700^{0}C) або оксидаційного дегідрування в присутності аргентуму (600-720^{0}C):

$$CH_3OH \xrightarrow[700^0C]{Cu} CH_2O + H_2$$

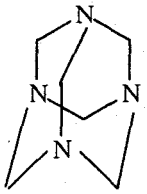
Формальдегід випускається у вигляді: 1) водних розчинів з концентрацією не більше 30,0%, 2) водних розчинів, стабілізованих 10% метанолу – не більше 37,0% (формаліну) або 3) вмістом основної речовини не менше 99,0% (триоксану) і 4) не менше 96,0% (параформальдегіду).

Метаболізм і токсичність. Формальдегід вважається клітинною отрутою, проявляє канцерогенні властивості. Він і його полімери подразливо діють на шкіру, очі та дихальні шляхи людини.

E239* Гексаметилентетрамін

Консервант.

Синоніми: уротропін, метенамін, уризол, гексамін, hexamine, hexamethyllene tetramine, hexamethylentetramin, hexa, urotropin.



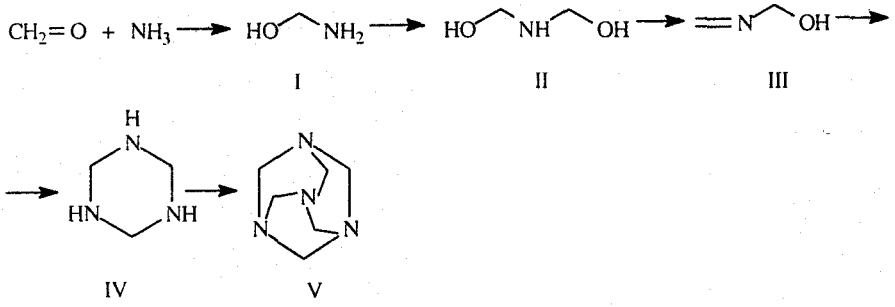
Хімічна назва: 1,3,5,7-тетразатрицикло[3.3.1.13,7]декан.

Фізико-хімічні властивості. Це скловідні кульки або кристалічний порошок з т. топ. 263^{0}C (сублім.), який добре розчиняється (г/100 г розчинника): у воді (81,3), хлороформі (13,4), метанолі (7,3), етанолі (2,9); погано розчиняється в діетиловому етері, бензені, тетрахлорометані. Втрати при висушуванні становлять не більше 2,0% (105^{0}C, у вакуумі над P_2O_5, 2 години). Гексаметилентетрамін стійкий до дії лугів, нестійкий – до кислот.

Добування. Гексаметилентетрамін одержують конденсацією формальдегіду та амоніаку при випарюванні у вакуумі:

$$6CH_2{=}O + 4NH_3 \longrightarrow (CH_2)_6N_4 + 6H_2O$$

Реакція в наведених умовах відбувається через низку перетворень від метаноламіну I до дигідроксиметиламіну II, метиленгідроксиаміну III, пергідротриазину IV і кінцевого продукту V відповідно:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0% з вмістом формальдегіду 50,0% (виділяється при підкисленні), сульфатного попелу – не більше 0,05%, сульфатів – не більше 0,005%, хлоридів – не більше 0,005%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

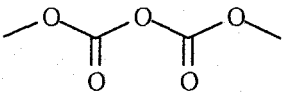
Метаболізм і токсичність. Гексаметилентетрамін є клітинним токсином завдяки формальдегіду, який повільно утворюється з нього в кислому середовищі. Це дозволяє застосовувати гексаметилентетрамін в певних концентраціях для консервації харчових продуктів, оскільки основна його частина з організму людини виділяється у незмінному стані через нирки разом із сечею.

Е242 Диметилдикарбонат

Консервант.

Синоніми: диметиловий естер піровугільної кислоти, диметиловий естер пірокарбонатної кислоти, диметилпірокарбонат, велькорин, dimethyl dicarbonate, dimethyl pyrocarbonate, DMDC, velcorin.

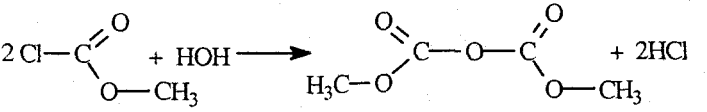
Будова. За хімічною будовою диметилдикарбонат є диметиловим естером ангідриду карбонатної (пірокарбонатної $H_2C_2O_5$) кислоти:



Хімічна назва: диметилдикарбонат.

Фізико-хімічні властивості. Це прозора нестабільна рідина з т. топ. 17^0C і т. кип. 172^0C (починаючи з 70^0C спостерігається повільний розклад). Він добре розчиняється у етанолі; середньо – у воді. Період напіврозпаду диметилдикарбонату до метанолу і діоксиду вуглеця у водних розчинах з pH 2,8 становить 40 хв при 10^0C, 15 хв при 20^0C і 8 хв при 30^0C. При цьому частково утворюються диметилкарбонат і етилметилкарбонат.

Добування. Диметилдикарбонат одержують обережним гідролізом метилхлороформіату (метилового естеру хлорокарбонатної кислоти):



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, диметилкарбонату – не більше 0,2%, загального хлору – не більше 3 мг /кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Диметилдикарбонат у присутності води *in vivo* повністю розщеплюється протягом кількох годин, токсичної дії продуктів розщеплення не виявлено. Подразливо діє на шкіру та органи дихання людини.

Е1510 Етиловий спирт*

Консервант, розчинник.

Синоніми: винний спирт, етанол, метилкарбінол, ethanol.

C_2H_5OH

Хімічна назва: етанол.

Фізико-хімічні властивості. Це прозора рідина з т. кип. 78,4^{0}С, яка змішується з водою та багатьма органічними розчинниками у всіх співвідношеннях, є одним з найрозповсюдженіших розчинників. pH 6,5-9,0.

Добування. Існує значна кількість методів одержання етанолу, основними промисловими з яких є: ензиматичне бродіння рослинної сировини, кислотна гідратація етилену у рідкому стані або пряма гідратація у газуватому:

$$CH_2{=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3CH_2OH$$

При ензиматичному бродінні полісахаридів складний процес реакцій гідролізу та бродіння спрощено виглядає:

$$\underset{\text{I}}{(C_6H_{10}O_5)_n} \xrightarrow[\text{Ензим}]{H_2O} \underset{\text{II}}{n/2\,C_{12}H_{22}O_{11}} \xrightarrow{\text{Ензим}} \underset{\text{III}}{n\,C_6H_{12}O_6} \xrightarrow{\text{Ензим}} \underset{\text{IV}}{2\,C_2H_5OH + 2\,CO_2}$$

Так, з крохмалю I під дією ензиму амілази солода утворюється дисахарид мальтоза II, яка в присутності дріжджівого ензима мальтази утворює глюкозу III. Остання в результаті низки хімічних перетворень реакцій спиртового бродіння під дією ензиму дріжджівої зимази трансформується у кінцевий продукт IV. Очистку спирту проводять за допомогою ректифікації утвореної суміші (бражки) та пропускання етанолу крізь активоване вугілля.

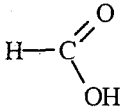
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 93,5%, води – не більше 6,5%, метанолу – не більше 50 мг/кг, вищих спиртів (сумарно) – не більше 600 мг/кг, спиртів фракції C_3-C_4 – не більше 200 мг/кг, альдегідів (ацетальдегіда) – не більше 100 мг/кг, карбонових кислот (ацетатної) – не більше 100 мг/кг, інших органічних сполук (алкени, ароматичні вуглеводні – сумарно) – не більше 300 мг/кг, загальної сірки – не більше 2 мг/кг, нелетючих речовин – не більше 50 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. При попаданні на шкіру та слизові оболонки людини етанол викликає опіки, при попаданні в організм він діє як наркотик – пригнічує центри гальмування мозку, викликає сп'яніння.

Е236 Форміатна (мурашина) кислота

Консервант.

Синоніми: мурашина кислота, метанова кислота, formic acid.

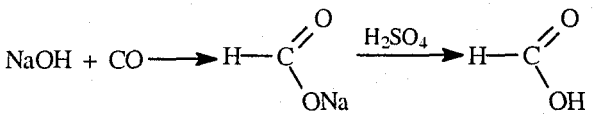


Хімічна назва: метанова кислота.

Фізико-хімічні властивості. Це прозора рідина з т. кип 100,8^{0}С. Має різкий запах, добре змішується з водою, розчиняється в етанолі та діетиловому етері. p*Ka* = 3,74.

Джерело. У незначних кількостях форміатна кислота міститься в багатьох рослинах і організмах тварин, у фруктових соках, вині та меду.

Добування. Форміатну кислоту одержують карбонілюванням 30% водного розчину гідроксида натрію під тиском при 150^{0}С та наступним розкладом форміату натрія дією сульфатної або нітратної кислотою:



Крім того, форміатну кислоту виділяють шляхом ректифікації як побічний продукт у кількості 15,0-20,0% з оксидаційної суміші при одержанні ацетатної кислоти з бутану або бензинових фракцій.

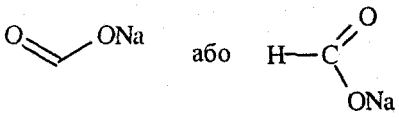
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 85,0%, ацетатної кислоти – не більше 0,4%, сульфатів – не більше 40 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, важких металів – не більше 5 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Форміатна кислота вважається звичайним компонентом їжі, повністю засвоюється організмом людини, частково виділяється із сечею. При високих концентраціях проявляє токсичну дію. Здатна інгібігувати деякі тканинні ензими, внаслідок чого може спостерігатися порушення функціонування нирок і печінки. При попаданні на шкіру та очі викликає опіки.

Е237 Форміат натрію

Консервант.

Синоніми: натрієва сіль мурашинної кислоти, натрієва сіль форміатної кислоти, sodium formiate.

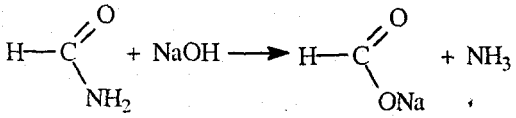


Хімічна назва: метаноат натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 253^{0}С, який добре розчиняється у воді (97 г/100 мл при 20^{0}С), гліцеролі; погано – в етанолі; не розчиняється в діетиловому етері, рослинних оліях.

Джерело. Форміати входять до складу соку багатьох рослин та біологічних рідин значної кількості живих організмів. Свою антимікробну дію проявляють тільки у кислому середовищі у вигляді вільної форміатної кислоти.

Добування. Форміат натрію одержують методом карбонілювання гідроксиду натрія або лужного гідролізу формаміда (аміда форміатної кислоти):



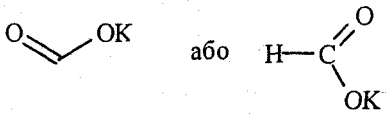
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 90,0%, води – не більше 2,0%. У кінцевому продукті присутні також домішки ацетату, оксалату і карбонату натрія.

Метаболізм і токсичність. Форміати частково виводяться з організму людини із сечею, частково виділяються при диханні.

Форміат калію

Консервант, отверджувач, замінник солі.

Синоніми: калієва сіль мурашиної кислоти, калієва сіль форміатної кислоти, potassium formiate.

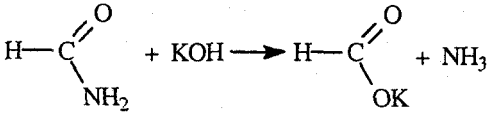


Хімічна назва: метаноат калію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 165-168^{0}С, який добре розчиняється у воді (331 г/100 мл при 18^{0}С); не розчиняється в діетиловому етері, рослинних оліях.

Джерело. Форміати входять до складу соку багатьох рослин та біологічних рідин значної кількості живих організмів. Свою антимікробну дію проявляють тільки у кислому середовищі у вигляді вільної форміатної кислоти.

Добування. Форміат калію одержують методом карбонілювання гідроксиду калія або лужного гідролізу формаміда (аміда форміатної кислоти):



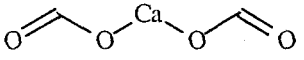
У кінцевому продукті присутні домішки ацетату, оксалату і карбонату калія.

Метаболізм і токсичність. Форміати частково виводяться з організму людини із сечею, частково виділяються при диханні.

Е238 Форміат кальцію

Консервант, отверджувач, замінник солі.

Синоніми: кальцієва сіль мурашиної кислоти, кальцієва сіль форміатної кислоти, calcium formiate.



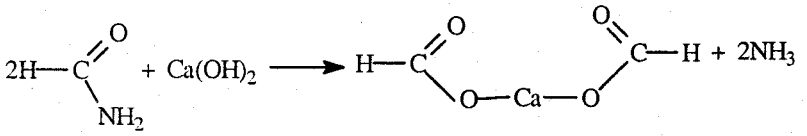
Хімічна назва: метаноат кальцію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. приблизно 300^0 С і т. розкл. 400-495^{0}С, який добре

розчиняється у воді (15 г/100 г при 20^{0}С); не розчиняється в рослинних оліях.

Джерело. Форміати входять до складу соку багатьох рослин та біологічних рідин значної кількості живих організмів. Свою антимікробну дію проявляють тільки у кислому середовищі у вигляді вільної форміатної кислоти.

Добування. Форміат кальцію одержують методом карбонілювання гідроксиду кальція або лужного гідролізу формаміда (аміда форміатної кислоти):



У кінцевому продукті присутні домішки ацетату, оксалату і карбонату кальція.

Метаболізм і токсичність. Форміати частково виводяться з організму людини із сечею, частково виділяються при диханні.

Е261 Ацетати калію

Консерванти, регулятори кислотності.

Як харчова добавка застосовуються (i) ацетат калію та (ii) діацетат калію – адукт ацетату калію з ацетатною кислотою.

Е261(i) Ацетат калію

Синоніми: оцтовокислий калій, калієва сіль оцтової кислоти, калієва сіль ацетатної кислоти, калій ацетат, potassium acetate, potassium salt of acetic acid.

CH_3COOK

Хімічна назва: ацетат калію.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвні кристали, що розпливаються на повітрі, з т. топ. 292^{0}С. Вони добре розчиняються у воді (253 г/100 г при 20^{0}С), етанолі (33 г/100 мл при кімн. т.); не розчиняються в діетиловому етері. pH 7,5-9,0 для 5% водного розчину. pK_b для 0,1*M* водного розчину становить 9,7. Втрати при висушуванні – не більше 8,0% (150^{0}С, 2 години).

Джерело. Див. (Е260) Ацетатна кислота.

Добування. Ацетат калію одержують взаємодією карбонату калія K_2CO_3 або гідроксиду калія КОН з ацетатною кислотою:

$$K_2CO_3 + CH_3COOH \longrightarrow CH_3COOK + KHCO_3$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, води – не більше 8,0%; форміатної кислоти, форміатів та інших речовин, здатних до окиснення – не більше 1000 мг/кг; гідроксиду калія – не більше 0,01%, водонерозчинних речовин – не більше 0,005%, арсену – 3 мг/кг, кальцію – не більше 20 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, феруму – не більше 5 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е260) Ацетатна кислота.

Е261(ii) Діацетат калію

Синоніми: калій діацетат, potassium diacetate, potassium hydrogen diacetate.

$CH_3COOK \cdot CH_3COOH$

Хімічна назва: діацетат калію.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвні кристали, що розпливаються на повітрі. Вони добре розчиняються у воді, етанолі. pH 0,1*M* водного розчину 7,0.

Джерело. Див. (Е260) Ацетатна кислота.

Добування. Діацетат калію одержують взаємодією карбонату калія K_2CO_3 або гідроксиду калія КОН з відповідною кількістю ацетатної кислоти аналогічно Е261(i) Ацетат калію.

Метаболізм і токсичність. Діацетат калію повністю засвоюється організмом людини. Ацетатна кислота, що утворюється з нього *in vivo* при гідролізі, є одним з найважливіших проміжних метаболітів. Останні виконують енергетичні та структурні функції у багатьох процесах обміну, про що було повідомлено раніше – див. Е260 Ацетатна кислота (оцтова кислота).

Е262* Ацетати натрію

Регулятори кислотності, консерванти.

Ацетати натрію аналогічно до ацетатів калію існують у вигляді ацетату (i) та діацетату (ii).

Е262*(i) Ацетат натрію

Синоніми: оцтовокислий натрій, натрієва сіль оцтової кислоти, натрієва сіль ацетатної кислоти, натрій ацетат, sodium acetates, sodium salt of acetic acid.

$CH_3COONa \cdot 3H_2O$

Ацетат натрію відомий як у вільному стані, так і у вигляді тригідрату.

Хімічна назва: ацетат натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвні гігроскопічні кристали, які здатні легко вивітрюватись, з т. топ. 324^{0}C для безводного і 58^{0}C для тригідрату. Вони добре розчинні у воді (119 г/100 мл для безводного ацетату і 76,2 г /100 мл для тригідрату при 0^{0}C); незначно – в етанолі (2,1 г/100 мл при 25^{0}C для безводного і 7,8 г/100 мл при 25^{0}C для тригідрату), діетиловому етері. pH 1% водного розчину становить 8,0-9,5. p*Kb* для 0,1*M* водного розчину - 9,25. Втрати при висушувані – не більше 2,0% для безводного і 36,0-42,0% для тригідрату (120^{0}C, 4 години). З ацетатною кислотою ацетат натрію здатний утворювати адукти.

Джерело. Див. (Е260) Ацетатна кислота.

Добування. Ацетат натрію одержують взаємодією соди або гідроксиду натрію з ацетатною кислотою або її естерами, а також при сухій перегонці деревини з карбонатом натрію, наприклад:

$$Na_2CO_3 + CH_3COOH \rightarrow CH_3COONa + NaHCO_3$$

Тригідрат ацетату натрію кристалізується із водних розчинів.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,5%; форміатної кислоти, форміатів та інших речовин, здатних до окиснення – не більше 1000 мг/кг; арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е260) Ацетатна кислота.

Е262*(ii) Діацетат натрію

Синоніми: натрій діацетат, sodium diacetates, sodium hydrogen diacetate; acetic acid, sodium salt (2:1).

$CH_3COONa \cdot CH_3COOH$

Діацетат натрію існує у вільному стані та у вигляді тригідрату.

Хімічна назва: діацетат натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це гігроскопічні безбарвні кристали або білий кристалічний порошок з т. топ. 328-330^{0}С для безводного, який добре розчиняється у воді. pH 10% водного розчину 4,5-5,0.

Джерело. Див. (Е260) Ацетатна кислота.

Добування. Діацетат натрію одержують взаємодією соди або гідроксиду натрію з ацетатною кислотою або її естерами аналогічно ацетату натрія.

Вміст у кінцевому продукті вільної ацетатної кислоти становить 39,0-41,0%, ацетата натрію – 58,0-60,0%; води – не більше 2,0% (за Фішером), альдегів на зразок пропаналю – не більше 0,2%; форміатної кислоти, форміатів та інших речовин, здатних до окиснення – не більше 1000 мг/кг; арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е260) Ацетатна кислота.

Е263* Ацетат кальцію

Консервант, регулятор кислотності, ущільнювач (рослинних тканин).

Синоніми: оцтовокислий кальцій, кальцієва сіль оцтової кислоти, кальцієва сіль ацетатної кислоти, „оцтова сіль", сірий ацетат, коричневий ацетат, „вапняний ацетат", calcium acetate, calcium salt of acetic acid.

$(CH_3COO)_2Ca \cdot H_2O$

Ацетат кальцію існує у вигляді безводної солі або моногідрату.

Хімічна назва: ацетат кальцію.

Фізико-хімічні властивості. Це гігроскопічна аморфна або кристалічна речовина, гранули або білий порошок з т. топ. 160^{0}С (розкл.), який добре розчиняється у воді (40 г/100 мл при 20^{0}С); погано – в етанолі. pH 10% водного розчину становить 6,0-9,0. Втрати при висушуванні – не більше 11,0% для моногідрату (155^{0}С, до постійної маси).

Джерело. Див. (Е260) Ацетатна кислота.

Добування. Ацетат кальцію одержують взаємодією карбоната кальцію або гідроксида кальцію з ацетатною кислотою:

$$CaCO_3 + 2CH_3COOH \longrightarrow (CH_3COO)_2Ca + H_2O + CO_2$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті – не менше 98,0%, води – не більше 1,0%; форміатної кислоти, форміатів та інших речовин, здатних до окиснення – не більше 1000 мг/кг; водонерозчинних речовин – не більше 0,3%, сульфатів – не більше 0,1%, хлоридів – не більше 0,05%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг..

Метаболізм і токсичність. Див. (Е260) Ацетатна кислота.

Е264 Ацетат амонію

Консервант, регулятор кислотності.

Синоніми: оцтовокислий амоній, амонієва сіль оцтової кислоти, амонієва сіль ацетатної кислоти, ammonium acetate, ammonium salt of acetic acid.

CH_3COONH_4

Хімічна назва: ацетат амонію.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі гігроскопічні кристали з т. топ. 114^{0}С, які добре розчиняються у воді (148 г/100 мл при 4^{0}С) та етанолі, незначно – в ацетоні.

Джерело. Див. (Е260) Ацетатна кислота.

Добування. Ацетат амонію одержують шляхом взаємодії льодяної ацетатної кислоти з карбонатом амонію:

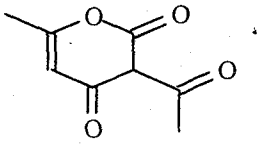
$$2CH_3COOH + (NH_4)_2CO_3 \longrightarrow 2CH_3COONH_4 + H_2O + CO_2$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті – не менше 98,5%, водонерозчинних речовин – не більше 0,002%, сульфатів – не більше 10 мг/кг, хлоридів – не більше 3 мг/кг, фосфатів – не більше 3 мг/кг, нітратів – не більше 10 мг/кг, попелу після прокалювання – не більше 0,003%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е260) Ацетатна кислота.

Е265 Дегідрацетова кислота

Консервант.

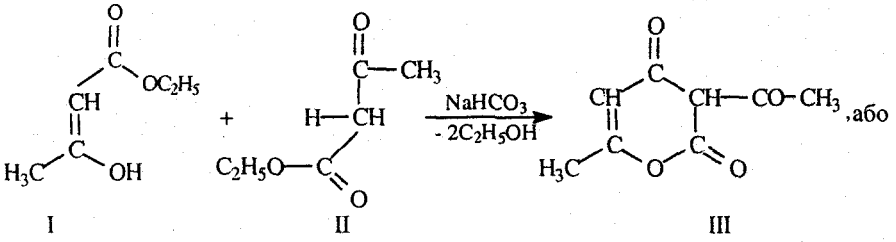


Синоніми: δ-лактон α,γ-діацетилацетоцтової кислоти, α-метил-β′-ацетилпірон, dehydroacetic acid.

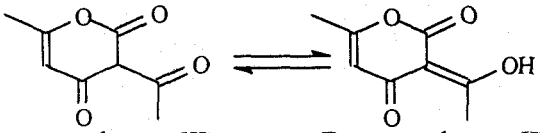
Хімічна назва: δ-лактон 3,5-діоксо-2-етаноїлгексанової кислоти (енольної форми), або 3-ацетил-4-оксо-6-метил-2*H*-піран-2-он.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок з т. топ. 109-112^{0}С і т. кип. 270^{0}С, який погано розчиняється у воді (0,08 г/100 г при 20^{0}С). Внаслідок особливостей своєї будови дегідрацетова кислота здатна до кето-енольної таутомерії і може перебувати як у кетонній формі, так і енольній (див. нижче).

Добування. Дегідрацетову кислоту (у вигляді δ-лактону) одержують з ацетоцтової (3-оксобутанової) кислоти при кип'ятінні протягом кількох годин в присутності гідрогенкарбонату натрія внаслідок міжмолекулярної взаємодії енольної I і кетонної II форм цієї кислоти. Утворений δ-лактон у кетонній формі III термодинамічно стабільніший, ніж у енольній формі III. Остання обумовлює слабкі кислотні властивості в цілому:



I II III



Кетонна форма III Енольна форма III

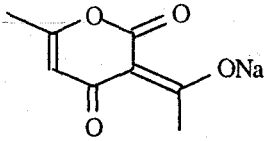
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, сульфатного попелу – не більше 1,0%, попелу після прокалювання – не більше 0,1%, арсену – не більше 4 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Дегідрацетова кислота має достатньо низьку константу дисоціації, внаслідок чого проявляє консервуючу активність при високих значеннях pH. Її дія направлена переважно проти дріжджів та плісняви. З організму людини дегідрацетова кислота виділяється разом із сечею повільно, внаслідок чого може виникати загроза її нагромадження. Завдяки реакційній здатності ацетильної групи і можливості її взаємодії з амінокислотами білків, застосування цієї кислоти для потреб харчової технології вважається недоцільним.

Е266 Дегідрацетат натрію

Консервант.

Синоніми: натрієва сіль дегідрацетової кислоти, натрієва сіль δ-лактону α,γ-діацетилацетоцтової кислоти, sodium dehydroacetate.



Дегідрацетат натрію існує у вигляді моногідрату.

Хімічна назва: натрієва сіль δ-лактону 3,5-діоксо-2-етаноїлгексанової кислоти моногідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок з т. топ. 295^{0}С, який добре розчиняється у воді (33 г/100 мл при 20^{0}С), спиртах (наприклад, у метанолі - 11,1 г/100 мл при 20^{0}С).

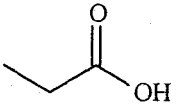
Добування. Наведений консервант одержують при взаємодії дегідрацетової кислоти з гідроксидом натрію.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е265) Дегідрацетова кислота.

Е280 Пропіонатна кислота

Консервант.

Синоніми: пропіонова кислота, пропанова кислота, пропанкарбонова кислота, propionic acid.



Хімічна назва: пропанова кислота.

Фізико-хімічні властивості. Це оліїста рідина від світлого до слабко жовтого забарвлення з т. топ. -20,8^{0}С і т. кип. 141,1^{0}С. Вона змішується з водою та органічними розчинниками, наприклад, з етанолом . p*Ka* становить 4,87.

Джерело. Пропіонатна кислота міститься в багатьох рослинах, утворюється в процесах деяких видів бродіння.

Добування. Одержують пропіонатну кислоту методом каталітичного окиснення пропіонатного альдегіду в присутності

солей Co, Mn або оксосинтезу (реакцією карбонілювання) з етилену і води в присутності каталізатора – тетракарбонілнікеля $Ni(CO)_4$:

$$CH_2{=}CH_2 + CO + H_2O \xrightarrow{200^0C} CH_3{-}CH_2{-}COOH$$

Відомий також біотехнологічний метод одержання цієї кислоти за допомогою бактерій *Propionibacterium* при їхньому анаеробному метаболізмі.

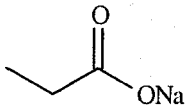
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,5%, форміатної кислоти – не більше 0,1%, пропаналю – не більше 0,1%, нелетючих речовин (висушування при 140^{0}С, до постійної маси) – не більше 0,01%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Пропіонатна кислота повністю засвоюється організмом людини, в якому вона швидко окиснюється; є проміжною ланкою циклу Кребса і метаболізується до піровиноградної (піруватної) кислоти і діоксиду вуглеця.

Е281 Пропіонат натрію

Консервант.

Синоніми: натрієва сіль пропіонової кислоти, натрієва сіль пропіонатної кислоти, sodium propionate.

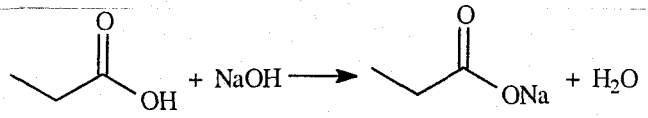


Хімічна назва: пропаноат натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 287^{0}С, який добре розчиняється у воді (до 100 г/100 мл при 25^{0}С); середньо – в етанолі (4,1 г/100 мл). pH 10% водного розчину 7,5-10,5. Втрати при висушуванні становлять не більше 4,0% (105^{0}С, 2 години).

Джерело. Пропіонат натрію міститься у формі пропіонатної кислоти в деяких рослинах.

Добування. Одержують пропіонат натрію взаємодією пропіонатної кислоти з гідроксидом натрію:



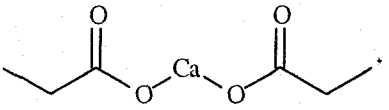
Вміст основної речовини у кінцевому продукті – не менше 99,0% після висушування при 105^0C протягом 2 годин, водонерозчинних речовин – не більше 0,1%, феруму – не більше 50 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Пропіонат натрію вважається малотоксичним і повністю засвоюється організмом людини.

Е282 Пропіонат кальцію

Консервант.

Синоніми: кальцієва сіль пропіонової кислоти, кальцієва сіль пропіонатної кислоти, calcium propionate.

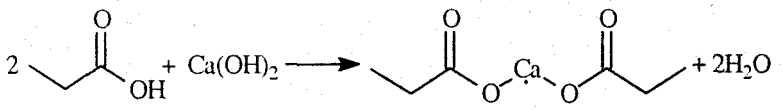


Хімічна назва: пропаноат кальцію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок або гранули з т. топ. приблизно 300^0C, які добре розчиняються у воді (49 г/100 мл при 0^0C); меншою мірою – в етанолі. pH 10% водного розчину 6,0-9,0. Втрати при висушуванні становлять не більше 4,0% (105^0C, 2 години).

Джерело. Пропіонат кальцію міститься у формі пропіонатної кислоти в деяких рослинах.

Добування. Одержують пропіонат кальцію взаємодією пропіонатної кислоти з хлоридом або гідроксидом кальцію:



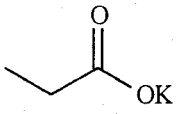
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0% після висушування при 105^{0}С протягом 2 годин, водонерозчинних речовин – не більше 0,3%, флуоридів – не більше 10 мг/кг, феруму – не більше 50 мг/кг, арсену – не більше – 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Пропіонат кальцію вважається малотоксичним і повністю засвоюється організмом людини.

Е283 Пропіонат калію

Консервант.

Синоніми: калієва сіль пропіонової кислоти, калієва сіль пропіонатної кислоти, potassium propionate.

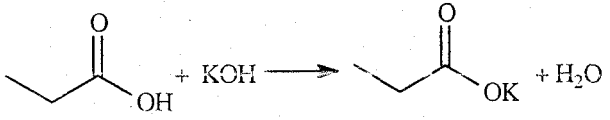


Хімічна назва: пропаноат калію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 410^{0}С, який добре розчиняється у воді (207 г/100 мл при 16^{0}С); середньо – в етанолі (22 г/100 мл при 20^{0}С. pH 10% водного розчину становить 7,5-10,5. Втрати при висушуванні – не більше 4,0% (105^{0}С, 2 години).

Джерело. Пропіонат калію міститься у формі пропіонатної кислоти в деяких рослинах.

Добування. Одержують пропіонат калію взаємодією пропіонатної кислоти з гідроксидом калію:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0% після висушування при 105^{0}С протягом 2 годин, водонерозчинних речовин – не більше 0,3%, феруму – не більше 30 мг/кг, флуоридів – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

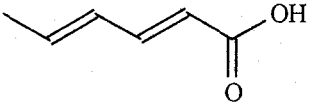
Метаболізм і токсичність. Пропіонат калію вважається малотоксичним і повністю засвоюється організмом людини.

Е200* Сорбатна кислота

Консервант.

Синоніми: сорбінова кислота, 2,4-гексадієнова кислота, 1,3-пентадіон-1-карбонова кислота, sorbic acid, 2,4-hexadienic acid.

Будова. Сорбатна кислота належить до спряжених одноосновних карбонових кислот з дієновою системою π-зв'язків, які перебувають у *транс*-конфігурації. Така просторова будова обумовлює її специфічні хімічні властивості: здатність до окиснення на повітрі під дією молекулярного кисню або в присутності пероксидних сполук, реакцій приєднання, дієнового синтезу, полімеризації та інших:

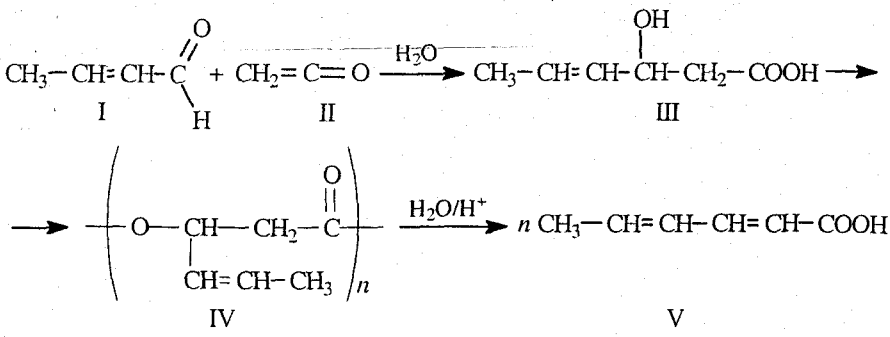


Хімічна назва: *транс-транс*-2,4-гексадієнова кислота або (2*E*,4*E*)-гексадієнова кислота.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 134,5^{0}С, який добре розчиняється в етанолі (130 г/л); середньо – у воді (1,6 г/л при 20^{0}С), оліях (5-10 г/л). p*Ka* цієї кислоти 4,76. Оптимальна антимікробна активність спостерігається при pH 6,5.

Джерело. Сорбатна кислота міститься в ягодах горобини *Sorbus aucuparia* та інших рослинах.

Добування. Одержують сорбатну кислоту із кетену та кротонового альдегіду:



При взаємодії кротонового альдегіду I з кетеном II в присутності бутирату цинка утворюється 3-гідрокси-4-гексенова кислота III, яка надалі трансформується до відповідного олігоестеру IV внаслідок реакції міжмолекулярної дегідратації. При нагріванні до 70^0C в присутності хлоридної кислоти такий олігоестер завдяки реакціям гідролізу та дегідратації ізомеризується до сорбатної кислоти V. Існує також думка, що з гідроксикислоти III утворюється проміжний інтермедіат у вигляді β-лактону, який надалі ізомеризується до сорбатної кислоти.

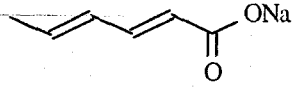
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, формальдегіду – не більше 0,1%, води – не більше 0,5% (за Фішером), сульфатного попелу – не більше 0,2%, летючих речовин – не більше 0,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Сорбатна кислота метаболізується з утворенням ацетатної і β-гідроксибутиратної кислот, повністю засвоюється організмом людини. Вважається, що вона біологічно сприятливо діє на організм, підвищуючи імунологічну реактивність і детоксикаційну здатність людини.

Е201* Сорбат натрію

Консервант.

Синоніми: натрієва сіль сорбінової кислоти, натрієва сіль сорбатної кислоти, 2,4-гексадієноат натрію, sodium sorbate.

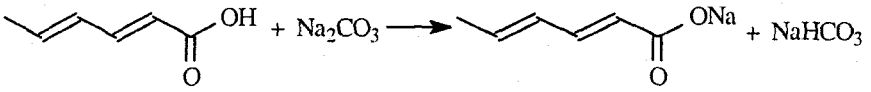


Хімічна назва: *транс-транс*-2,4-гексадієноат натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 233^{0}С, який легко окиснюється. Сорбат натрію добре розчиняється у воді – до 32,0% (краще, ніж сорбатна кислота), етанолі. Кислотність або основність становить не більше 1,0% (еквівалентно кислотності та основності сорбатної кислоти або карбонату натрія відповідно).

Джерело. Сорбат натрію міститься у формі сорбатної кислоти у відповідних рослинах.

Добування. Одержують сорбат натрію при взаємодії сорбатної кислоти та карбонату натрія:



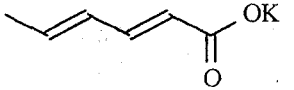
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, формальдегіду – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Сорбат натрію повністю засвоюється організмом людини.

E202* Сорбат калію

Консервант.

Синоніми: калієва сіль сорбінової кислоти, калієва сіль сорбатної кислоти, 2,4-гексадієноат калію, potassium sorbate.

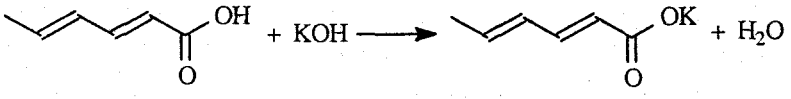


Хімічна назва: *транс-транс*-2,4-гексадієноат калію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок або гранули з т. топ. 270^{0}С (розкл.), які добре розчиняються у воді (1380 г/л при 20^{0}С); погано – в етанолі. Втрати при висушуванні становлять не більше 1,0% (105^{0}С, 3 години). Сорбат калію проявляє антимікробну дію тільки при pH нижче 6,5. Кислотність або основність становить не більше 1,0% (еквівалентно кислотності та основності сорбатної кислоти або карбонату калія відповідно).

Джерело. Сорбат калію міститься в природних джерелах у формі сорбатної кислоти.

Добування. Одержують сорбат калію при взаємодії сорбатної кислоти та карбонату калія або гідроксиду калія:



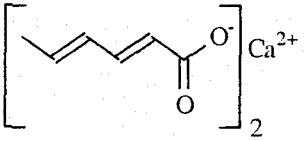
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, формальдегіду – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Сорбат калію повністю засвоюється організмом людини.

Е203 Сорбат кальцію

Консервант.

Синоніми: кальцієва сіль сорбінової кислоти, кальцієва сіль сорбатної кислоти, 2,4-гексадієноат кальцію, calcium sorbate.



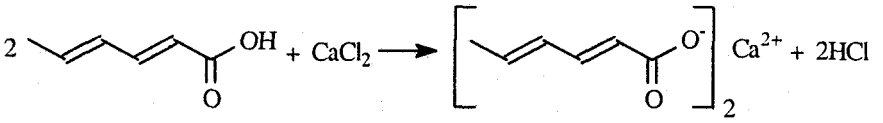
Хімічна назва: *транс-транс*-2,4-гексадієноат кальцію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який слабо розчиняється у воді (1,2% при 25^{0}С); не розчиняється

– в етанолі. Втрати при висушуванні становлять не більше 3,0% (над концентрованою H_2SO_4 у вакуумі, 4 години).

Джерело. Сорбат кальцію міститься в природних джерелах у формі сорбатної кислоти.

Добування. Одержують сорбат кальцію при взаємодії гарячого водного розчину сорбатної кислоти та хлориду кальція:



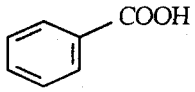
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, формальдегіду – не більше 0,1%, флуоридів – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Сорбат кальцію повністю засвоюється організмом людини.

Е210* Бензоатна кислота

Консервант.

Синоніми: бензойна кислота, бензолкарбонова кислота, бензенмонокарбонова кислота, benzoic acid.



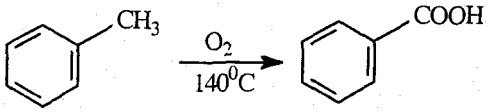
Хімічна назва: бензенкарбонова кислота.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 122,3°С і т. кип. 249°С. Бензоатна кислота легко розчиняється (г на 100 г розчинника при 25°С) в: етанолі (58,4), діетиловому етері (40,8), бензені (12,2); середньо – у воді (0,34), оліях (1-2). pH водного розчину – 4,0. p*Ka* становить 4,2 у воді при 25°С. Втрати при висушуванні - не більше 0,5% (над концентрованою H_2SO_4, 3 години). Антимікробну дію бензоатна кислота проявляє тільки в кислому середовищі. Вона пригнічує

активність окисно-відновних ензимів у клітинах мікробів; блокує ензими, які розщеплюють жири і крохмаль; пригнічує ріст дріжджів і маслянокислих бактерій.

Джерело. Бензоатна кислота у вільному стані та вигляді естерів міститься в запашних есенціях (оліях) на зразок гвоздичної; бальзамах, бензойній смолі; у вигляді гіпурової кислоти в продуктах життєдіяльності тварин; у вигляді солей - в ягодах, меду.

Добування. Бензоатну кислоту II одержують методами каталітичного окиснення толуену I в присутності нафтенату або бензоату кобальта, гідролізу бензилідинхлориду, декарбоксилювання фталатної (фталевої) кислоти:



I II

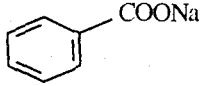
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,5%, хлорорганічних сполук – не більше 0,07%, сульфатного попелу – не більше 0,05%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. В умовах *in vivo* бензоатна кислота добре всмоктується, при участі коензиму А зв'язується гліцином і перетворюється в N-бензоїламінацетатну (гіпурову) кислоту, яка виводиться з організму через нирки.

Е211* Бензоат натрію

Консервант.

Синоніми: бензойнокислий натрій, натрієва сіль бензоатної кислоти, натрієва сіль бензойної кислоти, sodium benzoate.

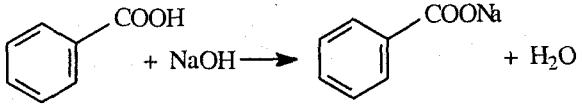


Хімічна назва: бензоат натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 122^{0}С, який легко розчиняється у воді (630 г/л при 0^{0}С); середньо – в етанолі (23 г/л при 25^{0}С); не розчиняється в інших органічних розчинниках. Втрати при висушуванні становлять не більше 1,5% (105^{0}С, 4 години).

Джерело. Див. (Е310) Бензоатна кислота.

Добування. Бензоат натрію одержують взаємодією бензоатної кислоти та гідроксиду або карбонату натрія:



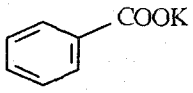
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, хлорорганічних сполук – не більше 0,06%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е310) Бензоатна кислота.

Е212 Бензоат калію

Консервант.

Синоніми: бензойнокислий калій, калієва сіль бензоатної кислоти, калієва сіль бензойної кислоти, potassium benzoate.



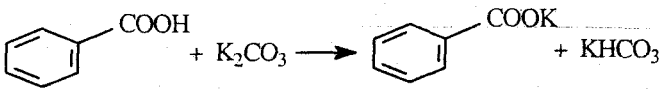
Бензоат калію існує у вигляді безводної солі або тригідрату.

Хімічна назва: бензоат калію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який легко розчиняється у воді; середньо – в етанолі. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,5% для безводної солі та 26,5% для тригідрату (105^{0}С, 4 години). Оптимальна антимікробна дія спостерігається при pH 4,5.

Джерело. Див. (Е310) Бензоатна кислота.

Добування. Бензоат калію одержують взаємодією бензоатної кислоти та гідроксиду або карбонату калія:



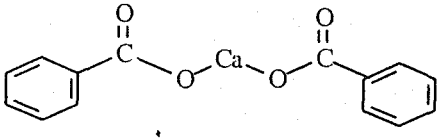
Вміст основної речовини в кінцевому продукті становить не менше 99,0%, хлорорганічних сполук – не більше 0,06%, вільних кислот або лугів – не більше 0,06%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е310) Бензоатна кислота.

Е213 Бензоат кальцію

Консервант.

Синоніми: бензойнокислий кальцій, кальцієва сіль бензоатної кислоти, кальцієва сіль бензойної кислоти, calcium benzoate.



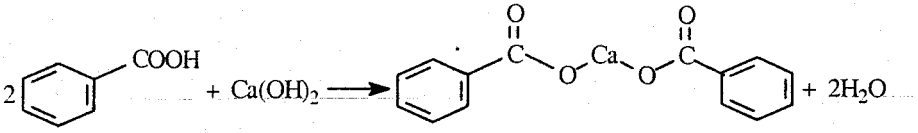
Бензоат кальцію існує у вигляді безводної солі, моно- і тригідрату.

Хімічна назва: бензоат кальцію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який легко розчиняється в мінеральних кислотах; середньо – у воді. Втрати при висушуванні становлять не більше 17,5% для моногідрату (105^0C, 4 години).

Джерело. Див. (Е310) Бензоатна кислота.

Добування. Бензоат кальцію одержують взаємодією бензоатної кислоти та гідроксиду або карбонату кальція:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, водонерозчинних речовин – не більше 0,3%, хлорорганічних сполук – не більше 0,06%, флуоридів – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

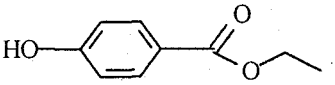
Метаболізм і токсичність. Див. (Е310) Бензоатна кислота.

Наступною важливою групою консервантів є естери *пара*-гідроксибензоатної кислоти (так звані *парабени*) та їх натрієві солі. Антимікробна дія таких сполук полягає у руйнації клітинних оболонок мікробів і денатурації клітинних білків. Парабени добре розчиняються у водних лужних розчинах. У кислотних розчинах розчинність зменшується із збільшенням довжини алкільної складової естеру, у той час як антимікробна дія навпаки – збільшується. Зауважимо, що в лужних розчинах парабени відносно легко гідролізуються.

Е214 Етиловий естер *пара*-гідроксибензоатної кислоти

Консервант.

Синоніми: п-гідроксиетилбензоат, етиловий естер 4-гідроксибензоатної кислоти, 4-гідроксиетилбензоат, етилпарабен, ethyl-*p*-hydroxybenzoate, PHB-ethylester, ethylparabene.

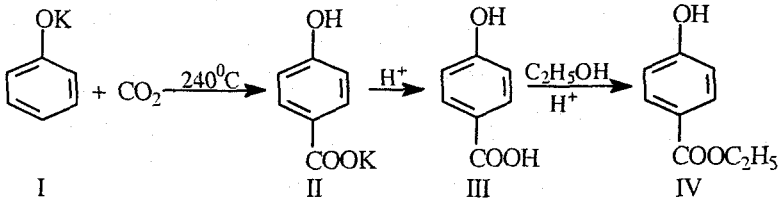


Хімічна назва: етил-4-гідроксибензоат, або етиловий естер 4-гідроксибензоатної кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок з т. топ. 115-118^{0}С, який добре розчиняється в спиртах, діетиловому етері, ацетоні, розведених водних розчинах лугів; середньо – у воді (1,7 г/л

при 25^{0}С); не розчиняється в оліях. Естери *п*-гідроксибензоатної кислоти стабільні в нейтральних і кислих середовищах, але легко гідролізуються у сильно лужних. pH 1% водного розчину 4,4-5,5. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,5% (80^{0}С, 2 години).

Добування. Синтез цього естеру починають карбоксилюванням фенолята калія I під тиском при температурі більшій, ніж 200^{0}С, за реакцією Кольбе - Шмідта. Утворену калієву сіль *п*-гідроксибензоатної кислоти II підкислюють до гідроксикислоти III, яку при взаємодії з етанолом реакцією естерифікації переводять у необхідний естер IV:



I II III IV

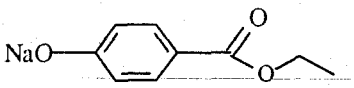
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,5%, *п*-гідроксибензоатної кислоти та саліцилової кислоти – не більше 0,35%, сулфатного попелу – не більше 0,05%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Естери *п*-гідроксибензоатної кислоти виводяться з організму людини із сечею у незмінному стані або у вигляді відповідної кислоти. Вони можуть бути алергенами на шкіру, викликати контактні дерматити і подразнення очей.

Е215 Натрієва сіль етилового естеру *пара*-гідроксибензоатної кислоти

Консервант.

Синоніми: *пара*-гідроксибензойної кислоти етилового естеру натрієва сіль, етил-*пара*-гідроксибензоат-натрієва сіль, натрієва сіль етилового естеру 4-гідроксибензоатної кислоти, sodium ethyl-*p*-hydroxybenzoate, sodium PHB-ethylester.



Хімічна назва: натрієва сіль етилового естеру 4-гідроксибензоатної кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який добре розчиняється у воді; середньо – у спиртах, мінеральних кислотах; не розчиняється в оліях. Втрати при висушуванні становлять не більше 5,0% (під вакуумом, над H_2SO_4).

Добування. Наведену сіль одержують з етилового естеру *п*-гідроксибензоатної кислоти при дії на нього водного розчину гідроксиду або карбоната натрію.

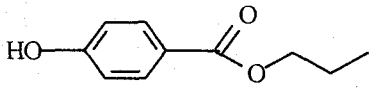
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 83,0%, *п*-гідроксибензоатної кислоти та саліцилової кислоти – не більше 0,35%, сульфатного попелу – 37-39 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е214) Етиловий естер *пара*-гідроксибензоатної кислоти.

Е216 Пропіловий естер *пара*-гідроксибензоатної кислоти

Консервант.

Синоніми: *п*-гідроксипропілбензоат, пропіловий естер 4-гідроксибензоатної кислоти, 4-гідроксипропілбензоат, пропілпарабен, propyl-*p*-hydroxybenzoate, PHB-propylester, propylparabene.



Хімічна назва: пропіл-4-гідроксибензоат, або пропіловий естер 4-гідроксибензоатної кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 96-97^{0}С, який добре розчиняється у спиртах, діетиловому етері, водних розчинах лугів; погано – у воді. Втрати при

висушуванні становлять не більше 0,5% (над силікагелем, 5 годин).

Добування. Наведений консервант одержують аналогічно етиловому естеру *пара*-гідроксибензоатної кислоти (Е214) при використанні пропілового спирту.

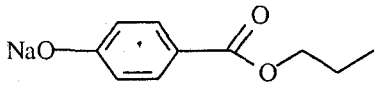
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, *п*-гідроксибензоатної кислоти та саліцилової кислоти – не більше 0,35%, сулфатного попелу – 0,05%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е214) Етиловий естер *пара*-гідроксибензоатної кислоти.

Е217 Натрієва сіль пропілового естеру *пара*-гідроксибензоатної кислоти

Консервант.

Синоніми: натрієва сіль пропілового естеру *пара*-гідроксибензойної кислоти, *пара*-гідроксибензойної кислоти пропілового естеру натрієва сіль, пропіл-*пара*-гідроксибензоатнатрієва сіль, натрієва сіль пропілового естеру 4-гідроксибензоатної кислоти, sodium propyl-*p*-hydroxybenzoate, sodium PHB-propylester.



Хімічна назва: натрієва сіль пропілового естеру 4-гідроксибензоатної кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 94-97^{0}С, який добре розчиняється у воді, гліколях, олієжирових сумішах; середньо – у спиртах, мінеральних кислотах. Втрати при висушуванні становлять не більше 5,0% (над силікагелем, 5 годин). pH 9,8-10,2 для 0,1% водного розчину.

Добування. Таку речовину одержують з пропілового естеру *п*-гідроксибензоатної кислоти при дії на нього водним розчином гідроксида натрію.

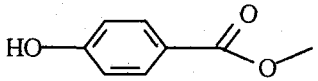
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 85,0%, *п*-гідроксибензоатної кислоти та саліцилової кислоти – не більше 0,35%, сулфатного попелу – 34-36 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е214) Етиловий естер *пара*-гідроксибензоатної кислоти.

Е218 Метиловий естер *пара*-гідроксибензоатної кислоти

Консервант.

Синоніми: *п*-гідроксиметилбензоат, метиловий естер 4-гідроксибензоатної кислоти, 4-гідроксиметилбензоат, метилпарабен, methyl-*p*-hydroxybenzoate, PHB-methylester, methylparabene.



Хімічна назва: метил-4-гідроксибензоат, або метиловий естер 4-гідроксибензоатної кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 125-128^{0}С і т. кип. 298,6^{0}С, який добре розчиняється у спиртах, ацетоні, хлороформі, діетиловому етері, бензені, водних розчинах лугів; середньо – у воді (2,5 г/л при 20^{0}С), рослинних оліях. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,5% (80^{0}С, 2 години).

Добування. Наведений консервант одержують аналогічно етиловому естеру *пара*-гідроксибензоатної кислоти (Е214), застосовуючи для реакції естерифікації метиловий спирт.

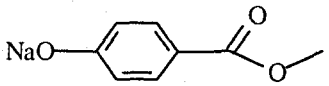
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, *п*-гідроксибензоатної кислоти та саліцилової кислоти – не більше 0,35%, сульфатного попелу – не більше 0,05%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е214) Етиловий естер *пара*-гідроксибензоатної кислоти.

Е219 Натрієва сіль метилового естеру *пара*-гідроксибензоатної кислоти

Консервант.

Синоніми: натрієва сіль метилового естеру *пара*-гідроксибензойної кислоти, *пара*-гідроксибензойної кислоти метилового естеру натрієва сіль, метил-*пара*-гідроксибензоат-натрієва сіль, натрієва сіль метилового естеру 4-гідроксибензоатної кислоти, sodium methyl-*p*-hydroxybenzoate, sodium PHB-methylester.



Хімічна назва: натрієва сіль метилового естеру 4-гідроксибензоатної кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок з т. топ. 125-128^{0}С, який добре розчиняється у воді (33,3 г/100 г при 20^{0}С), середньо – в спиртах, кислотах. pH 9,7-10,3 для 0,1% водного розчину. Втрати при висушуванні становлять не більше 5,0%.

Добування. Таку натрієву сіль одержують з метилового естеру *п*-гідроксибензоатної кислоти при дії на нього водного розчину гідроксида натрію.

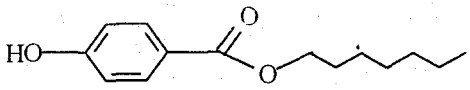
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,5% на сухий залишок, *п*-гідроксибензоатної кислоти та саліцилової кислоти – не більше 0,35%, води – не більше 5,0% (за Фішером), сульфатного попелу – 40-44 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е214) Етиловий естер *пара*-гідроксибензоатної кислоти.

Е209 Гептиловий естер *пара*-гідроксибензоатної кислоти

Консервант.

Синоніми: *п*-гідроксигептилбензоат, гептиловий естер 4-гідроксибензоатної кислоти, 4-гідроксигептилбензоат, гептилпарабен, hepthyl-*p*-hydroxybenzoate, PHB-hepthylester, hepthylparabene.



Хімічна назва: гептил-4-гідроксибензоат, або гептиловий естер 4-гідроксибензоатної кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це дрібні прозорі кристали або білий кристалічний порошок з т. топ. 48-51^{0}С, який добре розчиняється в етанолі, діетиловому етері; середньо – у воді. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,5%.

Добування. Гептиловий естер одержують аналогічно етилового естеру *пара*-гідроксибензоатної кислоти (Е214), застосовуючи в реакції естерифікації 1-гептанол.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, загального попелу після прокалювання – не більше 0,05%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

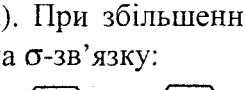
Метаболізм і токсичність. Див. (Е214) Етиловий естер *пара*-гідроксибензоатної кислоти.

Е230 Біфеніл

Консервант.

Синоніми: дифеніл, 1,1′-дифеніл, фенілбензен, фенілбензол, biphenyl, 1,1′-biphenyl, diphenyl, phenylbenzene.

Будова. Молекула біфенілу складається з двох бензенових циклів, які за звичайних умов знаходяться в одній площині (планарна будова). При збільшенні температури починається їх обертання довкола σ-зв'язку:



Хімічна назва: 1,1′-біфеніл.

Фізико-хімічні властивості. Це пластинки від білого до жовтуватого забарвлення або воскоподібна маса з т. топ. 68-69^{0}С

і т. кип. 255,9^{0}С, яка добре розчиняється в естерах, вуглеводнях, оліях; середньо – у спиртах; не розчиняється у воді. Біфеніл має високу термічну стійкість. Він проявляє значні фунгістатичні властивості – перешкоджає розвитку пліснявих та інших мікроскопічних грибів.

Джерело. Біфеніл міститься у кам'яновугільній смолі у фракції з т. кип. 230-270^{0}С (поглинальній оливі).

Добування. Біфеніл одержують піролізом бензену над розтопленим плюмбумом або в присутності Fe, Ni, MgO, PbO_2:

$$2C_6H_6 \xrightarrow[Pb]{700^0C} C_6H_5{-}C_6H_5 + H_2$$

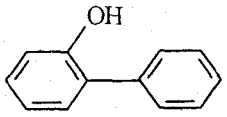
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,8%, бензену – не більше 10 мг/кг, ароматичних амінів – не більше 2 мг/кг, похідних фенолу – не більше 5 мг/кг, терфенілу та вищих поліфенілів – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 50 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Ресорбований біфеніл виділяється з організму людини разом із сечею у вигляді відповідного глюкуроніду (продукту взаємодії глюкуронової кислоти зі шкідливими для людини речовинами).

Е231 *орто*-Фенілфенол

Консервант.

Синоніми: 2-фенілфенол, *о*-гідроксибіфеніл, *о*-фенілфенол, 2-гідроксидифеніл, *o*-phenylphenol, 2-phenylphenol, *o*-hydroxybiphenyl.

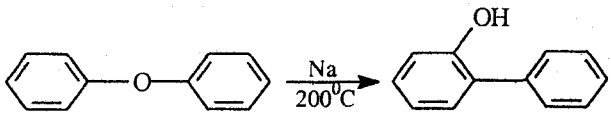


Хімічна назва: 2-гідроксибіфеніл.

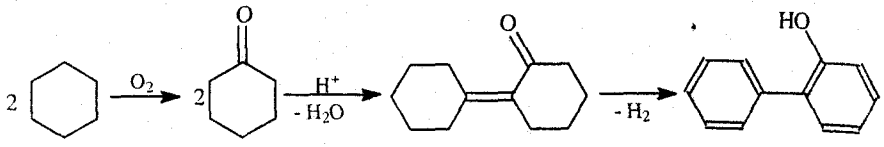
Фізико-хімічні властивості. Це пластинки або порошок від білого до жовтуватого забарвлення з т. топ. 56-58^{0}С і т. кип.

286^{0}С, який добре розчиняється у розведених лугах, спиртах, діетиловому етері; слабо – у воді (0,7 г/л при 20^{0}С). 2-Гідроксибіфеніл здатний до випаровування з водою із кислих розчинів.

Добування. Наведений консервант одержують методом каталітичної ізомеризації дифенілового етеру при відповідному нагріванні:



Існують також методи добування *о*-фенілфенолу як побічний продукт при гідролізі хлоробензену в процесі одержання фенолу; кислотним гідролізом бензенсульфонату натрія, а також з циклогексану. Останній метод полягає в каталітичному окисненні циклогесану I в присутності солей кобальта або мангана до циклогексанону II, який здатний вступати в реакцію альдольно-кротонової кондесації у кислому середовищі (120^{0}С) з утворенням відповідного 2-циклогексиліденциклогексанону III. Продукт конденсації III перетворюється до необхідної речовини IV в результаті перебігу реакції каталітичного дегідрування (ароматизації) при нагріванні:



I II III IV

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, дифенілового етеру – не більше 0,3%, *п*-фенілфенолу – не більше 0,1%, 1-нафтолу – не більше 0,01%, сульфатного попелу – не більше 0,05%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

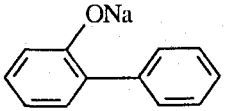
Метаболізм і токсичність. орто-Фенілфенол організмом людини практично не засвоюється і виводиться здебільшого с

сечею у незмінному стані або у вигляді відповідного глюкуроніда. При попаданні на шкіру спостерігаються контактні дерматити.

Е232 *орто*-Фенілфенолят натрію

Консервант.

Синоніми: натрієва сіль *о*-фенілфенолу, *о*-гідроксибіфенілу натрієва сіль, sodium *o*-phenylphenol, sodium 2-phenylphenol.



орто-Фенілфенолят натрію існує у вигляді безводної солі або тетрагідрату.

Хімічна назва: натрієва сіль 2-гідроксибіфенілу.

Фізико-хімічні властивості. Це пластинки або порошок від білого до жовтуватого забарвлення, який добре розчиняється у воді, спиртах; середньо – у жирах та оліях. pH становить 11,1-11,8 для 2% водного розчину.

Добування. Наведений консервант одержують з 2-гідроксибіфенілу взаємодією з розчином гідроксиду натрія безпосередньо перед використанням.

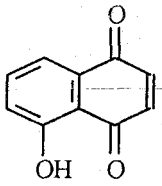
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,0%, дифенілового етеру – не більше 0,3%, *п*-фенілфенолу – не більше 0,1%, 1-нафтолу – не більше 0,01%, вільного гідроксиду натрія – не більше 1,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. *орто*-Фенілфенолят натрію організмом людини практично не засвоюється і виводиться переважно із сечею у незмінному стані або у вигляді глюкуроніда. При попаданні на шкіру спостерігаються контактні дерматити.

Юглон

Консервант.

Синоніми: гідроксинафтохінон, hydroxyquinone.



Хімічна назва: 5-гідрокси-1,4-нафтохінон.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічний порошок жовто-брунатного забарвлення з т. топ. 154^{0}С, який добре розчиняється в етанолі, хлороформі та водних розчинах лугу; погано – у воді, діетиловому етері. Юглон чутливий до дії світла і вологи.

Джерело. Юглон міститься в шкірці недозрілих грецьких горіхів *Juglans regia*, пекані *Carya pecan*, листках *Pterocarya fraxinifolia*, переважно у відновленій формі (1,4,5-тригідроксинафталену) у вигляді 5-β-D-глюкозиду.

Добування. Наведений консервант у вигляді відповідного глікозиду виділяють з природного джерела послідовною та швидкою екстракцією 0,2 *Н* хлоридною кислотою, етером, бензеном та ізопропіловим спиртом. У процесі виділення глікозид гідролізується до аглікону 1,4,5-тригідроксинафталену, який окиснюється повітрям до сполуки нафтохінонової будови. Для забезпечення повноти окиснення екстракт додатково оброблюють хромовою кислотою.

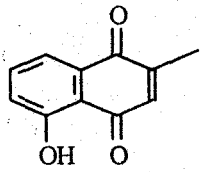
Синтетичний метод одержання юглону полягає в окисненні 1,5-дигідроксинафталену дихроматом натрію в присутності концентрованої сульфатної кислоти:

Вихідний 1,5-дигідроксинафтален одержують методом сульфування нафталену до 1,5-нафталендисульфонової кислоти з наступним її лужним сплавленням.

Метаболізм і токсичність. Юглон є біологічно активною речовиною, інгібує життєдіяльність мікроорганізмів; проявляє протипухлинну, імуностимулюючу та анти-ВІЛ активності.

Плюмбагін

Консервант.
Синоніми: 2-метилюглон, 5-гідрокси-2-метилнафталендіон-1,4.



Хімічна назва: 2-метил-5-гідрокси-1,4-нафтохінон.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічна речовина жовтого забарвлення з т. топ. 79^{0}С, яка добре розчиняється в етанолі, хлороформі та водних розчинах лугу; погано – у воді, діетиловому етері. Плюмбагін проявляє консервуючу дії при концентрації 1 мг/1 л продукту.

Джерело. Плюмбагін міститься у коренях, стеблині та листках різних видів чагарника *Plumbago* на зразок *Plumbagella micrantha, Plumbago auriculata*, рослинах *Drosera rotundifolia* та інших.

Добування. Плюмбагін виділяють з природного джерела шляхом екстракції подрібненої сировини петролейним ефіром. Отриманий екстракт обробляють водним розчином 0,1 *Н* гідроксида натрію, після розділення екстракту лужний розчин обробляють 10% розчином сульфатної кислоти і кінцевий продукт виділяють екстракцією діетиловим етером.

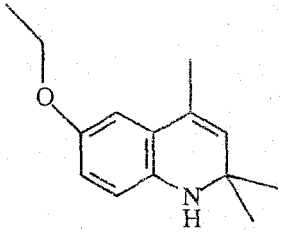
Синтетичний метод одержання полягає в окисненні 2-метилнафталену дихроматом натрію в присутності сульфатної або ацетатної кислоти.

Метаболізм і токсичність. Плюмбагін вважають для людини малотоксичною речовиною. Як консервант він в сотні разів ефективніший, ніж сорбінова кислота.

Е324 Етоксиквін

Консервант.

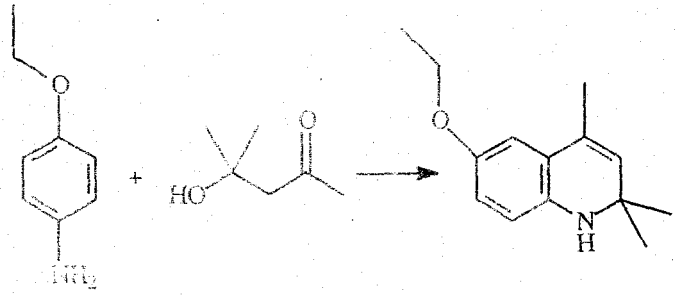
Синоніми: етоксихін, ethoxyquin, 6-ethoxy-1,2-dihydro-2,2,4-trimethylquinoline, stop-scald.



Хімічна назва: 6-етокси-1,2-дигідро-2,2,4-триметилхінолін.

Фізико-хімічні властивості. Це прозора, жовтувата або темно коричнева в'язка рідина з т. кип. 123-125^{0}С при 2 мм рт. стовп., або червоно-коричневий порошок, який погано розчиняється у воді (приблизно 1 мг /1 мл при 20^{0}С); добре розчиняється в рослинних оліях. Вважається стабільною при зберіганні речовиною, проте є нестійким до дії окисників і сильних кислот. При нагріванні або під дією повітря та опромінювання здатний конденсуватися (полімеризуватися) у складні продукти невизначеної будови.

Добування. Наведений антиоксидант III одержують взаємодією *п*-фенетидина (*п*-етоксианіліна) I з діацетоновим спиртом (4-гідрокси-4-метил-2-пентаноном) II при 130^{0}С протягом 6 годин в середовищі суміші ацетону та толуену в присутності *п*-толуенсульфонової кислоти. Одержаний етоксиквін очищують від побічних продуктів синтезу та полімеризації, висушують методом розпилювання для порошкової форми застосування:



III

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0% для порошкової форми і 60,0-66,0% або 30,0% для рідини, *п*-фенетидину – не більше 0,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

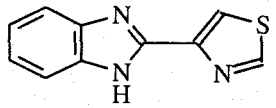
Метаболізм і токсичність. Етоксиквін відносно легко засвоюється та метаболізується в організмі людини. Його вважають помірно токсичним при нормі 0,5 частки на 1 млн часток харчового продукту. При дозах 0,5-5,0 г/кг маси тіла людини етокси-квін стає шкідливим.

Е233 Тіабендазол

Консервант (за біологічною дією – це фунгістатик, який захищає цитрусові і бананові рослини від плісняви. При цьому його частина від 5 до 12% переходить зі шкірки плода у м'якоть).

Синоніми: мінтезол, thiabendazole.

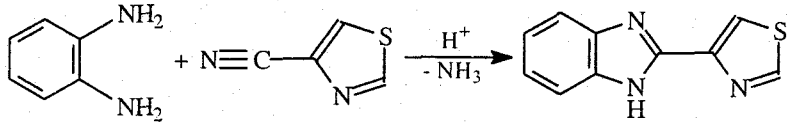
Будова. За хімічною будовою гетероциклічна сполука тіабендазол є продуктом конденсації бензімідазола з 1,3-тіазолом:



Хімічна назва: 2-(4′-тіазоліл)-1*H*-бензімідазол.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 304-305^{0}С, який максимально розчиняється у воді при pH 2,2 (24,67 мг/л при pH 6,0); не розчиняється в спиртах.

Добування. Тіабендазол одержують методом конденсації *о*-фенілендіаміну I з 4-ціанотіазолом II в присутності кислого каталізатора з подальшим висаджуванням кінцевого продукту III спиртом:



I II III

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, води – не більше 0,5% (за Фішером), сульфатного попелу – не більше 0,2%, селену – не більше 3 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. В організмі людини тіабендазол всмоктується незначною мірою і в кінцевому результаті виділяється разом із сечею у вигляді відповідних глюкоронідів.

E234* Нізин

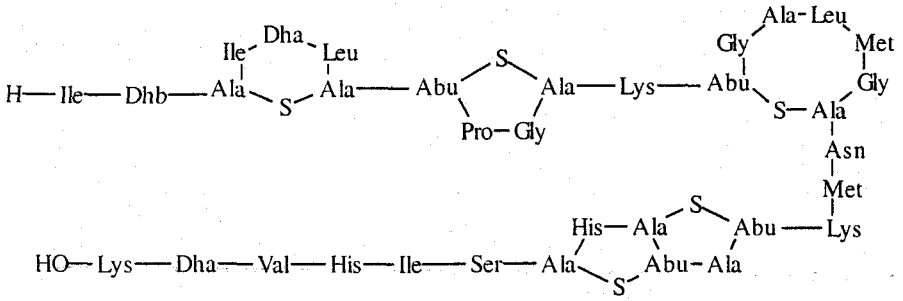
Консервант (антибіотик).

Синонім: nisin.

Будова. Нізин належить до поліпептидних антибіотиків лінійної будови, основний компонет якого складається із ланок 29 амінокислот: аланіну (Ala), гліцину (Gly), лейцину (Leu), ізолейцину (Ile), лізину (Lus), метіоніну (Met), гістидину (His), α-амінобутиратної кислоти (Abu) тощо, а також з мінорних амінокислот – непритаманних білкам, на зразок лантіоніну (який можна розглядати як дві ланки аланіну, сполучені атомом сірки) – один залишок, β-метиллантіоніну (відповідно ланки аланіну та Abu, сполучені атомом сірки) – чотири залишки, дегідроаланіну (Dha) – два залишки, β-метилдегідроаланіну (Dhb)– один залишок.

Брутто-формула нізину становить $C_{143}H_{230}N_{42}O_{37}S_7$.

Нізин пригнічує розвиток грампозитивних спороутворюючих бактерій внаслідок дії на їхні мембранні оболонки у процесі ділення клітини.



Фізико-хімічні властивості. Це білий або жовтуватий порошок, який добре розчиняється в розведених кислотах; середньо – у спиртах, воді; не розчиняється в неполярних розчинниках. pH 10% водного розчину 3,0-3,5. Втрати при висушуванні становлять не більше 3,0% (105^0C, до постійної маси).

Джерело. Нізин міститься в кисломолочних продуктах, в яких продукується культурами грибів виду *Streptococcus lactis.*

Добування. Наведений консервант добувається мікробіологічним методом з культуральних рідин *Streptococcus lactis* у стерильному середовищі екстракту дріжджів або цукрів.

Вміст нізину, МЕ/мг у кінцевому продукті становить не менше 900, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

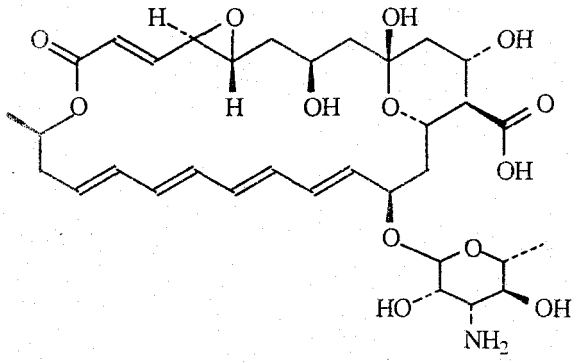
Метаболізм і токсичність. Нізин в організмі людини повністю розщеплюється і засвоюється. Інформація про формування стійкості (звикання) до нього відсутня.

E235* Натаміцин (пімарицин)

Консервант (антибіотик).

Синоніми: пімарицин, мітроцин, pimaricin, natamycin.

Будова. Натаміцин належить до макролідних антибіотиків і містить 26 атомів вуглецю у макроциклічному лактонному кільці, до якого прищеплена глікозидним зв'язком ланка відповідного аміноцукру:



Брутто-формула натаміцину $C_{33}H_{47}NO_{13}$.

Хімічна назва: (8*E*,14*E*,16*E*,20*E*)-(1*R*,3*S*,5*R*,7*R*,12*R*,22*R*,-24*S*,25*R*,26*S*)-22-(3′-аміно-3′,6′-дидезокси-β-*D*-манопіранозилокси)-1,3,26-тригідрокси-12-метил-10-оксо-6,11,28-триоксатрицик-ло[22.3.1.05,7]октакоза-8,14,16,18,20-пентаєн-25-карбонова кислота.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічний порошок від білого до кремового кольору з т. топ. 180^{0}С (розкл.), який розчиняється у льодяній ацетатній кислоті, диметилформаміді; слабо – у метанолі, воді (4,1 г/л); практично не розчиняється у спиртах, ліпідах і мінеральних оливах. pH 5,0-7,5 для 1% суспензії у бідистиляті. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{20}$ становить від +250^0 до +295^0 для 1% розчину у льодяній ацетатній кислоті. Втрати при висушуванні становлять не більше 8,0% (60^{0}С, над P_2O_5 при 5 мм рт. стовп. до постійної маси). Натаміцин є нестійким до дії світла і повітря (період напіврозпаду складає 30 діб).

Джерело. Натаміцин міститься в культурах пліснявих грибів виду *Streptomyces natalensis*.

Добування. Добувають натаміцин мікробіологічним методом з культур різних стрептоміцетів, наприклад, *Streptomyces natalensis*.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, сульфатного попелу – не більше 0,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Натаміцин в організмі людини слабо всмоктується і не викликає негативної дії.

Е1105* Лізоцим

Консервант.

Синоніми: мурамідаза, лізоцим гідрохлорид, lysozyme, muramidase, lysozyme hydrochloride.

Будова. За хімічною будовою ензим лізоцим (К.Е. 3.2.1.17) є білком, поліпептидний ланцюг якого складається із залишків 129

амінокислот з високим вмістом триптофану (7,8%). Молекулярна маса лізоциму 14 000. Він гідролізує 1,4-β-глікозидні зв'язки між ланками N-ацетилмурамової кислоти і N-ацетил-*D*-глюкозаміна в пептидогліканах (глюкопептидах) клітинних оболонок деяких грампозитивних бактерій, особливо виду *Clostridium.*

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок з ізоелектричною точкою p*I* 10,7. Розчиняється у воді; не розчиняється в органічних розчинниках і в концентрованих розчинах мінеральних солей. pH становить 3,0-3,6 для 2% водного розчину. Стабільний до температури 50^0C. Лізоцим курячого яйця ефективний при pH 7 і температурі нижчій за 20^0C, бактеріальний лізоцим – при pH 4 і $+50^0$C відповідно.

Джерело. Лізоцим міститься першочергово у місцях контакту організму тварин з оточуючим середовищем – у слизових оболонках шлунково-кишечного тракту, сльозовій рідині, слині, слизи носоглотки тощо. Крім того, він виявлений у молоці, яєчному білку (3-4%), соках рослин.

Добування. Лізоцим добувають вилученням з білку курячого яйця, з культуральних рідин деяких бактерій на зразок *Bacillus subtilis* при мікробіологічному синтезі.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0% на сухий залишок, води – не більше 6,0%, азоту – 16,8-17,8%, натрію – не більше 0,6%, хлоридів – 3,2-4,2%, загального попелу після прокалювання – не більше 1,5%, арсену – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг .

Метаболізм і токсичність. Лізоцим повністю засвоюється людським організмом.

Лактоцид*

Консервант.

Будова. Лактоцид є антагоністом всіх молочнокислих бактерій (лактобактерій) на зразок *Streptococcus lactis* і *Lactobacillus brevic*, збудників інфекційних процесів у бродильних технологіях. За антибактеріальною дією (пригноблення процесів размноження та кислотоутворення при бродінні) лактоцид подібний до *Actinomyces.*

Вважають, що за хімічною будовою лактоцид є похідним 1,4,5-тригідроксиантрахінону.

Фізико-хімічні властивості. Це аморфний порошок червоно-фіолетового кольору, який розчиняється у воді (pH 8-9), спиртах, ацетоні, бензені, хлороформі. Стійкий до нагрівання (не інактивується при 100^0C протягом 1 години).

Добування. Продуцентами лактоциду є штами актиноміцетів *S. lactis*. Його одержують мікробіологічним методом у ферментаторах з культуральної рідини, яка є сумішшю відповідного міцелію (5%) і споживчого середовища. Водний розчин останнього містить, %: крохмаль – 2,0, соєве борошно – 1,0, хлорид натрію – 0,5, крейду – 0,1, нітрит натрію або калію – 0,2, гідрогенкалій фосфат – 0,02. Процес проводять при аерації (сульфітне число 13-18 мг O_2/л хв.) при 26-28^0C протягом 96 годин. З отриманої культуральної рідини лактоцид можна вилучати двома шляхами. За першим, проводять екстракцію лактоциду етанолом, водноетанольною сумішшю або іншими дозволеними розчинниками при pH 7,5. Отриманий екстракт надалі висушують до постійної маси. За другим, спочатку висушують культуральну рідину методом розпилювання при температурі 140^0C на вході і 75^0C на виході. З отриманого порошку етанолом екстрагують лактоцид і, аналогічно вищенаведеному, висушують його до постійної маси.

Алілгірчична олія*

Консервант.

Синоніми: алілгірчичне масло, allylmustard oil.

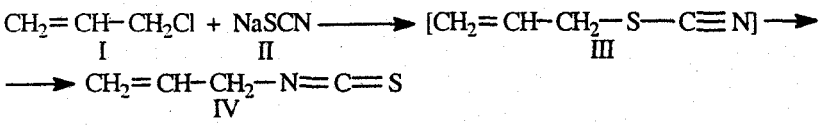
$CH_2=CH-CH_2-N=C=S$

Хімічна назва: 2-пропенілізотіоціанат.

Фізико-хімічні властивості. Це прозора рідина з т. кип. 151-152^0C (56^0C при 22 мм рт. стовп.), яка розчиняється в бензені, діетиловому етері, петролейному ефірі, сірковуглеці; середньо – у 70% водному розчині етанолу (8-10%); слабко – у воді (0,2%). Під дією води повільно гідролізується до алілціаніду, під дією кислот перетворюється в аліламін.

Джерело. Алілгірчична олія міститься в насінні гірчиці, у хріні та інших рослинах.

Добування. Наведену олію виділяють з природних джерел або синтезують взаємодією алілхлориду I з тіоціанатом натрію II при 100^0C у безводному середовищі з ізомеризацією проміжного пропенілтіоціанату III у кінцевий 2-пропенілізотіоціанат IV:



Різновидом цієї технології є початкове одержання алілйодиду з алілового спирту з наступною обробкою його роданідом (тіоціанатом) амонію в аналогічних умовах.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96,0%, інших органічних сполук (алкенілізотіоціанатів, бензилізотіоціанату, фенілізотіоціанату, ізотіазолу) – 3,0-4,0%, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 3 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Алілгірчична олія є протизапалювальним засобом, подразнює шкіру і слизові оболонки людини. Крім того, вона проявляє мутагенні та канцерогенні властивості для щурів.

До консервантів належать також речовини, які за основною технологічною функцією наведені у відповідних розділах:

(Е260) ацетатна (оцтова) кислота - гл. 1.1,

(Е270) лактатна (молочна) кислота - гл. 4.1,

(Е290) діоксид вуглецю - гл. 1.1.

Існує ряд харчових добавок з властивостями консервантів, які заборонені до використання в харчових продуктах у більшості країн Європи, США та Росії:

(Е243) діетилпірокарбонат C_2H_5-O-CO-O-CO-O-C_2H_5,

саліцилова кислота o-C_6H_4(COOH)(OH),

тіосечовина (тіокарбамід) $(NH_2)_2C=S$.

3.2. Захисні гази

Захисні гази – це такі речовини, які захищають харчові продукти від негативної дії оточуючого середовища, першочергово від дії кисню. У наш час харчові продукти або їхня сировина зберігаються переважно у відповідній тарі в атмосфері інертних газів. З цією метою як пакувальний матеріал використовують газонепроникнені плівки. Неупаковані харчові продукти можна зберігати у відповідній атмосфері в танках, бункерах інших сховищах.

E941* Азот

Захисний газ, охолоджуючий і заморожуючий агент, пропелент.

Синоніми: нітроген, nitrogen.

N_2

Хімічна назва: нітроген.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорий газ з т. кип. – 195,8^{0}С і т. топ, -210,0^{0}С, який практично нерозчинний у воді (1,42 мл в 100 мл при 40^{0}С) та спиртах.

Джерело. Молекулярний азот становить до 78 (об. часток) % або 75,6 (мас.) % атмосфери. У невеликих кількостях міститься в кам'яному вугіллі (1,0-2,5%) і нафті (0,2-1,7%).

Добування. Азот добувають методом ректифікації рідкого повітря.

Вміст основної речовини становить не менше 99,0%, кисню – не більше 1,0%, монооксиду вуглецю – не більше 10 мл/л, метану та інших алканів – не більше 100 мл/л, діоксиду азота – не більше 10 мл/л.

Метаболізм і токсичність. Молекулярний азот є інертною і нетоксичною сполукою. Вдихання азоту у значних кількостях викликає ядуху внаслідок відсутності кисню.

E938* Аргон

Захисний газ, пропелент.
Синоніми: argon.

Ar

Хімічна назва: аргон.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорий газ з т. кип. 87,29 К, який практично не розчиняється у воді (33,6 мл/л при 20^0С і нормальному тиску).

Джерело. Аргон міститься в атмосфері у кількості 0,934 (об. часток) %.

Добування. Інертний газ аргон добувають з повітря при глибокому охолодженні з подальшим очищенням від азоту (шляхом низькотемпературної ректифікації) та кисню (шляхом гідрування в присутності платини). Застосовуються також метод адсорбції з використанням активованого вугілля або молекулярних сит.

Вміст основної речовини становить в об'ємних частках не менше 99,993%, кисню – не більше 0,0007%, азоту – не більше 0,005%, водяних парів – не більше 0,0009%, вуглеводнів (у перерахунку на CO_2) – не більше 0,0005%.

Метаболізм і токсичність. Аргон є інертною і нетоксичною сполукою. Вдихання аргону у значних кількостях викликає ядуху внаслідок відсутності кисню.

E939* Гелій

Захисний газ, пропелент.
Синоніми: helium.

He

Хімічна назва: гелій.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорий газ з т. кип. 4,215 К для ^{4}He.

Джерело. Гелій міститься в атмосфері 5,27 (об. часток) %, природних геліоносних газах, де його вміст становить 2,0%. Гелій міститься також (до 10,5 л/кг) в деяких мінералах на зразок клевеїту, монациту, торіаніту.

Добування. Наведений інертний газ виділяють з геліоносних горючих природних газів.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті в об'ємних частках становить не меше 99,8% для технічного гелію і не меше 99,985% – високого ступеню чистоти, води – не більше 0,05%, метану та інших вуглеводнів (у перерахунку на метан) – не більше 100 мл/л.

Метаболізм і токсичність. Гелій є інертною і нетоксичною сполукою. Вдихання гелію у значних кількостях викликає ядуху внаслідок відсутності кисню.

До захисних газів належить також сполуки, які за основною технологічною функцією наведені в інших розділах:

(Е290) діоксид вуглецю - гл. 1.1,

(Е942) оксид азоту(I) – гл. 4.10.

3.3. Антиоксиданти

Антиоксиданти (антиокиснювачі, інгібітори окиснення) – це речовини, які сповільнюють процес окиснення харчових продуктів і тим самим збільшують термін їхньої придатності. За функціональною дією вони повинні безпосередньо реагувати з молекулярним киснем, не допускаючи його до взаємодії з продуктом, обривати (призупиняти) радикально-ланцюговий процес окиснення, розщеплювати утворені при цьому в сполуках пероксидні зв'язки.

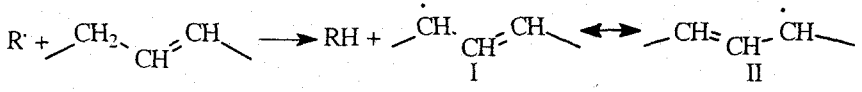
Відомо, що першочергово до окиснення здатні олії, жири та жировмісні продукти, які містять у структурі своїх молекул реакційноздатні вторинні та третинні атоми водню, подвійні зв'язки, алільні фрагменти. В компонентах харчових продуктів присутні також інші функціональні групи та фрагменти, здатні до окиснення. Внаслідок такого спонтанного окиснення жировмісні

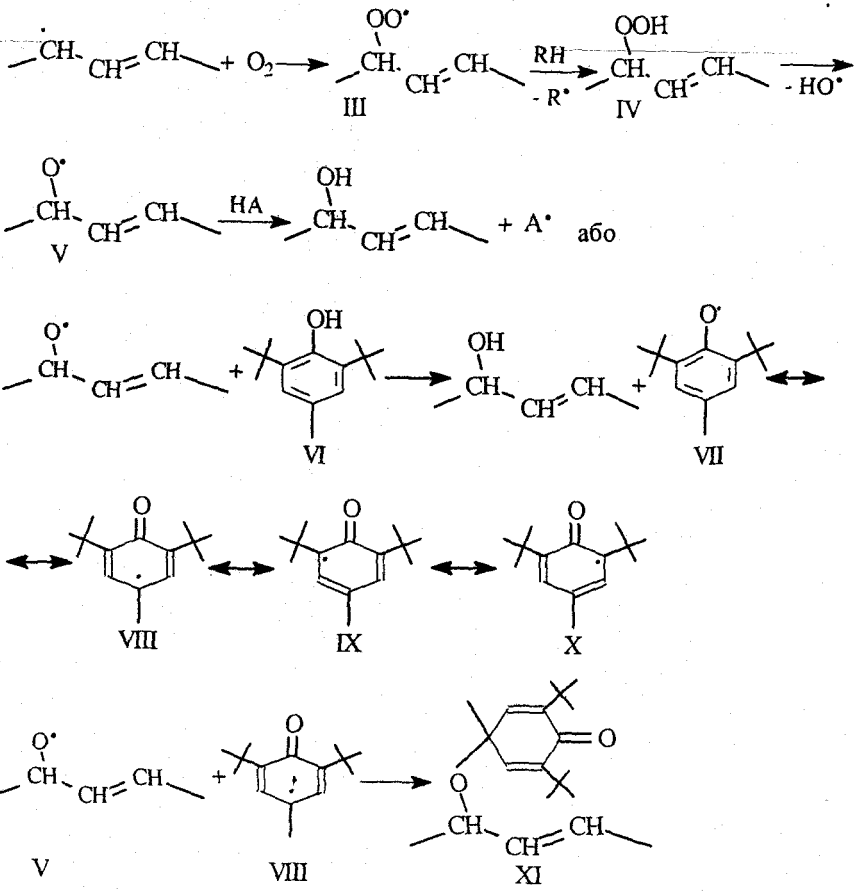
інгредієнти харчових продуктів гіркнуть; овочі та фрукти – темніють; вина, пиво та безалкогольні напої – прокисають. Хімічна суть застосування антиоксидантів полягає у їх взаємодії з вільними радикалами, які утворюються за різними маршрутами в процесі оксидації. Загальна схема спонтанного окиснення та функціональної дії антиоксидантів виглядає:

$$R^{\bullet} + O_2 \rightarrow ROO^{\bullet}$$
$$ROO^{\bullet} + R_1H \rightarrow ROOH + R_1^{\bullet}$$
$$ROOH \rightarrow RO^{\bullet} + HO^{\bullet}$$
$$2ROOH \rightarrow ROO^{\bullet} + RO^{\bullet} + H_2O$$
$$R^{\bullet} + AH \rightarrow RH + A^{\bullet}$$
$$RO^{\bullet} + AH \rightarrow ROH + A^{\bullet}$$
$$ROO^{\bullet} + AH \rightarrow ROOH + A^{\bullet}$$
$$R^{\bullet} + A^{\bullet} \rightarrow RA$$
$$RO^{\bullet} + A^{\bullet} \rightarrow ROA$$
$$ROO^{\bullet} + A^{\bullet} \rightarrow ROOA$$

Так, під дією різних чинників (температури, опромінювання, металів-каталізаторів тощо) в системі виникають вільні низькомолекулярні радикали $R^{\bullet}$ практично з усіх компонентів, присутніх в системі. Вони, взаємодіючи з молекулярним киснем, утворюють пероксильні радикали $ROO^{\bullet}$, які швидко трансформуються у відповідні гідропероксиди ROOH. При накопиченні останніх відбувається їх гомолітичне розщеплення на оксильні $RO^{\bullet}$, пероксильні $ROO^{\bullet}$ та гідроксильні $HO^{\bullet}$ радикали. Введення антиоксиданту AH призводить до реакцій передачі ланцюга з утворенням стабільного радикала $A^{\bullet}$ або до рекомбінації існуючих радикалів. Це гальмує у цілому процес окиснення або повністю його зупиняє.

Наведений перебіг реакцій процесу можна прослідкувати на прикладі окиснення харчових олій, що містять у своїх структурах фрагменти ненасичених кислот:





Аналогічно до попередньої схеми, низькомолекулярні радикали $R^{\bullet}$ атакують ланки молекул ненасичених кислот і утворюють радикали алільного типу I, здатних до ізомеризації в інші алільні радикали II. Останні (на прикладі I) з киснем утворюють відповідні пероксильні радикали III, з яких формуються гідропероксиди IV. При гомолітичному розкладі таких гідропероксидів у системі накопичуються алілоксильні радикали V. Введення антиоксидантів, наприклад „іонолу" VI, викликає реакцію передачі ланцюга на молекулу антиоксиданта з утворенням малоактивного (стабільного) феноксильного радикала VII (кінетичний обрив ланцюга). Стабільність феноксильних

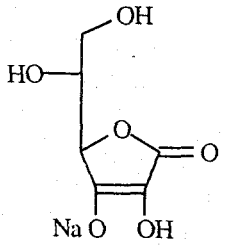
радикалів пояснюється можливістю делокалізації неспареного електрону в спряженій системі бензенового ядра, що підтверджується відповідними резонансними структурами VIII, IX, X, з яких дві останні не здатні до наступних перетворень внаслідок блокування *трет*-бутильними групами реакційного центру. Малоактивні феноксильні радикали на зразок VIII надалі здатні вступати в реакції рекомбінації практично з усіма існуючими в системі вільними радикалами I, II, III, V з утворенням стабільних відповідних сполук XI (матеріальний обрив ланцюга).

Загалом, ефективний прояв антиоксидаційної дії спостерігають при застосуванні суміші різних сполук із властивостями інгібіторів радикальних реакцій окиснення та синергістів антиоксидантів.

Е301* Аскорбат натрію

Антиоксидант, стабілізатор кольору, поліпшувач борошна та хліба, регулятор кислотності.

Синоніми: аскорбіновокислий натрій, вітамін С, аскорбінат натрію, sodium ascorbate, vitamin C.



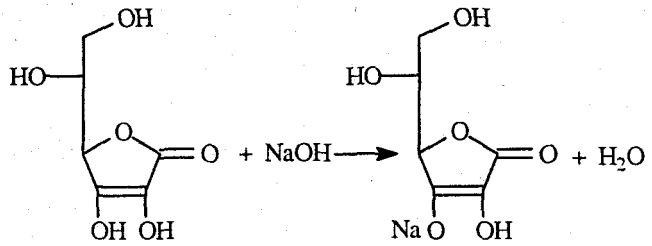
Хімічна назва: натрієва сіль γ-лактону 2,3-дидегідро-*L*-гулонової кислоти, або 2,3-дидегідро-*L-трео*-гексоно-1,4-лактон натрій енолят.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 219-221^{0}С, який розчиняється у воді (6,2 г/100г при 20^{0}С); середньо – у спиртах; не розчиняється в рослинних оліях, жирах. Аскорбат натрію схильний до окиснення на повітрі. pH 10% водного розчину 6,5-8,0. Питоме обертання площини поляризованого

світла 10% водного розчину $[\alpha]^{20}_D$ становить від $+103^0$ до $+106^0$. Втрати при висушуванні - не більше 0,25% (над концентрованою H_2SO_4 в ексикаторі під вакуумом, 24 години).

Джерело. Аскорбат натрію міститься в багатьох рослинах у формі аскорбатної (аскорбінової) кислоти. Див. (Е300) Аскорбатна кислота.

Добування. Аскорбат натрію одержують при взаємодії аскорбатної кислоти та гідроксиду натрія:



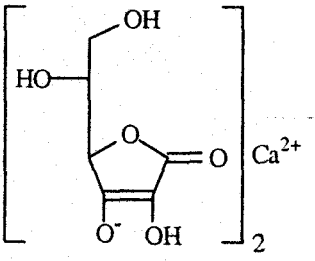
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Біологічну активність проявляє тільки правообертаюча (+)-*L*-аскорбатна кислота. Як вітамін вона необхідна людському організму і добова потреба становить 100 мг. При надлишку аскорбатної кислоти вона частково виділяється, а частково розщеплюється до оксалатної (щавлевої) кислоти.

Е302 Аскорбат кальцію

Антиоксидант, стабілізатор кольору, поліпшувач борошна та хліба, регулятор кислотності.

Синоніми: аскорбіновокислий кальцій, вітамін С, аскорбінат кальцію, calcium ascorbate, vitamin C.



Аскорбат кальцію існує у вигляді безводної солі та дигідрату.

Хімічна назва: кальцієва сіль γ-лактону 2,3-дидегідро-*L*-гулонової кислоти, або кальцієва сіль 2,3-дидегідро-*L-трео*-гексоно-1,4-лактон дигідрату.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який легко розчиняється у воді; середньо – в етанолі; не розчиняється в діетиловому етері, рослинних оліях, жирах. Схильний до окиснення на повітрі. pH 10% водного розчину 6,0-7,5. Питоме обертання 5% водного розчину $[\alpha]^{25}_{D}$ становить від +95 до $+97^{0}$.

Джерело. Аскорбат кальцію міститься в багатьох рослинах у формі аскорбатної кислоти. Див. (Е300) Аскорбатна кислота.

Добування. Аскорбат кальцію одержують при взаємодії аскорбатної кислоти та гідроксиду кальція.

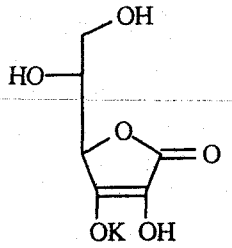
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, летючих речовин – не більше 0,3%, флуоридів – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е300) Аскорбатна кислота.

Е303 Аскорбат калію

Антиоксидант, стабілізатор кольору, поліпшувач борошна та хліба, регулятор кислотності.

Синоніми: аскорбіновокислий калій, вітамін С, аскорбінат калію, potassium ascorbate, vitamin C.



Аскорбат калію існує у вигляді безводної солі та дигідрату.

Хімічна назва: калієва сіль γ-лактону 2,3-дидегідро-*L*-гулонової кислоти, або калієва сіль 2,3-дидегідро-*L-трео*-гексоно-1,4-лактон дигідрату.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який добре розчиняється у воді; середньо – в етанолі; не розчиняється в рослинних оліях, жирах. Схильний до окиснення на повітрі.

Джерело. Аскорбат калію міститься в багатьох рослинах у формі аскорбатної кислоти. Див. (Е300) Аскорбатна кислота.

Добування. Аскорбат калію одержують при взаємодії аскорбатної кислоти та гідроксиду калія.

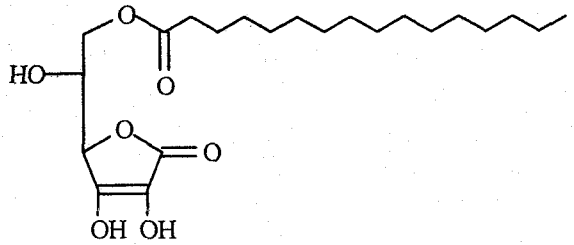
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, калію – 14,8-16,4%, аскорбатної кислоти – 63,4-77,4%, кристалізаційної води – 13,7-15,1%, арсену – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 5 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е300) Аскорбатна кислота.

Е304* Аскорбілпальмітат

Антиоксидант, стабілізатор кольору, емульгатор, розчинник.

Синоніми: вітамін С, 6-пальмітоїл-3-кето-*L*-гулофуранолактон, ascorbyl palmitat, *L*-ascorbyl palmitat, palmitoyl *L*-ascorbic acid, vitamin C.

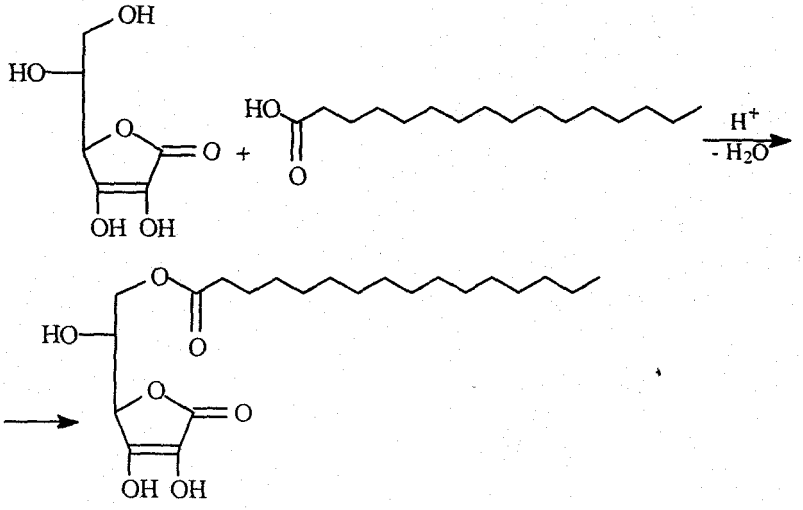


Хімічна назва: 2-(3′,4′-дигідрокси-5′-оксо-2′*H*-2′-фурил)-2-гідроксиетилгексадеканоат, або 2,3-дидегідро-*L-treo*-гексоно-1,4-лактон-6-пальмітат.

Фізико-хімічні властивості. Це порошок від білого до жовтуватого забарвлення з т. топ. 107-117^{0}С, який розчиняється у спиртах, неполярних розчинниках; погано розчиняється у воді. Питоме обертання 10% розчину в метанолі $[\alpha]^{20}_D$ становить від +21 до +24^0. Втрати при висшуванні – не більше 2,0% (56-60^{0}С у вакуум-сушільній шафі, 1 година).

Джерело. Аскорбілпальмітат міститься в багатьох рослинах у формі аскорбатної кислоти.

Добування. Одержують аскорбілпальмітат реакцією естерифікації аскорбатної кислоти з пальмітиновою кислотою:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, сульфатного попелу – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг. Крім того, кінцевий продукт містить також вільні аскорбатну, пальмітинову та інші вищі карбонові кислоти (супутні пальмітиновій), продукти розщеплення аскорбатної кислоти.

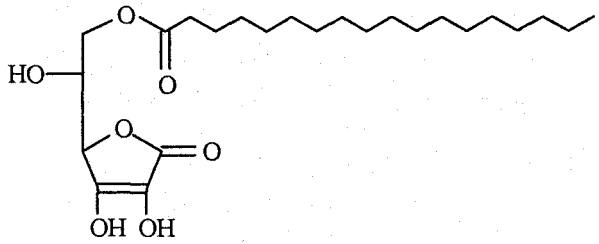
Метаболізм і токсичність. Аскорбілпальмітат в організмі людини повільно розщеплюється на вихідні аскорбатну та

пальмітинову кислоти. Надалі пальмітинова кислота метаболізується аналогічно іншим вищим карбоновим кислотам. Аскорбатна кислота при надлишку частково розщеплюється до оксалатної (щавлевої) кислоти, частково виділяється з організму.

Е305* Аскорбілстеарат

Антиоксидант, стабілізатор кольору, емульгатор, розчинник.

Синоніми: вітамін С, 6-стеароїл-3-кето-*L*-гулофуранолактон, ascorbyl stearat, *L*-ascorbyl stearat, stearoyl *L*-ascorbic acid, vitamin C.



Хімічна назва: 2,3-дидегідро-*L-трео*-гексоно-1,4-лактон-6-стеарат.

Фізико-хімічні властивості. Це порошок від білого до жовтуватого забарвлення з т. топ. 116^{0}С, який розчиняється у спиртах, неполярних розчинниках; не розчиняється у воді. Втрати при висушуванні становлять не більше 2,0% (56-60^{0}С у вакуум-сушільній шафі, 1 година).

Джерело. Аскорбілстеарат міститься в багатьох рослинах у формі аскорбатної кислоти.

Добування. Аскорбілстеарат одержують реакцією естерифікації аскорбатної кисоти зі стеариновою кислотою аналогічно аскорбілпальмітату (Е304).

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, сульфатного попелу – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг. Крім того, кінцевий продукт містить також вільні аскорбатну, стеаринову та

інші вищі карбонові кислоти (супутні стеариновій), продукти розщеплення аскорбатної кислоти.

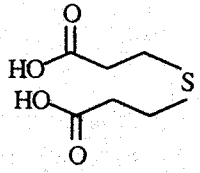
Метаболізм і токсичність. Аскорбілстеарат в організмі людини повільно розщеплюється на вихідні аскорбатну та стеаринову кислоти. Потім стеаринова кислота метаболізується аналогічно іншим вищим карбоновим кислотам. Аскорбатна кислота при надлишку частково розщеплюється до оксалатної (щавлевої) кислоти, частково виділяється з організму.

Е388 Тіодипропіонатна кислота

Антиоксидант.

Синоніми: 3,3'-thiodipropionic acid, diethyl sulfide 2,2'-dicarboxylic acid, thiodihydracrylic acid, TDPA.

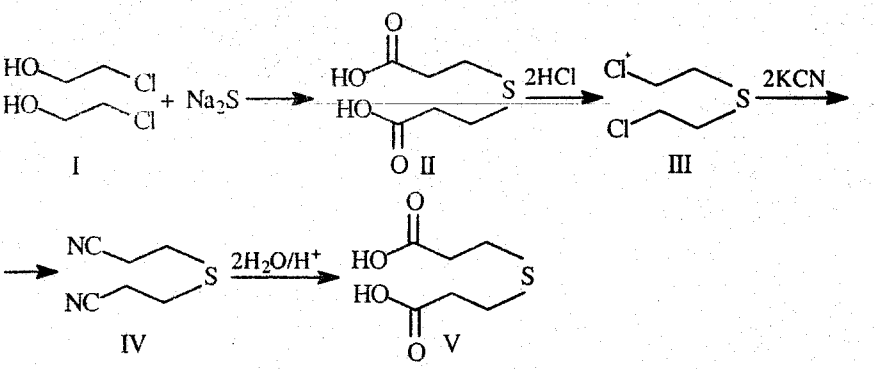
Будова. Тіодипропіонатна кислота за хімічною будовою є похідною органічних тіоетерів (сульфідів), у молекулах яких по боках розташовані карбоксильні групи:



Хімічна назва: 3,3'-тіодипропанова кислота.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 130-134^{0}С, який розчиняється в етанолі, гарячій воді (3,3 г/100 г). Кислотне число становить 620-630 мг КОН/г.

Добування. Синтез тіодипропіонатної кислоти починається із взаємодії етиленхлорогідрину I і сульфіда натрію з утворенням тіодигліколю II. З останнього при дії концентрованої хлоридної кислоти одержують дихлородіетилсульфід III, який при взаємодії з ціанідами лужних металів трансформується у відповідний динітрил IV. Потім відбувається реакція гідролізу нітрильних груп у кислому або лужному середовищі до утворення карбоксильних у кінцевій сполуці V:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,5%, сірки – 17,5-18,5%, сульфатного попелу – не більше 0,2%, селену – не більше 30 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

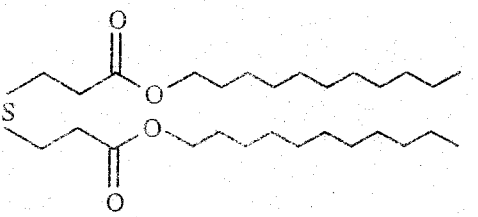
Метаболізм і токсичність. Тіодипропіонатна кислота для людини вважається малотоксичною речовиною. При застосуванні в оліях та жирах її кількість регламентують від 0,05 до 0,5%.

Е389 Дилаурилтіодипропіонат

Антиоксидант.

Синоніми: лауриловий діестер тіодипропіонатної кислоти, ester of thiodipropionic acid and a food grade laurylalcohol, didodecyl 3,3 -thiodipropionic acid, DLTP, PS 800.

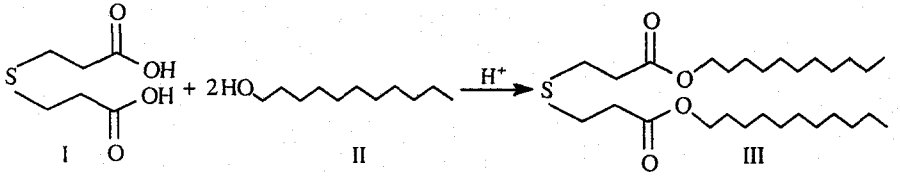
Будова. Дилаурилтіодипропіонат за хімічною будовою є повним естером тіодипропіонатної кислоти та лаурилового спирту (1-додеканолу):



Хімічна назва: дилаурилтіодипропіонат.

Фізико-хімічні властивості. Це білі пухнасті клаптики або гранули з т. топ. 39,5-42^{0}С, які не розчиняються у воді; розчиняються в бензені, толуені, діетиловому етері. Число омилення становить 205-215 мг КОН/г.

Добування. Наведений антиоксидант III одержують за допомогою реакції естерифікації при взаємодії тіодипропіонатної кислоти I з лауриловим спиртом II:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, тіодипропіонатної кислоти – не більше 0,2%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

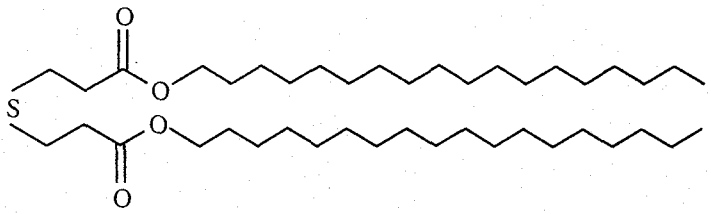
Метаболізм і токсичність. Див. Е388 Тіодипропіонатна кислота.

Е390 Дистеарилтіодипропіонат

Антиоксидант.

Синоніми: стеариловий діефір тіодипропіонатної кислоти, distearyl thiodipropionate, DSTDP, PS 802.

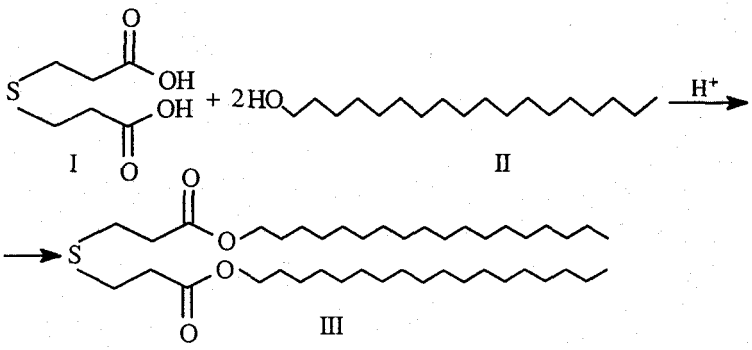
Будова. Дистеарилтіодипропіонат за хімічною будовою є повним естером тіодипропіонатної кислоти та стеарилового спирту (1-октадеканолу):



Хімічна назва: дистеарилдипропіонат.

Фізико-хімічні властивості. Це білі гранули з т. топ. 63,5-68,5^{0}С, які розчиняються в бензені, толуені, ацетоні і не розчиняються у воді. Число омилення 160-170 мг КОН/г. Кількість тіодипропіонатної кислоти повинно бути не більше 0,2%.

Добування. Наведений антиоксидант III одержують за допомогою реакції естерифікації при взаємодії тіодипропіонатної кислоти I з стеариловим спиртом II:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,0%, летючих речовин – не більше 0,5%, загального попелу – не більше 0,01%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

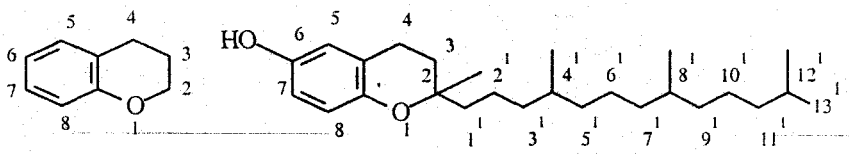
Метаболізм і токсичність. Див. Е388 Тіодипропіонатна кислота.

Е306* Концентрат суміші токоферолів

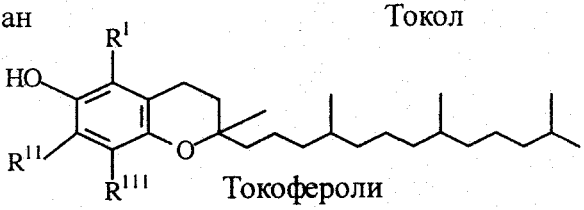
Антиоксидант, вітамін Е.

Синоніми: натуральні екстракти токоферолів, вітамін Е, метилтоколи, tocopherols concentrate, mixed; vitamin E.

Будова. За хімічною будовою токоферолі можна розглядати як метильні похідні токолу, або 2-метил-2-(4*R*′,8*R*′,12′-триметилтридецил)-6-гідроксихроману, який, у свою чергу, є похідним гетероциклу хроману (бензо-γ-дигідропірану), до якого в положенні 2 прищеплені три гідровані ланки ізопрену:



Хроман Токол

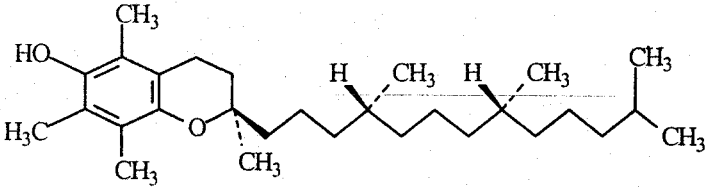


Токофероли

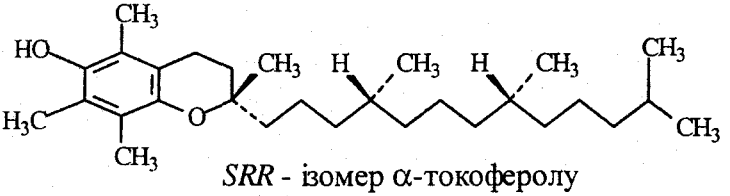
Найвідомішими з токоферолів вважають сім типів, які позначають грецькими літерами.

Концентрат суміші токоферолів складається з: α-токоферола ($R' = CH_3$, $R'' = CH_3$, $R''' = CH_3$); β-токоферола ($R' = CH_3$, $R'' = H$, $R''' = CH_3$); γ-токоферола ($R' = H$, $R'' = CH_3$, $R''' = CH_3$); δ-токоферола ($R' = H$, $R'' = H$, $R''' = CH_3$); ε-токоферола ($R' = CH_3$, $R'' = H$, $R''' = H$); η-токоферола ($R' = H$, $R'' = CH_3$, $R''' = H$) і ξ-токоферола ($R' = CH_3$, $R'' = CH_3$, $R''' = H$). Основними компонентами наведеної суміші є α-, β-, γ- і δ-токофероли. Інші гомологи присутні в концентраті у менших кількостях. Нативні токофероли відрізняються один від одного кількістю і місцем розташування метильних груп в безеновому ядрі хроманового циклу. Так, α-токоферол – це 5,7,8-триметилтокол, β-токоферол – 5,8-диметилтокол, γ-токоферол – 7,8-диметилтокол, δ-токоферол – 8-метилтокол тощо.

Природні токофероли мають три хіральних атоми вуглецю (2,4′,8′ - див. формулу токолу) з різними конфігураціями (*R* чи *S*). Це призводить до існування для кожної форми токоферолів восьми стереоізомерів (епімерів), яких позначають при існуючій послідовності вищезгаданих хіральних атомів: *RRR*, *RRS*, *RSS*, *SSS*, *SRS*, *SRR*, *SSR*, *RSR*. Наприклад, нативний α-токоферол складається із суміші наведених епімерів, в якій переважає *RRR*-стереоізомер:



RRR - ізомер α-токоферолу



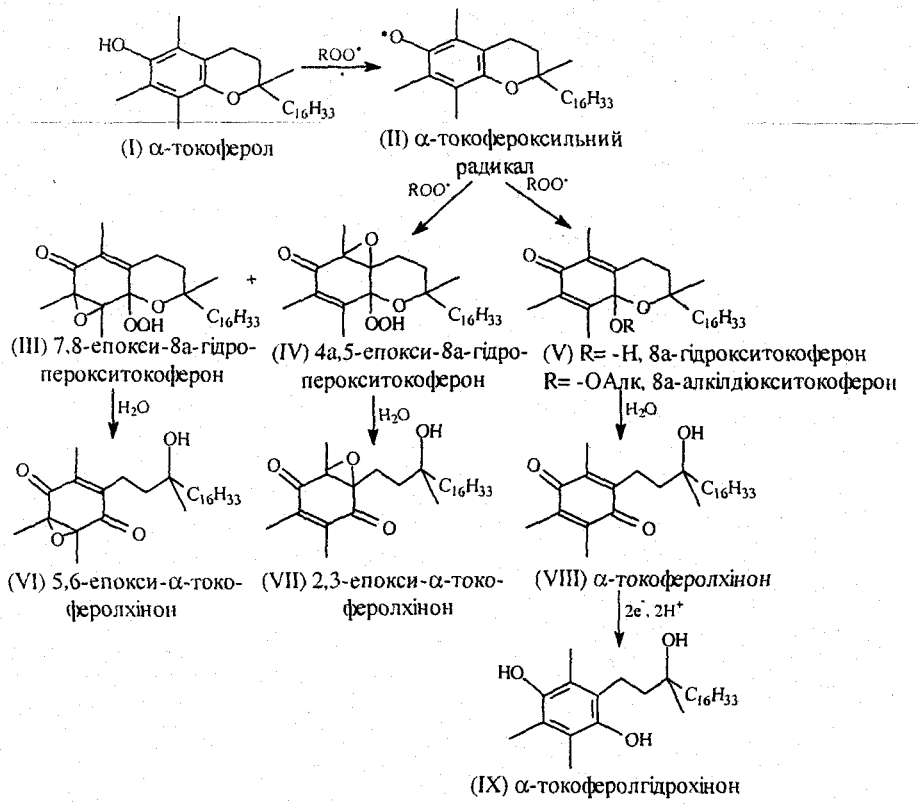
SRR - ізомер α-токоферолу

Інколи для таких рацематів застосовують умовне позначення *d,l*-токофероли (коректніше було б застосовувати відповідні *D,L*-позначення). Зауважимо, що епімери токоферолу біологічно не еквівалентні. Так, якщо біологічну (вітамінну) активність для α-токоферолацетату (*RRR*-ізомеру) прийняти за 100%, то для його *RRS*-ізомеру відповідна активність становить 90%, *RSS* - 73%, *SSS* - 60%, *RSR* - 57%, *SRS* - 37%, *SRR* - 31% і *SSR* - 21%.

Загальна хімічна назва: моно-, ди- і триалкільні похідні 2-метил-2-(4*R*′,8*R*′,12′-триметилтридецил)-6-гідроксихроману.

Фізико-хімічні властивості. Це в'язкі олії від світло-жовтого до червоно-коричневого забарвлення з т. топ. близько 0^0C, які добре розчиняються в рослинних оліях, жирах, діетиловому етері; середньо - у спиртах, гліколях; не розчиняються у воді. Вони легко окиснюються на повітрі та під дією УФ-опромінювання, внаслідок чого темніють. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{25}$ – не менше $+20^0$. При зберіганні може утворюватися воскоподібний осад мікрокристалічної форми.

Антиоксидаційна дія токоферолів грунтується на їхній здатності зв'язувати активні пероксильні радикали $ROO^{\bullet}$ та інші, які утворюються при окисненні ліпідів клітинних мембран. При цьому, внаслідок передачі радикального ланцюга на молекулу токоферолу I утворюється стабільний токофероксильний радикал II:



Механізм антиоксидаційної дії можливо (D.C.Liebler та інші, Anal. Biochem, v. 236, pp. 27, 1996) полягає у низці послідовних перетворень радикалу II під дією гідропероксидів та утворених з них вторинних радикалів на зразок $HOO^{\bullet}$, $HO^{\bullet}$, $RO^{\bullet}$ тощо (див. вступ до гл. 3.3) до гідрокси-, алкілдіокситокоферонів (V) або відповідних епоксипохідних (III, IV). У молекулах таких інтермедіатів під дією води відбувається розщеплення піранового циклу та відновлення хінонового фрагменту з утворенням гідрокси- (VIII, IX) та епоксипохідних (VI, VII) токоферолхінону.

Зазначимо, що найкращу антиоксидаційну властивість виявляє δ-токоферол, потім γ-, β- і α-, у той час, як вітамінна активність проявляється навпаки (найліпша вітамінна активність притаманна α-токоферолу).

Джерело. Токофероли містяться в рослинних оліях (соняшниковій, олії паростків пшениці, соєвій, арахісовій, кукурудзяній та інших), салаті, капусті, насінні злаків, меншою мірою в м'ясі, вершковому маслі, яєчному жовтку тощо.

Добування. Токофероли добувають традиційно методами виділення з рослинних олій за допомогою технологічних прийомів збагачення фракцій необхідним компонентом методом вакуумної перегонки.

Вміст основної речовини в кінцевому продукті (суміші всіх токоферолів) становить не менше 34,0%, кислотність (для 0,1 *N* NaOH) – не більше 0,5 мл, сульфатного попелу – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Крім того, концентрати суміші токоферолів бувають ще з високим і низьким вмістом *d*-α-токоферолу – так звані „high-alpha" і „low-alpha" види відповідно із загальною кількістю токоферолів – не менше 50,0%. Для „high-alpha" виду з існуючої кількості загальних токоферолів вміст α-токоферолу становить не менше 50,0%, суміші *d*-β-, *d*-γ- та *d*-δ-токоферолів – не менше 20,0%. Екстракт „low-alpha" type містить *d*-β-, *d*-γ- і *d*-δ-токоферолів – не менше 80,0% від загальної кількості токоферолів.

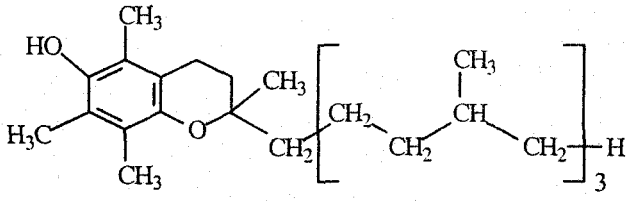
Метаболізм і токсичність. Антиоксидаційна дія токоферолів полягає у захисті від окиснення ліпідів клітинних мембран, точніше ненасичених вищих карбонових кислот, які входять до їхнього складу. Вважають, що передозування організму токоферолами не шкідливе, проте не ефективне.

E307* α-Токоферол

Антиоксидант, вітамін Е.

Синоніми: альфа-токоферол, (+)-альфа-токоферол; 5,7,8-триметилтокол, RRR-альфа-токоферол, вітамін Е, α-tocopherol, (+)-alpha-tocopherol, RRR-alpha-tocopherol; 5,7,8-trimethyltocol, dl-alpha-tocopherol.

Будова. До цієї групи α-токоферолів належать нативний і синтетичний (рацемічний). Синтетичний α-токоферол існує у вигляді рацемічної суміші всіх можливих восьми типів епімерів („all-rac" або *d,l*-α-токоферол), будова яких наведена вище (Е306):



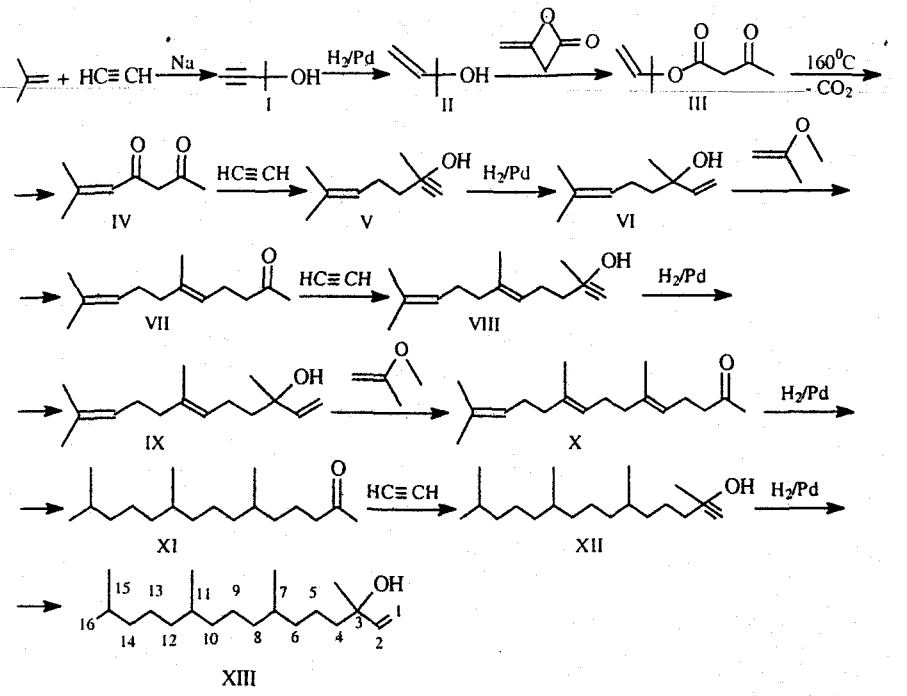
Хімічна назва: 2,5,7,8-тетраметил-2-(4′*R*,8′*R*,12′-триметилтридецил)-6-гідроксихроман.

Фізико-хімічні властивості. Це в'язка прозора олія від ясно-жовтого до бурштинового кольору з т. топ. 2,5-3,5^{0}С і т. кип. 200-220^{0}С при 0,07 мм рт. стовп. Вона розчиняється в рослинних оліях, ліпідах (жирах), спиртах, гліколях; змішується з етанолом, діетиловим етером, хлороформом; у воді – не розчиняється. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{25}$ – не менше +24^0 для нативного і 0 ± 0,05^0 для синтетичного (10% розчини у хлороформі). На повітрі та під дією УФ-опромінюванні окиснюється і темніє.

Джерело. Див. (Е306) Концентрат суміші токоферолів.

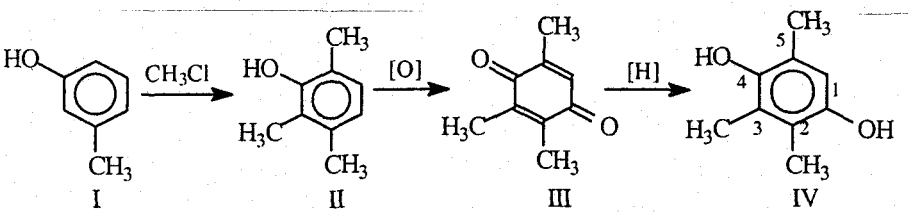
Добування. α-Токоферол добувають традиційно методом виділення з рослинних олій, в яких його кількість становить від 40 до 400 мг/100 г, за допомогою вакуумної перегонки.

Розроблені також кілька методів синтезу, найважливіші з яких грунтуються на конденсації триметилгідрохінону з фітолом (3,7,11,15-тетраметил-2-гексадецен-1-олом) або ізофітолом (3,7,-11,15-тетраметил-1-гексадецен-3-олом). Так, одержання α-токоферолу полягає у початковому синтезі ізофітолу:



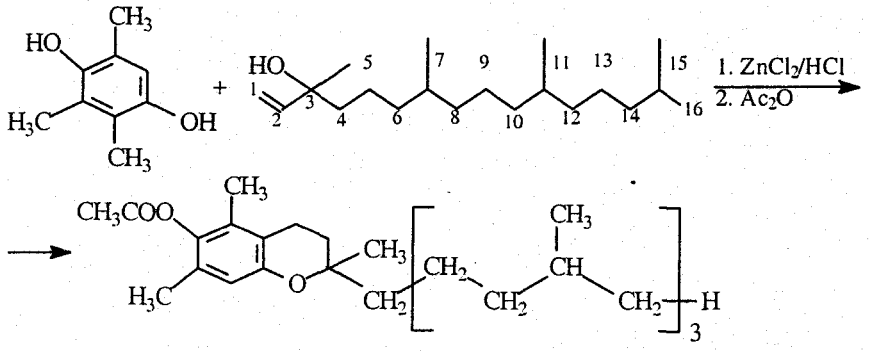
Синтез починається з добування пропаргілового спирту I взаємодією ацетону з ацетиленом, який потім гідрують над каталізатором Ліндлара до вінілдиметилметанолу II. При взаємодії II з дикетеном утворюється ненасичений кетоестер III, нагріванням якого одержують 6-метил-5-гептен-2-он IV. Надалі при конденсації ацетилену з кетоном IV відбувається нарощування вуглецевого ланцюга і утворення дегідроліналоолу V, який каталітичним гідруванням переводять до ліналоолу VI. При конденсації VI із ізопропенілметиловим етером добувають геранілацетон VII, який знову конденсують із ацетиленом до дегідронеролідолу VIII і відновлюють до неролідолу IX. Після цього сполуку IX конденсують із ізопропенілметиловим етером до фарнезилацетону X, гідрування якого дає ненасичений кетон XI. При конденсації останнього з ацетиленом спостерігається утворення дегідроізофітолу XII, гідруванням якого одержують ізофітол XIII.

Іншим необхідним компонентом синтезу α-токоферола є триметилгідрохінон. Його одержання полягає у таких перетвореннях:



Вихідний *м*-крезол I алкілюють до 2,3,6-триметилфенолу II, який виділяють із суміші утворених при цьому речовин. Окисненням виділеного II одержують 2,3,6-триметил-1,4-бензохінон III, при відновленні якого отримують триметилгідрохінон IV.

Останнім етапом синтезу α-токоферолу (у формі відповідного ацетату) є конденсація триметилгідрохінону з ізофітолом з формуванням хроманового ядра та подальше ацетилювання фенольного гідроксилу ацетатним ангідридом:



Незважаючи на багатостадійність одержання ізофітолу, перевагою цього методу, як вважають, є утворення проміжних важливих запашних сполук.

Вміст основної речовини (суміші всіх токоферолів) у кінцевому продукті становить не менше 40,0%, з яких частка α-токоферолу – не менше 95,0% для нативного продукту і не менше 96,0% для синтетичного; сульфатного попелу – не більше 0,1%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

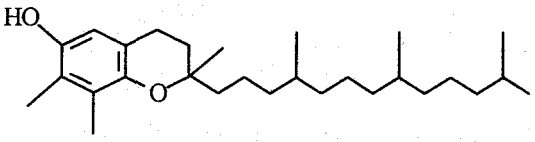
Метаболізм і токсичність. Див. (Е306) Концентрат суміші токоферолів.

Е308* γ-Токоферол синтетичний

Антиоксидант.

Синоніми: гама-токоферол синтетичний, 7,8-диметилтокол, tocopherol synth, gamma-tocopherol, dl-γ- tocopherol, 7,8-dimethyltocol.

Будова. Синтетичний γ-токоферол (7,8-диметилтокол) існує у вигляді рацемічної суміші всіх можливих восьми типів епімерів (all-rac), будова яких наведена вище (Е306):



Хімічна назва: 2,7,8-триметил-2-(4′*R*,8′*R*,12′-триметилтридецил)-6-гідроксихроман.

Фізико-хімічні властивості. Це в'язка прозора олія від жовтого до бурштинового кольору з т. топ. від –3 до -2^{0}С і т. кип. 200^{0}С (0,1 мм рт. стовп.). Значення показника заломлення n_D^{20} становить 1,503-1,507. γ-Токоферол синтетичний розчиняється в рослинних оліях, жирах, спиртах, гліколях; середньо – в етанолі, діетиловому етері, хлороформі; не розчиняється у воді. На повітрі та під дією УФ-опромінюванні окиснюється і темніє.

Джерело. Див. (Е306) Концентрат суміші токоферолів.

Добування. γ-Токоферол одержують шляхом конденсації відповідного диметилзаміщеного *n*-гідрохінона з фітолом або ізофітолом аналогічно синтезу α-токоферолу.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,0%, сульфатного попелу – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

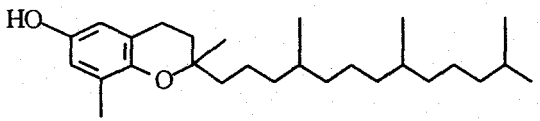
Метаболізм і токсичність. Біологічну (вітамінну) дію γ-токоферол проявляє в десять разів меншу, ніж α-токоферол.

Е309* δ-Токоферол синтетичний

Антиоксидант.

Синоніми: дельта-токоферол синтетичний, 8-метилтокол, dl-δ-tocopherol, δ-tocopherol synth, delta-tocopherol, 8-methyltocol.

Будова. Синтетичний δ-токоферол (8-метилтокол) існує у вигляді рацемічної суміші всіх можливих восьми типів епімерів (all-rac), будова яких наведена вище (Е306):



Хімічна назва: 2,8-диметил-2-(4′*R*,8′*R*,12′-триметилтридецил)-6-гідроксихроман.

Фізико-хімічні властивості. Це в'язка прозора олія від жовтого до бурштинового кольору. Вона розчиняється в оліях, жирах, спиртах, гліколях; середньо – в етанолі, діетиловому етері, хлороформі; не розчиняється у воді. Значення показника заломлення n_D^{20} становить 1,500-1,504. На повітрі та під дією УФ-опромінюванні окиснюється і темніє. З токоферолів він проявляє максимальну антиоксидаційну здатність.

Джерело. Див. (Е306) Концентрат суміші токоферолів

Добування. δ-Токоферол одержують шляхом конденсації відповідного метилзаміщеного *п*-гідрохінону з фітолом або ізофітолом аналогічно синтезу α-токоферолу.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,0%, сульфатного попелу – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

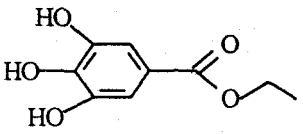
Метаболізм і токсичність. Див. (Е306) Концентрат суміші токоферолів.

Е313 Етилгалат

Антиоксидант.

Синоніми: естер етилового спирту і галової кислоти, естер етилового спирту і галатної кислоти, естер етилового спирту і 3,4,5-тригідроксибензоатної кислоти, ethyl gallate; ethyl 3,4,5-trihydroxybenzoate; gallyc acid, ethyl ester; TBA.

Будова. Етилгалат за хімічною будовою є естером галатної (3,4,5-тригідроксибезоатної) кислоти та етилового спирту:

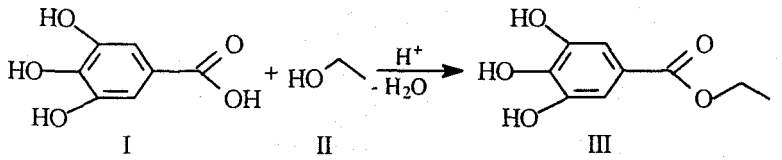


Хімічна назва: етил-3,4,5-тригідроксибензоат.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічний порошок від білого до слабо жовтого кольору з т. топ. 151-154^{0}С, який розчиняється в спиртах, гліколях, діетиловому етері; слабо – у воді; не розчиняється у рослинних оліях. Втрати при висушуванні становлять не більше 1,0%.

Джерело. Етилгалат у формі галатної (галової) кислоти міститься у незначних кількостях в лігніні, дубільних речовинах.

Добування. Етилгалат III одержують методом естерифікації галатної кислоти I етиловим спиртом II при нагріванні у кислому середовищі:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, загального попелу – не більше 0,1%.

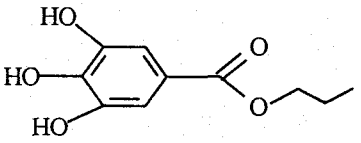
Метаболізм і токсичність. Етилгалат розщеплюється в кишечнику людини, основна частина галатної кислоти виділяється із сечею у вигляді метилпохідної.

Е310 Пропілгалат

Антиоксидант.

Синоніми: естер пропілового спирту і галової кислоти, естер пропілового спирту і галатної кислоти, естер пропілового спирту і 3,4,5-тригідроксибензоатноїй кислоти, propyl gallate; gallyc acid, propyl ester.

Будова. Пропілгалат за хімічною будовою є естером галатної (3,4,5-тригідроксибезоатної) кислоти та пропілового спирту:

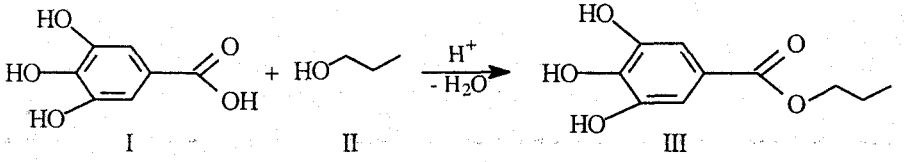


Хімічна назва: пропіл-3,4,5-тригідроксибензоат.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічний порошок від білого до слабо жовтого кольору з т. топ. 146-150^{0}С , який добре розчиняється в спиртах, гліколях, діетиловому етері; середньо – в оліях, жирах; практично не розчиняється у воді (0,35 г/100 мл при 20^{0}С). Втрати при висушуванні становлять не більше 1,0% (110^0, 4 години).

Джерело. Пропілгалат у формі галатної (галової) кислоти міститься в лігніні, дубільних речовинах.

Добування. Пропілгалат III одержують методом естерифікації галатної кислоти I пропіловим спиртом II при нагріванні у кислому середовищі:



I II III

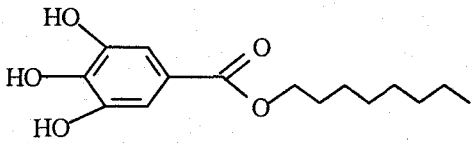
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, сульфатного попелу – не більше 0,1%, вільних кислот (галатної кислоти) – не більше 0,5%, хлорорганічних сполук (C_1) – не більше 100 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Пропілгалат розщеплюється в кишечнику людини, основна частина галатної кислоти виділяється із сечею у вигляді метилпохідної.

Е311 Октилгалат

Антиоксидант.

Синоніми: естер октилового спирту і галової кислоти, естер октилового спирту і галатної кислоти, естер октилового спирту і 3,4,5-тригідроксибензоатної кислоти, octyl gallate; gallyc acid, octyl ester.

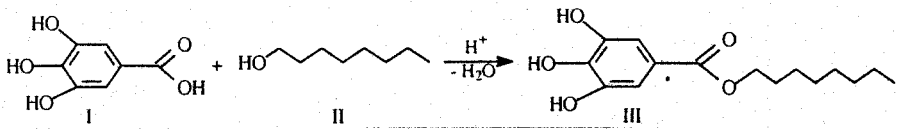


Хімічна назва: октил-3,4,5-тригідроксибензоат.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічний порошок від білого до слабо жовтого кольору з т. топ. 99-102^{0}С, який добре розчиняється в спиртах, гліколях, діетиловому етері; середньо – в оліях, жирах; не розчиняється у воді. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,5% (90^{0}С, 6 годин).

Джерело. Октилгалат у формі галатної кислоти міститься в лігніні, дубільних речовинах.

Добування. Октилгалат III одержують методом естерифікації галатної кислоти I октиловим спиртом (1-октанолом) II при нагріванні у кислому середовищі:



I II III

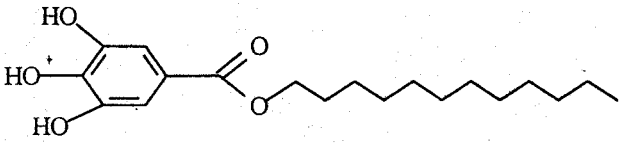
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,5% (після висушування при 90^{0}С протягом 6 годин), вільних кислот (галатної кислоти) – не більше 0,5%, сульфатного попелу – не більше 0,05%, хлорорганічних сполук (C_l) – не більше 100 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Наведений естер розщеплюється в кишечнику людини, основна частина галатної кислоти виділяється із сечею у вигляді метилпохідної.

Е312 Додецилгалат

Антиоксидант.

Синоніми: естер додецилового спирту і галової кислоти, естер додецилового спирту і галатної кислоти, естер додецилового спирту і 3,4,5-тригідроксибензоатної кислоти, dodecyl gallate; gallyc acid, dodecyl ester.



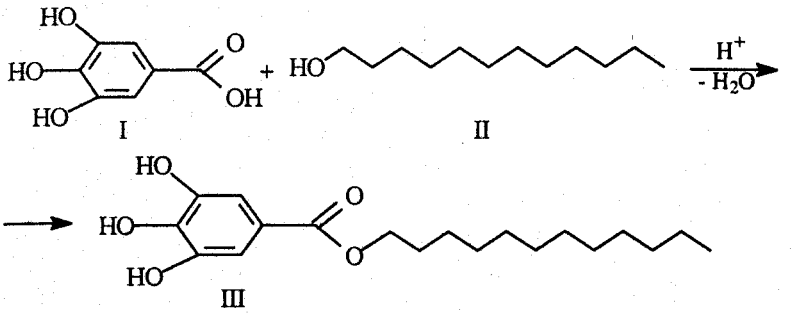
Хімічна назва: додецил-3,4,5-тригідроксибензоат.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічний порошок від білого до кремового кольору з т. топ. 95-98^{0}С, який добре розчиняється в спиртах, гліколях, діетиловому етері; середньо – в оліях, жирах; не розчиняється у воді. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,5% (90^{0}С, 6 годин).

Зазначимо, що антиоксидаційна активність галатів зменшується в такому порядку: додецил- > бутил- > пропіл- > етилгалат.

Джерело. Додецилгалат у формі галатної кислоти міститься в лігніні, дубільних речовинах.

Добування. Додецилгалат III одержують методом естерифікації галатної кислоти I додециловим спиртом (1-додеканолом) II при нагріванні:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,5% (після висушування при 90^{0}С протягом 6 годин), вільних кислот (галатної) – не більше 0,5%, сульфатного попелу – не більше 0,05%, хлорорганічних сполук (C_1) – не більше 100 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 30 мг/кг.

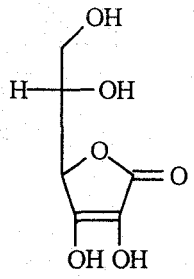
Метаболізм і токсичність. Додецилгалат розщеплюється в кишечнику людини, основна частина галатної кислоти виділяється із сечею у вигляді метилпохідної.

Е315 Ізоаскорбатна кислота

Антиоксидант, стабілізатор забарвлення.

Синоніми: ериторбова кислота, лівообертаюча *D*-ізоаскорбінова кислота, ізоаскорбінова кислота, isoascorbic acid, erythorbic acid, *D*-arboascorbic acid.

Будова. D-ізоаскорбатна кислота є енантіомером (інколи називають епімером) *L*-аскорбатної (Е333 – гл. 1.1) і відрізняється від неї конфігурацією С5-атома:



Хімічна назва: γ-лактон *D-еритро*-2,3,4,5-пентагідрокси-2-гексенової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це біла кристалічна речовина з т. топ. 164-172^{0}С, яка розчиняється у воді (10 г/100 мл при 20^{0}С), спиртах; середньо – в гліколях; не розчиняється в оліях, жирах. Значення питомого обернення $[\alpha]_D^{25}$ 10% водного розчину становить від –16,5 до –18^0. Втрати при висушуванні - не більше 0,4% (над силікагелем під зменшеним тиском, 3 години). Нестійка до дії світла і вологи. Антиоксидаційна дія ізоаскорбатної кислоти та її солей така сама, як і аскорбатної кислоти та її солей.

Джерело. Ізоаскорбатна кислота в природі не зустрічається.

Добування. Ізоаскорбатну кислоту одержують із сахарози мікробіологічним синтезом.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, сульфатного попелу – не більше 0,3%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

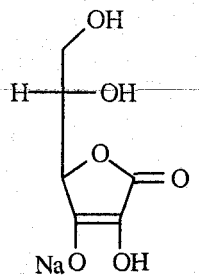
Метаболізм і токсичність. Ізоаскорбатна кислота біологічну (вітамінну) дію проявляє малу – приблизно до 5% від активності аскорбатної кислоти.

Е316* Ізоаскорбат натрію

Антиоксидант, стабілізатор забарвлення.

Синоніми: еритробат натрію, натрієва сіль ізоаскорбінової кислоти, sodium isoascorbate, sodium erythorbate.

Будова. Ізоаскорбатна кислота утворює відповідні солі внаслідок прояву кислотних властивостей енольних гідроксилів при С2 і С3:



Ізоаскорбат натрію існує у вигляді безводної солі та моногідрату.

Хімічна назва: натрієва сіль γ-лактону *D-еритро*-2,3,4,5-пентагідрокси-2-гексенової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 200^{0}С (розкл.), який добре розчиняється у воді (15 г/100 мл при 20^{0}С), спиртах; середньо – в гліколях; не розчиняється в оліях, жирах, аліфатичних та ароматичних вуглеводнях. pH 10% водного розчину 5,5-8,0. Значення питомого обертання $[\alpha]_D^{25}$ 10% водного розчину становить від +95,5 до +98^0. Втрати при висушуванні – не більше 0,25% (під вакуумом над H_2SO_4, 24 години).

Добування. Наведений антиоксидант одержують при взаємодії ізоаскорбатної кислоти з гідроксидом натрію.

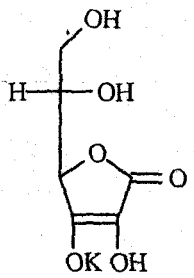
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Ізоаскорбат натрію біологічну (вітамінну) дію проявляє малу – приблизно до 5% від активності аскорбатної кислоти. Негативну дію на організм людини не виявлено.

Е317 Ізоаскорбат калію

Антиоксидант, стабілізатор забарвлення.

Синоніми: еритробат калію, калієва сіль ізоаскорбінової кислоти, potassium isoascorbate, potassium erythorbate.



Хімічна назва: калієва сіль γ-лактону *D-еритро*-2,3,4,5-пентагідрокси-2-гексенової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який добре розчиняється у воді, спиртах; середньо – в гліколях; не розчиняється в оліях, жирах, аліфатичних та ароматичних вуглеводнях.

Добування. Ізоаскорбат калію одержують з ізоаскорбатної кислоти та гідроксида калію реакцією нейтралізації.

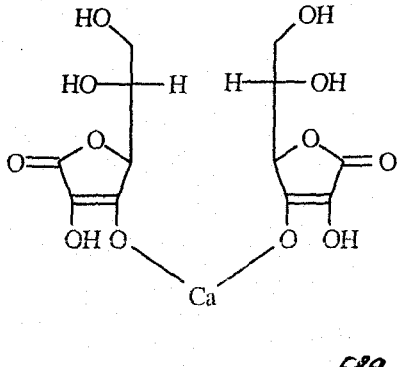
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%.

Метаболізм і токсичність. Ізоаскорбат калію біологічну (вітамінну) дію проявляє малу – приблизно до 5% від активності аскорбатної кислоти.

Е318 Ізоаскорбат кальцію

Антиоксидант, стабілізатор забарвлення.

Синоніми: еритробат кальцію, кальцієва сіль ізоаскорбінової кислоти, кальцієва сіль ізоаскорбатної кислоти, calcium isoascorbate, calcium erythorbate.



Хімічна назва: кальцієва сіль γ-лактону *D-еритро*-2,3,4,5-пентагідрокси-2-гексенової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який добре розчиняється у воді, спиртах; середньо – в гліколях; не розчиняється в оліях, жирах, аліфатичних та ароматичних вуглеводнях.

Добування. Ізоаскорбат кальцію одержують з ізоаскорбатної кислоти та гідроксида кальцію.

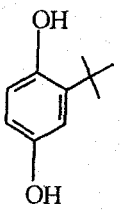
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%.

Метаболізм і токсичність. Даний антиоксидант біологічну (вітамінну) дію проявляє малу – приблизно до 5% від активності аскорбатної кислоти.

Е319 *трет*-Бутилгідрохінон

Антиоксидант.

Синоніми: *трет*-бутил-1,4-бензолдіол, трет-бутил-1,4-дигідроксибензол, ТБГХ, tetriary butylhydroquinone, TBHQ.

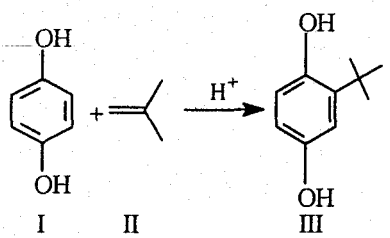


Хімічна назва: 2-*трет*-бутил-1,4-бензендіол.

Фізико-хімічні властивості. Це біло-жовтуватий воскоподібний порошок з т. топ. 126,5-128,5^{0}C і т. кип. 295^{0}C, який розчиняється в спиртах (в етанолі 120 г/100 г при 25^{0}C), ацетоні (190 г/100 г при 25^{0}C), оліях, жирах; практично не розчиняється у воді (1,0 г/100 г при 20^{0}C).

Добування. трет-Бутилгідрохінон III одержують методом алкілювання гідрохінона I ізобутиленом II в присутності водних

розчинів мінеральних кислот або електрохімічно, виходячи з відповідного *трет*-бутилфенолу:



I II III

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, 2,5-ди-*трет*-бутилгідрохінону – не більше 0,2%, *трет*-бутил-*п*-бензохінону – не більше 0,2%, гідрохінону – не більше 0,1%, толуену – не більше 25 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг. Крім того, у кінцевому продукті містяться продукти розкладу 2,3-дигідро-5-гідрокси-2,2-диметилбензофурану.

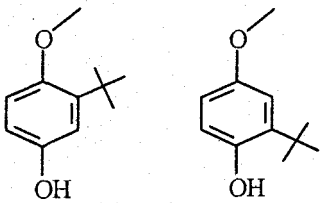
Метаболізм і токсичність. Цей антиоксидант разом з іншими фенольними антиоксидантами продовжує перевірятися на токсичність, остаточні висновки про це відсутні.

Е320* *трет*-Бутилгідроксианізол

Антиоксидант.

Синоніми: бутилгідроксианізол бутилоксианізол, БОА, бутильований (гідр)оксианізол, bunylhydroxyanisole, butylated hydroxyanisole, (1,1-dimethylethyl)-4-methoxyphenol, BHA.

Будова. трет-Бутилгідроксианізол є сумішшю структурних ізомерів 3-*трет*-бутил-4-метоксифенолу (3-БОА), вміст якого становить приблизно 85%, і 2-*трет*-бутил-4-метоксифенолу (2-БОА) із вмістом приблизно 15%:

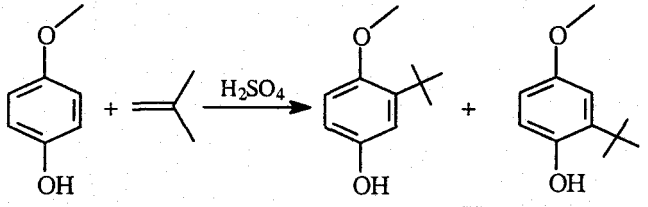


I (3-БОА) II (2-БОА)

Хімічна назва: 3-БОА - 3-*трет*-бутил-4-метоксифенол, 2-БОА - 2-*трет*-бутил-4-метоксифенол.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічний порошок від білого до рожевого забарвлення з т. топ. 59-63^{0}С і т. кип. 264-270^{0}С, який добре розчиняється в рослинних оліях, ліпідах (жирах), α-пропіленгліколі; середньо – в етанолі, парафіні, гліцеролі; не розчиняється у воді. Для 2-БОА т. топ. становить 60-61^0, для 3-БОА – 50-51^{0}С.

Добування. трет-Бутилгідроксианізол III (суміш) одержують методом алкілювання *п*-метоксифенолу I ізобутиленом II в присутності мінеральної кислоти:



I II III

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,5%, з яких 3-БОА – не менше 85,0%; сульфатного попелу – не більше 0,05% (800 ± 25^{0}С), арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг. У кінцевому продукті містяться також ізомери з різною кількістю *трет*-бутильних груп, *трет*-бутилгідрохінон – не більше 0,5%.

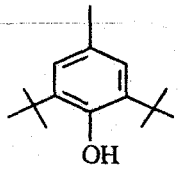
Метаболізм і токсичність. Біологічна дія *трет*-бутилгідроксианізолу на людину ще перевіряється, остаточні висновки про токсичність відсутні. Його концентровані розчини подразнюють шкіру та очі. З організму відносно швидко виводиться із сечею у вигляді глюкуроніда.

Е321* Ди-*трет*-бутилгідрокситолуен

Антиоксидант.

Синоніми: бутилгідрокситолуол, 2,6-ди-*трет*-бутил-*п*-крезол, *трет*-бутилгідрокситолуен, бутилокситолуол, бутильований окситолуол,

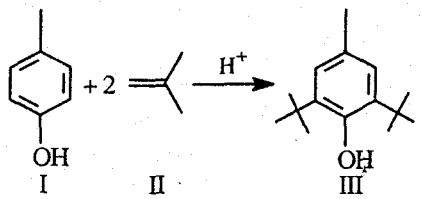
БОТ, іонол, агідол, дибунол, butylhydroxytoluene, BHT, 2,6-di-*tert*-butyl-*p*-cresol, butylhydroxytoluol.



Хімічна назва: 2,6-ди-*трет*-бутил-4-метилфенол.

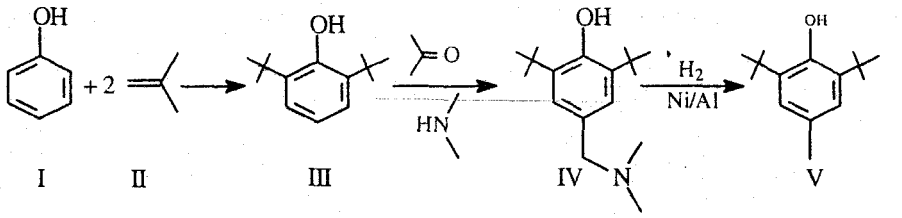
Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 69,7^{0}С і т. кип. 265^{0}С, який добре розчиняється в ацетоні, діетиловому етері; середньо – в спиртах, рослинних оліях, жирах; не розчиняється у воді, гліцеролі, α-пропіленгліколі.

Добування. Ди-*трет*-бутилгідрокситолуен III одержують методом алкілювання *п*-крезолу I ізобутиленом II в присутності мінеральної кислоти (сульфатної або фосфатної) чи *п*-толуенсульфонової при 50-80^{0}С:



У кінцевому продукті як домішки містяться також ізомери з різною кількістю *трет*-бутильних груп.

Іншим методом одержання іонолу є застосування реакції Манніха (амінометилювання) до 2,6-ди-*трет*-бутилфенола III, який, своєю чергою, отримують при алкілюванні фенолу I ізобутиленом II в присутності каталітичної кількості феноляту алюмінію при 90-95^{0}С. Амінометилювання проводять за допомогою формальдегіду та диметиламіну в метанолі при 50-90^{0}С з утворенням відповідного алкіламінофенолу IV, від молекули якого при каталітичному гідрогенолізі (150^{0}С) відщеплюється диметиламін з утворенням кінцевого продукту V:



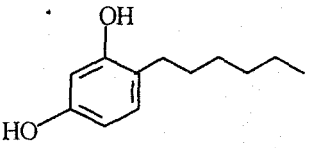
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, фенольних домішок – не більше 0,5%, сульфатного попелу – не більше 0,005%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Біологічна дія ди-*трет*-бутилгідрокситолуену на людину ще перевіряється, остаточні висновки про токсичність відсутні.

Е586 4-Гексилрезорцинол

Антиоксидант, антисептик.

Синоніми: 4-гексилрезорцин, 4-гексилбензол-1,3-діол, hexylresorcinol, 1,3-dixydroxy-4-hexylbenzen.

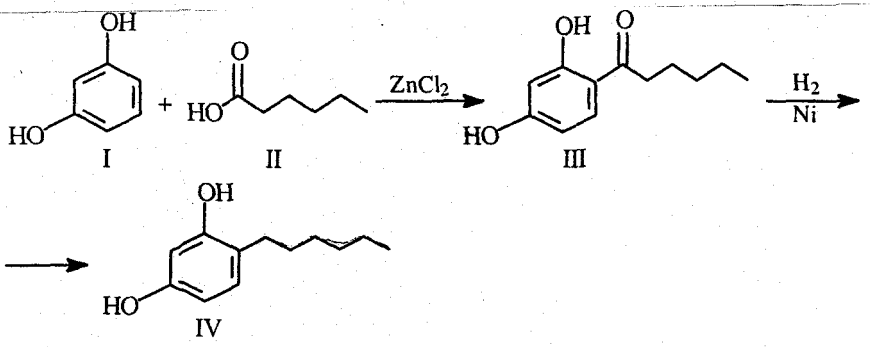


Хімічна назва: 1,3-дигідрокси-4-гексилбензен.

Фізико-хімічні властивості. Це біла кристалічна речовина з т. топ. 65-67^{0}С і т. кип. 333^{0}С або 178^{0}С при 6 мм рт. стовп., яка розчиняється у хлороформі (5 г/100 мл), етанолі, діетиловому етері; у воді практично не розчиняється (0,05 г/100 г при 20^{0}С).

Добування. Наведений антиоксидант одержують реакцією ацилювання резорцинолу I капронатною (гексановою) кислотою II в присутності кислот Льюіса при 125-135^{0}С. У результаті

утворюється 4-ацилрезорцинол III, який надалі відновлюють в присутності нікеля або за Клемменсеном до необхідної сполуки IV:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, вільних кислот – не більше 0,05%, сульфатного попелу – не больше 0,1%, нікелю – не більше 2 мг/кг, меркурію – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Метаболізм і токсичність.

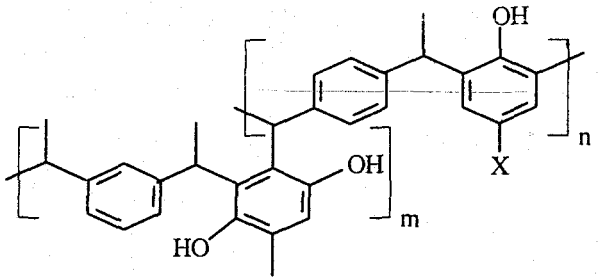
Антиоксидант 4-гексилрезорцинол дозволений до застосування в харчовій промисловості і продовжує перевірятися на токсичність щодо дії на людський організм.

Е323 Аноксомер

Антиоксидант.

Синоніми: anoxomer.

Будова. Це полімер *трет*-бутилгідрохінону з *м*- і *п*-дивінілбензеном та іншими похідними фенолу – *п-трет*-бутилфенолом, *п*-метоксифенолом, *п*-крезолом і 2,2-*біс*-(4-гідроксифеніл)пропаном (*біс*-фенолом А) складної, остаточно не визначеної, хімічної будови з середньою молекулярною масою приблизно 3 800 – 4 000:



$X = CH_3, OCH_3, C(CH_3), C(CH_3)_2 - C_6H_4 - OH$

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який легко розчиняється у неполярних розчинниках; середньо – спиртах, оліях; не розчиняється у воді, гліколях.

Добування. Аноксомер одержують методом конденсаційної полімеризації (полірекомбінації, або поліконденсації за радикальним механізмом) суміші наведених сполук при нагріванні в присутності радикальних ініціаторів. Формування структури аноксомеру відбувається внаслідок здатності молекул дивінілбензену взаємодіяти з низькомолекулярними радикалами ініціатора та рекомбінації, утворених при цьому вторинних радикалів, з радикалами, які, виникають з похідних фенолу при атаці їх бензенового ядра іншими радикалами ініціатора.

Вміст у кінцевому продукті основної речовини (полімерів з молекулярною масою приблизно 3 800) становить не менше 98,0%, з молекулярною масою < 500 – не більше 1,0%, з молекулярною масою > 50 000 – не більше 5,0%; *п*-метоксифенольних фрагментів – 40,0-43,0%, *трет*-бутилгідрохінонових – 11,2-12,9%, *п*-крезольних – 8,0-14,0%, *трет*-бутилфенольних – 19,0-23,0%, *біс*-фенольних – 7,0-11,0%, нафталену – не більше 25 мг/кг, вільного дивінілбензену – не більше 50 мг/кг, вільного вінілетилбензену – не більше 100 мг/кг, ксиленів (ксилолів) – не більше 50 мг/кг, води – не більше 1,0% (за Фішером), загальних фенольних фрагментів 3,2-3,8 мілі-екв/г, арсену – не більше 3 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Аноксомер в організмі людини не всмоктується, не розщеплюється на інші продукти і виводиться у незмінному стані.

Е241 Гваякова камедь (gum guaiac).

Антиоксидант.

Див. Е314 Гваякова смола (guaiac resin) – гл.1.5. В документах FNP5 і FCCIV між ними різниці немає.

Е1102* Глюкозооксидаза

Антиоксидант, синергіст антиоксидантів, поліпшувач борошна та хліба.

Синоніми: β-*D*-глюкоза:оксиген 1-оксидоредуктаза – систематична назва, глюкозоаерогідрогеназа, нотатин, пенатин, глюкозооксигідраза, O_2-оксидоредуктаза, glucose oxidase, enatin, β-*D*-glucose oxidase, aero-glucose dehydrogenase, glucose oxyhydrase, notatin.

Систематичний номер – 1.1.3.4.

Будова. Глюкозооксидаза належить до класу оксидоредуктаз і є білковою речовиною з молекулярною масою 186 000. Вона каталізує реакцію взаємодії молекулярного кисню з β-*D*-глюкозою до утворення *D*-глюконо-δ-лактона. Останній у присутності молекул води перетворюється в глюконатну (глюконову) кислоту. Відновлена глюкозооксидаза окиснюється молекулярним киснем з утворенням пероксиду водню.

Оскільки в результаті дії глюкозооксидази утворюється пероксид водню, цей ензим використовується у суміші з іншим ензимом – каталазою (1:1 по активності), який розщеплює пероксид водню на воду і молекулярний кисень. Таким чином, глюкозооксидаза вилучає як кисень, так і глюкозу, запобігаючи при цьому перебігу процесів окиснення за радикальним механізмом:

$$\beta\text{-}D\text{-глюкоза} + O_2 \rightarrow D\text{-глюконо-}\delta\text{-лактон} + H_2O_2$$
$$H_2O_2 + H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$$

Для каталази 1.11.1.6 систематична назва – гідроген пероксид: гідроген пероксид оксидоредуктаза (див. гл. 5.8).

Фізико-хімічні властивості. Це рідина від світлого до коричневого кольору або порошок від білого до жовтого забарвлення, який розчиняється у воді; практично не розчиняється в етанолі, діетиловому етері, хлороформі. Оптимум дії ензиму спостерігається при pH 5-6.

Джерело. Глюкозооксидаза продукується грибами *Aspergillus niger* var. та деякими штамами *Penicillium.*

Добування. Глюкозооксидазу добувають контрольованою ферментацією мікроскопічних грибів *Aspergillus niger* var.

Вміст у кінцевому продукті арсену становить не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, важких металів – не більше 40 мг/кг.

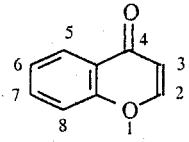
Метаболізм і токсичність. Ензими для людини вважаються нетоксичними речовинами. Але можуть виникнути умови утворення токсинів з мікроорганізмів, які використовуються для біосинтезу ензимів, у процесі їхнього одержання.

Кверцетин

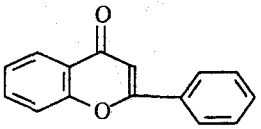
Антиоксидант

Синоніми: гідроксифлавон, 3,5,7,3′,4′-пентагідроксифлавон, мелетин, софоцетин, quercetin.

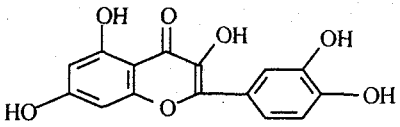
Будова. Кверцетин за хімічною будовою є полігідроксипохідною гетероциклічної сполуки флавону (2-фенілхромону, або 2-феніл-4-оксохромену):



Хромон



Флавон



Кверцетин

Кверцетин існує у вигляді безводного речовини або дигідрату.

Хімічна назва: 3,5,7-тригідрокси-2-(3′,4′-дигідроксифеніл)-хромен-4-он.

Фізико-хімічні властивості. Це жовтий кристалічний порошок з т. топ. 313-314^{0}С (розкл.), який розчиняється у водних лужних середовищах, ацетатній кислоті (4,3 г/100 мл); погано – у воді, етанолі (3,4 г/100 мл), діетиловому етері. Втрати при висушуванні становлять не більше 3,0% (135^{0}С, 2 години).

Джерело. Кверцетин у вигляді глікозидів, в яких виконує роль аглікону, міститься в багатьох квітах жовтого кольору, корі дерев, листях, плодах. При цьому в положенні 3 хромонового фрагменту розміщені залишки *L*-рамнози або *L*-арабінози, *D*-глюкози, дисахаридів на зразок рамнозилглюкози, трисахаридів тощо.

Добування. Кверцетин добувають шляхом гідролізу природних глікозидів з кори дерев дуба *Quercus tinctoria* кип'ятінням з розведеними мінеральними кислотами.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, води – не більше 2,0%, загального попелу – не більше 0,2%, арсену – не більше 4 мг/кг, важких металів – не більше 20 мг/кг.

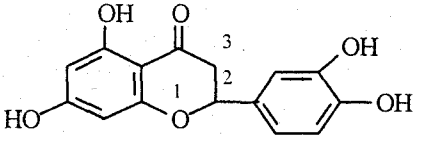
Метаболізм і токсичність. Кверцетин проявляє вітамінну активність і належить до біофлавоноїдів (вітамінів групи Р).

Дигідрокверцетин

Антиоксидант.

Синоніми: таксифолін, ДКВ, taxifolin, dihydroquercitin.

Будова. За хімічною будовою дигідрокверцетин належить до біофлавоноїдів, конкретно до гідроксипохідних 2,3-дигідрофлавону (2-феніл-4-хроманону, або 2,3-дигідро-2-феніл-4-оксохромену), і є гідрованим в положення С2 та С3 кверцетином:



Хімічна назва: 3,3′,4′,5,7-пентагідрокси-2,3-дигідро-2-феніл-4-оксохромен.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічна речовина з т. топ.: 234-236^{0}С, яка розчиняється у водному лужному середовищі; частково розчиняється в етанолі, пропіленгліколі (до 30%); слабо розчиняється у воді (0,1% при 20^{0}С і 1,0% - при 60^{0}С).

Джерело. Дигідрокверцетин міститься в деревині дуба, модрини та інших рослин.

Добування. Добувають дигідрокверцетин з деревини відповідних дерев методом екстракції розчинниками аналогічно добуванню кверцетину.

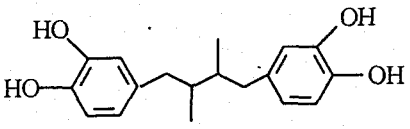
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 88,0%, подібних за будовою флавоноїдів (кверцетину, нарінгеніну, дигідрокемферолу) – не більше 6,0%, води – не більше 10,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Дигідрокверцетин проявляє значний спектр біологічної активності, є представником вітамінів групи Р.

Нордигідрогваяретова кислота (креозот)

Антиоксидант.

Синоніми: креозот, nordihydroguaiaretic acid, NDGA.

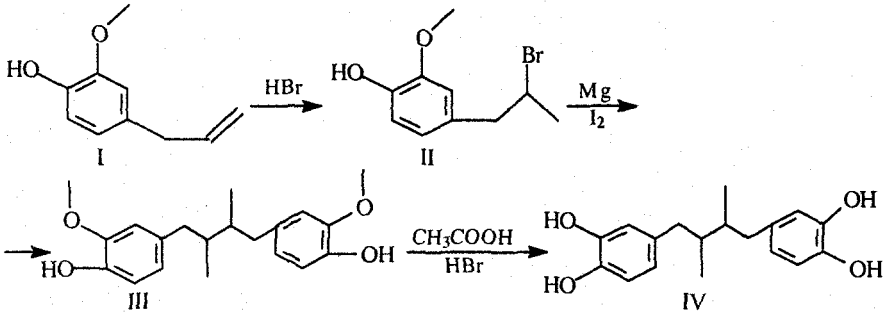


Хімічна назва: 1,4-*біс*(3,4-дигідроксифеніл)-2,3-диметилбутан.

Фізико-хімічні властивості. Це сіро-білі кристали з т. топ. 180-185^{0}С, які розчиняються в концентрованій сульфатній кислоті, водних розчинах лугу, метанолі, етанолі, водноетанольних розчинах, діетиловому етері, слабо – у гарячій воді, оліях та жирах. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,5% (105^{0}С, 3 години).

Джерело. Креозот міститься (до 7%) в листях рослини *Larrea divaricata* (чагарник креозот родини Zygophyllaceae).

Добування. Нордигідрогваяретову кислоту добувають з природної сировини або синтетично з евгенолу. Для цього, евгенол (4-аліл-2-метоксифенол) I дією бромоводню переводять у галогенопохідну II, яка в присутності магнію та йоду перетворюється до відповідного діетеру III (реакція Гріньяра – Вюрца). Під дією концентрованої бромідної кислоти в середовищі ацетатної потім відбувається розщеплення етерних груп сполуки III до кінцевого креозоту IV:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,0%; залишків метанолу – не більше 3000 мг/кг і ацетонітрилу – не більше 400 мг/кг, важких металів – не більше 20 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Токсична дія креозота на людину до кінця ще не встановлена. У ряді країн він заборонений для використання в харчовій промисловості.

Е512 Хлорид стануму

Антиоксидант, фіксатор кольору.

Синоніми: хлорид олова, хлористе олово, станій хлорид(II), tin(II) chloride, tin dichloride, stannous chloride.

Будова. Хлорид стануму існує у вигляді безводної форми або дигідрату:

$SnCl_2 \cdot 2H_2O$ або $[Sn(H_2O)Cl_2] \cdot H_2O$

Хімічна назва: хлорид стануму(II).

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок з т. топ. 247^{0}С для безводної солі і 37,7^{0}С – дигідрату; т. кип. 623^{0}С. Він добре розчиняється у воді (83,9 г/100 мл при 0^{0}С для безводної солі і 118,7 г/100 мл при 0^{0}С – дигідрату), ацетоні (55,6 г/100 мл при 18^{0}С для дигідрату) та інших органічних розчинниках (етанолі, діетиловому етері, піридині). На вологому повітрі хлорид стануму(II) поступово гідролізується і окиснюється. Він також гідролізується у розведених розчинах. Розчинність хлорида стануму(II) у воді зменшується в присутності невеликої кількості HCl. Взаємодіє з лугами, проявляє значні відновлювальні властивості.

Добування. Наведений антиоксидант одержують шляхом взаємодії хлору, газоподібного хлороводню з металічним станумом для безводного продукту або дією 25% хлоридної кислоти на станум у водному середовищі для дигідрату:

$$Sn + 2HCl \longrightarrow SnCl_2 + H_2$$

В останньому випадку з отриманої суміші обережно випаровують надлишок води до утворення відповідних кристалів.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, сульфатів – не більше 30 мг/кг, арсену – не більше 2 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг.

До антиоксидантів належать також речовини, які за основною технологічною функцією наведені у відповідних розділах:

(Е314) гваякова смола. - гл. 1.5,
(Е220) діоксид сірки - гл. 3.1,
(Е221) сульфіт натрію - гл. 3.1,
(Е222) гідросульфіт натрію - гл. 3.1,
(Е223) піросульфіт натрію - гл. 3.1,
(Е224) піросульфіт калію - гл. 3.1,
(Е225) сульфіт калію - гл. 3.1,
(Е226) сульфіт кальцію - гл. 3.1,
(Е227) гідросульфіт кальцію - гл. 3.1,
(Е228) гідросульфіт калію - гл. 3.1,
(Е300) аскорбатна кислота (аскорбінова кислота) - гл.1.1,
(Е322) лецитини - гл. 2.1.

3.4. Синергісти антиоксидантів.

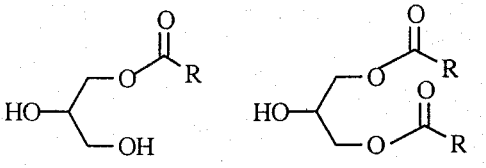
Синергісти антиоксидантів – це речовини, які не мають антиоксидаційної здатності або проявляють її незначно, але які суттєво підсилюють дію загальновідомих антиоксидантів. До таких синергістів належать переважно органічні кислоти або комплексоутворювачі. Кислоти виконують роль донорів водню, необхідного для відновлення (регенерації) антиоксиданта до своєї первинної активної форми. Роль комплексоутворювачів полягає у зв'язуванні йонів металів, які каталізують реакції окиснення до неактивної форми. Синергісти антиоксидантів застосовують переважно у вигляді сумішей із самими антиоксидантами.

Е384 Ізопропілцитратна суміш

Синергіст антиоксидантів.

Синоніми: isopropyl-citrate mixture.

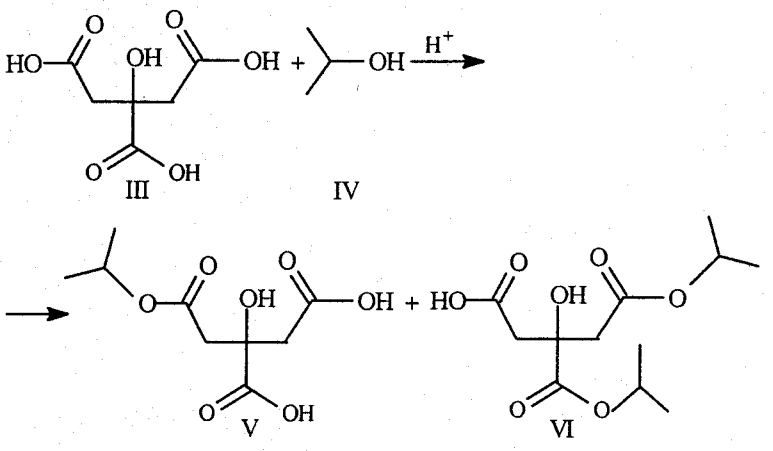
Будова. Це суміш різних естерів цитратної кислоти та ізопропілового спирту з моноацил- і діацилгліцеролами вищих карбонових кислот приблизно такого складу: моноацилгліцероли (формула I) і діацилгліцероли (II) вищих карбонових кислот – 62%, моноестер ізопропілового спирту і цитратної кислоти (V) – 25-27%, аналогічний діестер – діізопропілцитрат (VI) – 9%, триестер (трипропілцитрат) – 2-4%:



Фізико-хімічні властивості. Це в'язкий сироп, який добре розчиняється в оліях, жирах; середньо – у гарячій воді (диспергується); не розчиняється у холодній воді. Антиоксидаційна дія такої суміші пов'язана із здатністю цитратної кислоти утворювати відповідні

комплекси з металами, внаслідок чого підсилюється дія основних фенольних антиоксидантів.

Добування. Ізопропілцитратну суміш одержують реакцією естерифікації цитратної кислоти III та ізопропілового спирту IV в кислому середовищі суміші всіх компонентів, у тому числі і моно- (I) та діацилгліцеролів (II):



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить (див. *Будова*), сульфатного попелу – не більше 0,3%, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, важких металів – не більше 30 мг/кг.

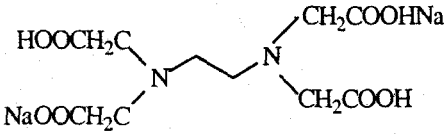
Метаболізм і токсичність. Ізопропілцитратна суміш в організмі людини практично повністю гідролізується та засвоюється.

E386* Етилендіамінтетрацетат динатрію

Синергіст антиоксидантів, стабілізатор забарвлення.

Синоніми: трилон Б, комплексон III, етилендіамінтетроцтової кислоти динатрієва сіль, сіль динатрієва етилендіамін-N,N,N′,N′-тетроцтової кислоти, динатрійдигідроетилендіамінтетрацетат, ЕДТА, disodium-ethylenediaminetetracetate, disodium edetate, disodium EDTA, ethylendiamintetraacetat, edetat.

Будова. Наведений комплексон за хімічною будовою належить до поліамінополікарбонових кислот, а саме до етилендіаміотетрацетатної. Такі кислоти здатні утворювати комплексні сполуки з полівалентними важкими металами завдяки наявності чотирьох карбоксильних груп:

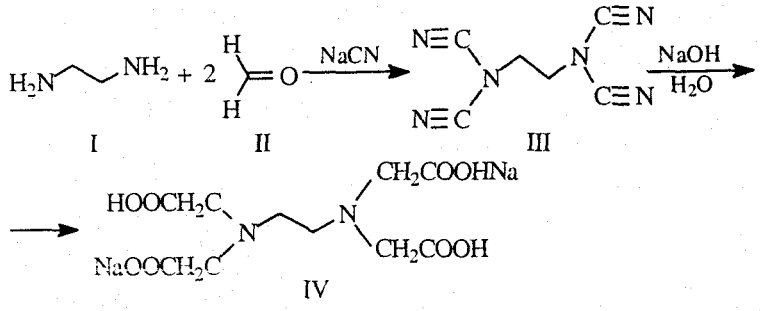


Етилендіамінтетрацетат динатрію існує у вигляді дигідрату.

Хімічна назва: динатрієва сіль етилендинітрилотетраацетату, або динатрієва сіль 2-[2-(*біс*(карбоксиметил)аміноетил(карбоксиметил) аміно]ацетатної кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічні гранули або білий кристалічний порошок з т. топ. 252^{0}С, який добре розчиняється у воді; погано – в етанолі; не розчиняється в органічних розчинниках. pH 1% водного розчину 4,3-5,0. Утворює стійкі комплекси (хелати) із значною кількістю йонів різних за природою металів, які розчинні у воді, зменшуючи тим самим прооксидаційну активність цих металів. Утворення хелатів з йонами кальцію, сприяє процесу їх виведенню з мембран бактеріальних клітин, що призводить до нестабільності мембран.

Добування. Такий комплексон одержують реакцією ціанометилювання Штреккера шляхом додавання до розчину етилендіаміну I ціаніду натрія та формальдегіду II у водному фосфатному буферному розчині, подальшого гідролізу утвореного нітрилу III до кінцевої динатрієвої солі IV:



Інший метод одержання ЕДТА полягає у взаємодії хлорацетатної кислоти з етилендіаміном у лужному середовищі.

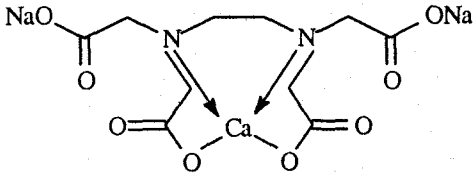
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, нітрилотриацетатної кислоти – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, важких металів – не більше 20 мг/кг..

Метаболізм і токсичність. Комплексон ЕДТА (комплексон III) здатний виводити з організму людини важкі метали, проте може також збільшувати процес їхнього всмоктування.

Е385* Етилендіамінтетрацетат кальцію-натрію

Синергіст антиоксидантів, стабілізатор забарвлення.

Синоніми: комплексон II, ЕДТА, етилендіамінтетроцтової кислоти кальцій-динатрієва сіль дигідрат, calcium disodium-EDTA, calcium disodiumedetate, EDTA, ethylendiamintetraacetat, edetat.



Хімічна назва: кальційдинатрієва сіль етилендинітрилотетрацетату.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який добре розчиняється у воді; середньо – у спиртах; не розчиняється в органічних розчинниках. Утворює стійкі комплекси (хелати) із значною кількістю йонів різних за природою металів, які розчинні у воді. pH 1% водного розчину 6,5-7,5.

Добування. Етилендіамінтетрацетат кальцію-натрію одержують шляхом додавання до розчину етилендіаміну ціаніду натрія та формальдегіду з утворенням після гідролізу в присутності гідроксиду кальція відповідної динатрієво-кальцієвої солі аналогічно методу одержання динатрієвої солі (Е386).

Вміст основної речовини становить не менше 97,0% на сухий залишок, води – не більше 13,0%, нітрилотриацетатної

кислоти – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, важких металів – не більше 20 мг/кг..

Метаболізм і токсичність. Комплексон II здатний виводити з організму важкі метали, проте може також збільшувати процес їхнього всмоктування.

До синергістів антиоксидантів належать також речовини, які за основною технологічною функцією наведені у відповідних розділах:

(Е300) аскорбатна (аскорбінова) кислота - гл.1.1,
(Е322) лецитини – гл. 2.1,
(Е325) лактат натрію – гл. 4.1,
(Е326) лактат калію – гл. 4.1,
(Е327) лактат кальцію – гл. 4.1,
(Е328) лактат амонію – гл. 4.1,
(Е329) лактат магнію – гл. 4.1,
(Е330) цитратна (лимонна) кислота – гл. 4.1,
(Е331) цитрати натрію – гл. 4.1,
(Е332) цитрати калію – гл. 4.1,
(Е333) цитрати кальцію – гл. 4.1,
(Е334) тартратна (винна) кислота – гл. 1.1,
(Е335) тартрати натрію – гл. 4.1,
(Е336) тартрати калію – гл. 4.1,
(Е337) тартрати натрію-калію – гл. 4.1,
(Е338) ортофосфатна кислота – гл. 1.1,
(Е339) фосфати натрію – гл. 4.1,
(Е340) фосфати калію – гл. 4.1,
(Е341) фосфати кальцію – гл. 4.1,
(Е345) цитрат магнію – гл. 4.1,
(Е354) тартрат кальцію – гл. 1.1,
(Е380) цитрати амонію – гл. 4.1,
(Е450) пірофосфати – гл. 2.5,
(Е451) трифосфати – гл. 4.1,
(Е452) поліфосфати – гл. 2.5,
(Е472с) естери гліцеролу з цитратною та вищими карбоновими кислотами – гл. 2.1,
(Е574) *D*-глюконатна (глюконова) кислота – гл. 1.1,

(Е575) глюконо-дельта-лактон – гл. 1.1,
(Е576) глюконат натрію – гл. 4.1,
(Е577) глюконат калію – гл. 4.1,
(Е578) глюконат кальцію – гл. 4.1,
(Е1102) глюкозооксидаза – гл. 3.3.

3.5. Ущільнювачі (рослинних тканин), отверджувачі

Ущільнювачі (рослинних тканин), або отверджувачі – це речовини, що поліпшують структуру та зовнішній вигляд харчових продуктів (овочів, фруктів) у процесі переробки внаслідок ущільнення їхніх тканин. Завдяки цьому тканини стають стійкішими до температурного чинника при консервуванні, а також здатними зберігати наявні вітаміни, мінеральні солі та інші корисні харчові інгредієнти.

Відомо, що овочі і фрукти містять навколо своїх волокон пектинові речовини, які утворюють відповідні укріплюючі захисні гелі, але цього недостатньо для їхнього стабільного якісного стану при зберіганні. З цією метою додатково застосовують отверджувачі (ущільнювачі), які, взаємодіючи з молекулами пектинів, утворюють відповідні солі – пектати з кращою захисною функцією. В якості отверджувачів застосовують солі як мінеральних кислот, так і органічних – ацетатної, лактатної, малатної, тартратної, цитратної кислот тощо.

Е509* Хлорид кальцію.

Отверджувач, стабілізатор, регулятор кислотності, осушувач, поживне середовище для корисних мікроорганізмів.

Синоніми: дихлорид кальцію, кальцій хлористий, солянокислий кальцій, calcium chloride.

$CaCl_2$

Хлорид кальцію існує у безводній формі, як дигідрат $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ або гексагідрат $CaCl_2 \cdot 6H_2O$.

Фізико-хімічні властивості. Безводний хлорид кальцію – біла пориста маса або гранули з т. топ. 782^{0}С, дигідрат – білі гранули з т. топ. 175^{0}С, гексагідрат – безбарвні кристали. Всі вони розпливаються на повітрі під дією вологи. Для всіх форм хлориду кальція характерна добра розчинність у воді та етанолі, для дигідрату - ацетоні. Так, безводний хлорид кальцію у воді має розчинність 74 г/100 г при 20^{0}С; дигідрат – 100 г/100 г при 0^{0}С. При розчиненні $CaCl_2$ у воді спостерігається виділенням теплоти, при розчиненні його гексагидрату – поглинання теплоти.

Джерело. У природі хлорид кальцію зустрічається в рідкому мінералі антарктициди. Крім того, хлорид кальцію є побічним продуктом виробництва кальцинованої соди Na_2CO_3 і хлората калію $KClO_3$.

Добування. Хлорид кальцію одержують взаємодією вапняного молока з хлоридною кислотою:

$$Ca(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 93,0% на сухий залишок для безводної солі, не менше 99,0 для дигідрату і не менше 98,0% для гексагідрату; лужних металів і магнію – не більше 5,0%, вільного лугу у перерахунку на $Ca(OH)_2$ – не більше 0,15%, флуоридів – не більше 40 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 40 мг/кг.

E511* Хлорид магнію

Отверджувач, поживне середовище для дріжджів, носій.

Синоніми: хлористий магній, солянокислий магній, магнієва сіль хлоридної кислоти, магнієва сіль соляної кислоти, magnesium chloride, magnesium chloride hexahydrate.

$MgCl_2$

Наведена речовина існує у вигляді безводної солі та гексагідрату.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі гранули, грудки або кристали з т. топ. 713^{0}С для безводної форми і 117^{0}С для гексагідрату. Вони швидко розпливаються на повітрі під дією вологи. Хлорид магнію добре розчиняється у воді (54,5 г/100 г при 20^{0}С для безводної форми і 235 г/100 г при 20^{0}С для гексагідрату), етанолі.

Джерело. Хлорид магнію міститься у морській воді, попі соляних озер, мінералі бішофіті $MgCl_2 \cdot 6H_2O$.

Добування. Хлорид магнію добувають з природних джерел, а також одержують методом взаємодії молекулярного хлору з оксидом магнію в присутності вугілля при 800-1000^{0}С:

$$MgO + Cl_2 + C \longrightarrow MgCl_2 + CO$$

Вміст основної речовини у кінцевій сполуці становить не менше 99,0%, амонію – не більше 50 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Е518 Сульфат магнію

Отверджувач, осушувач, поживне середовище для дріжджів.

Синоніми: магній сірчанокисляий, магнієва сіль сульфатної кислоти, магнієва сіль сірчаної кислоти, сіль Епсому, magnesium sulfate Epsom salt.

$MgSO_4$

Сульфат магнію існує у вигляді моно-, гептагідрату та не до кінця зневодненої речовини $MgSO_4 \cdot xH_2O$, де x = 2-3.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічний порошок з т. топ. приблизно 1140^{0}С, який добре розчиняється у воді (25,5 г/100 г при 20^{0}С для гептагідрату), гліцеролі. pH 5,5-7,5 для 5% водного розчину. Втрати при висушуванні становлять 13,0-16,0% для моногідрату, 40,0-52,0% – для гептагідрату і 22,0-32,0% – для

зневодненого (105^0С, 2 години з наступним прогріванням при 400^0С до постійної маси).

Джерело. Сульфат магнію міститься в мінералах епсоміті $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ і кизериті $MgSO_4 \cdot H_2O$, а також у природних розсолах, твердих солевих покладах.

Добування. Одержують сульфат магнію з природних розсолів, твердих солевих покладів.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, хлоридів – не більше 0,03%, арсену – не більше 3 мг/кг, селену – не більше 30 мг/кг, феруму – не більше 20 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Е520 Сульфат алюмінію

Отверджувач, коагулянт, засіб для зняття шкірки (з плодів).

Синоніми: алюмінійсульфат, алюміній сірчанокислий, aluminium sulfate, cake alum.

$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$

Сульфат алюмінію існує у безводній формі та у вигляді октадекагідрату.

Фізико-хімічні властивості. Це пластинки або білий кристалічний порошок з т. топ. 90^0С (розкл.), який добре розчиняється в гарячій воді, менше – у холодній (26,6 г/100 г при 20^0С для безводного); не розчиняється – в етанолі. pH 5% водного розчину – не менше 2,9. Втрати при прокалюванні становлять не більше 5,0% для безводної солі (500^0С, 3 години). Як харчову добавку використовують переважно не октадекагідратну форму, а частково зневоднений сульфат алюмінію з 14-15 молекулами гідратної води внаслідок процесів вивітрювання речовини при зберіганні.

Добування. Сульфат алюмінію одержують шляхом обробки сульфатною кислотою глини, збагаченої на каолініт $Al_2Si_2O_5(OH)_4$, або бокситу чи алуніту при 100-250^0С:

$$Al_2O_3 + 3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,5% або 15,8-17,0% у перерахунку на Al_2O_3, лужних і лужноземельних металів – не більше 0,4%, водонерозчинних речовин – не більше 0,15%, флуоридів – не більше 30 мг/кг, селену – не більше 30 мг/кг, арсену – не більше 5 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Е521 Сульфат алюмінію-натрію (галун алюмо-натрієвий)

Отверджувач, стабілізатор, регулятор кислотності, засіб для зняття шкірки (з плодів).

Синоніми: галун алюмінієво-натрієвий, сірчанокислий алюміній-натрій, aluminium sodium sulfate, soda alum, sodium alum.

Будова. Алюмо-натрієвий галун є подвійною сіллю відповідних сульфатів у безводній формі або у вигляді додекагідрату:

$NaAl(SO_4)_2 \cdot xH_2O$, де $x = 0$ або12

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який добре розчиняється в гарячій воді і не розчиняється в етанолі. Втрати при висушуванні становлять не більше 10% для безводної солі (220^{0}С, 16 годин) і 47,2% для додекагідрату (50-55^{0}С – 1 година, надалі 200^{0}С, 16 годин).

Джерело. Наведений галун міститься в мінералі сольфатериті.

Добування. Алюмо-натрієвий галун одержують при переробці нефеліну (мінералу із групи каркасних силікатів) $KNa_3(AlSiO_4)_4$ шляхом дії сульфатної кислоти і наступного відділення діоксиду силіцію, змішування гарячого водного розчину утворених сульфата натрію і сульфата алюмінію та його упарювання. Наведені перетворення у спрощеному варіанті виглядають:

$$2KNa_3(AlSiO_4)_4 + 16H_2SO_4 \longrightarrow 4Al_2(SO_4)_3 + 3Na_2SO_4 + 8SiO_2 + K_2SO_4 + 16H_2O$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96,5% для безводної солі і 99,5%, для додекагідрату,

флуоридів – не більше 30 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, селену – не більше 30 мг/кг, феруму – не більше 30 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Е522 Сульфат алюмінію-калію (галун алюмо-калієвий)

Отверджувач, стабілізатор, регулятор кислотності, засіб для зняття шкірки (з плодів).

Синоніми: галун алюмінієво-калієвий, сірчанокислий алюміній-калій, aluminium potassium sulfate dodecahydrate, potassium alum.

Будова. Алюмо-калієвий галун є подвійною сіллю відповідних сульфатів у вигляді додекагідрату:

$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі кристали або білий кристалічний порошок з т. топ. 93^0C, який добре розчиняється у гарячій воді; середньо – у холодній воді (14 г/100 г при 20^0C); не розчиняється в етанолі. pH 5% водного розчину 3,0-3,5.

Джерело. Алюмо-калієвий галун зустрічається в деяких мінералах, наприклад, алуніті $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_3)_3 \cdot Al(OH)_3$.

Добування. Такий галун одержують випалюванням алуніту з подальшим вилученням сульфатів алюмінію й калію за допомогою води (вилуговування) та кристалізацією галуну з розчину. За другим методом нефелін розкладають сульфатною кислотою при нагріванні з наступною взаємодією отриманого розчину з хлоридом калію.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,2%, води – не більше 1,0%, водонерозчинних речовин – не більше 1,0%, флуоридів – не більше 30 мг/кг, селену – не більше 30 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Е523 Сульфат алюмінію-амонію (галун алюмо-амонієвий)

Отверджувач, стабілізатор, регулятор кислотності, засіб для зняття шкірки (з плодів).

Синоніми: галун алюмінієво-амонієвий, сірчанокислий алюміній-амоній, aluminium ammonium sulfate dodecahydrate, ammonium alum.

Будова. Алюмо-амонієвий галун є подвійною сіллю відповідних сульфатів у вигляді додекагідрату:

$$NH_4Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$$

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі кристали або білий кристалічний порошок з т. топ. 93^{0}С, який розчиняється воді (15 г/100 г при 20^{0}С); не розчиняється в етанолі. pH 5% водного розчину приблизно 3,0.

Джерело. Наведений галун міститься в мінералі чермігіті $NH_4Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$.

Добування. Алюмо-амонієвий галун одержують змішуванням гарячого водного розчину сульфата алюмінію з гарячим водним розчином сульфату амонія і подальшим випаровуванням:

$$Al_2(SO_4)_3 + (NH_4)_2SO_4 \longrightarrow 2NH_4Al(SO_4)_2$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,5%, лужних і лужноземельних металів – не більше 0,5%, флуоридів – не більше 30 мг/кг, селену – не більше 30 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

До отверджувачів (ущільнювачів) належать також речовини, які за основною технологічною функцією наведені в інших главах:

(Е226) сульфіт кальцію – гл. 3.1,
(Е227) гідросульфіт кальцію – гл. 3.1,
(Е238) форміат кальцію – гл. 3.1,
форміат калію – гл. 3.1,
(Е263) ацетат кальцію – гл. 3.1,

(Е327) лактат кальцію – гл. 4.1,
(Е329) лактат магнію – гл. 4.1,
(Е333) цитрати кальцію – гл. 4.1,
(Е341) фосфати кальцію - гл. 4.1,
(Е343) фосфати магнію – гл. 4.1,
(Е345) цитрат магнію – гл. 4.1,
(Е352) малати кальцію – гл. 4.1,
(Е354) тартрат кальцію – гл. 4.1,
(Е452iii) поліфосфат натрію-кальцію гл. 2.5,
(Е452iv) поліфосфат кальцію – гл. 2.5,
(Е504) карбонати магнію – гл. 4.1,
(Е516) сульфат кальцію – гл. 4.1,
(Е542) кістковий фосфат – гл. 4.2,
(Е578) глюконат кальцію – гл. 4.1.

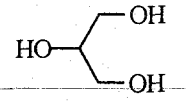
3.6. Вологоутримувачі

Вологоутримувачі (вологоутримуючі агенти) – це речовини з гігроскопічними властивостями, які здатні регулювати кількість води в харчових продуктах, запобігаючи тим самим їхньому псуванню внаслідок процесів висихання, черствіння тощо. Ефективність вологоутримувачів збільшується із збільшенням їхньої гігроскопічності (здатності поглинати воду). До найважливіших вологоутримуючих агентів належать цукроподібні речовинии (глюкоза, сахароза, сорбітол), гідроколоїди (пектинові речовини, агар, альгінатні кислоти), гліцерол, а також деякі солі мінеральних і органічних кислот.

Е422* Гліцерол

Вологоутримуючий агент, розчинник, загущувач, плівкоутворювач, розділювач, засіб для капсулювання.

Синоніми: гліцерин, 1,2,3-триоксипропан, 1,2,3-тригідроксипропан, glycerin, glycerol, trihydroxypropane.



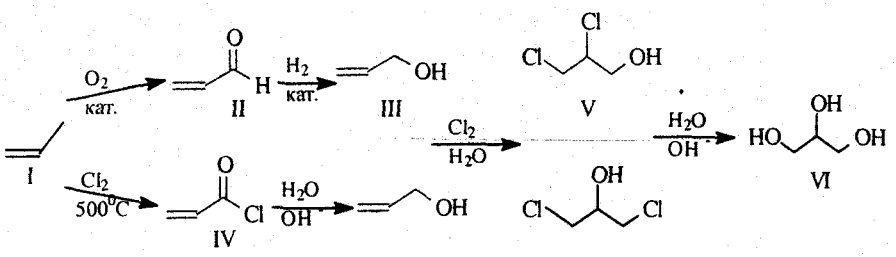
Хімічна назва: 1,2,3-пропантриол.

Фізико-хімічні властивості. Це прозора гігроскопічна в'язка рідина з т. кип. 290^{0}С (часткове розкл.) і т. топ. 17,9^{0}С, яка змішується з водою та етанолом, метанолом, розчиняється в багатьох органічних розчинниках; не розчиняється в хлороформі та діетиловому етері. Показник заломлення n^{20}_D становить 1,471-1,474. Гліцерол поглинає вологу з повітря (до 40%). Водні розчини гліцеролу мають значно нижчі температури топлення, порівняно з гліцеролом.

Джерело. Гліцерол міститься у вигляді триацилгліцеролів вищих карбонових кислот у природних рослинних і тваринних оліях і жирах та інших речовинах подібної ліпідної природи.

Добування. Гліцерол виробляють трьох видів: сирий, дистильований і технічно чистий. Для потреб парфумерної і харчової галузей промисловості його одержують лужним гідролізом природних жирів або синтетично з пропілену.

З синтетичних методів заслуговує на увагу окиснення пропілену I при 400^{0}С в присутності купруму до акролеїну II з подальшим відновленням до алілового спирту III, або за іншим різновидом хлорування пропілену I до алілхлориду IV з наступним його гідролізом до алілового спирту (2-пропен-1-олу) III. Останній за двома варіантами переводять при 35^{0}С у відповідні дихлорогідрини V (суміш двох структурних ізомерів) при дії хлору у водному середовищі, після чого гідролізують у присутності гідроксида кальцію з утворенням проміжного епіхлорогідрину, або хлорометилоксирану (на схемі не показано), а потім 10% розчином гідроксида натрію до гліцеролу VI:



Розроблені також безхлорні методи синтезу гліцеролу окисненням пропілену з утворенням відповідних проміжних сполук – акролеїну, алілового спирту або метилоксирану (оксиду пропілена).

У випадку гідролізу жирів (див. Е570 Вищі карбонові (жирні) кислоти, гл. 4.8) необхідно суворо контролювати концентрації лугу та температури. По закінченню процесу гліцерол вилучають шляхом розведення реакційної суміші водою з наступною відповідною очисткою.

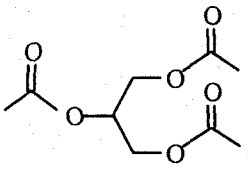
З метою одержання вищих карбонових кислот розроблений метод безперервного гідролізу жирів (баранячого, волового) або рослинних олій без застосування лугу при тиску 50 атм і температурі 250^{0}С. При цьому як побічний продукт утворюється гліцерол.

Вміст основної речовини (гліцерол з жирів) у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, води – не більше 5,0% (за Фішером), бутантриолів – не більше 0,2%, жирів та вищих карбонових кислот – не більше 0,1% (у перерахунку на бутиратну кислоту), хлорованих речовин – не більше 30 мг/кг (у перерахунку на Cl_2), сульфатного попелу – не більше 0,01% (800 ± 25^{0}С), арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 5 мг/кг.

Е1518* Триацетин

Вологоутримуючий агент, розчинник.

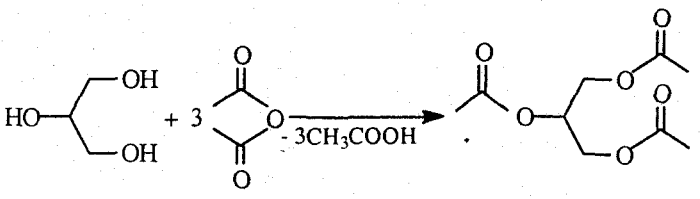
Синоніми: триацетилгліцерол, гліцерилтриацетат, триацетилгліцерин, triacetin, glyceryl triacetate, triacetyl glycerol, triacetyl glycerin.



Хімічна назва: 1,2,3-триацетоксипропан, або 1,2,3-триацетилгліцерол.

Фізико-хімічні властивості. Це прозора оліїста рідина з т. топ. -78^{0}С і діапазоном кипіння 258-260^{0}С, яка мало розчиняється у воді (6,4 г/100 мл при 20^{0}С), змішується з етанолом. pH 5% водного розчину 5,0-6,0.

Добування. Триацетин одержують реакцією естерифікації гліцеролу I ацетатним ангідридом II при мольному співвідношенні 1:3:



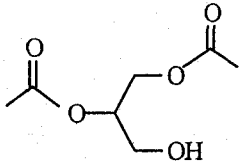
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,5%, води – не більше 0,2% (за Фішером), сульфатного попелу – не більше 0,02% (у перерахунку на цитратну кислоту), арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг. Як домішки в кінцевому продукті містяться також відповідні моно- і діестери гліцеролу.

E1517 Діацетин

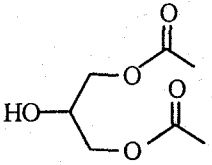
Вологоутримуючий агент, наповнювач.

Синоніми: гліцерилдіацетат, діацетилгліцеол, діацетилгліцерин, glyceryl diacetate, diacetin, 1,2,3-propanetriol diacetate.

Будова. Діацетин є сумішшю двох ізомерних естерів гліцеролу з ацетатною кислотою, подібних за будовою триацетину (Е1518):



1,2-Діацетин



1,3-Діацетин

Хімічна назва: 1,2-діацетокси-3-пропанол, або 1,3-діацетокси-2-пропанол.

Фізико-хімічні властивості. Це гігроскопічна олійста рідина з т. кип. 259-261^{0}С (176^{0}С при 40 мм рт. стовп.) і т. топ. 40^{0}С, яка розчиняється у воді, етанолі, діетиловому етері; не розчиняється в бензені. Густина становить 1,175-1,195 г/см^3.

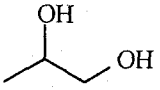
Добування. Процес одержання діацетину реакцією естерифікації полягає у взаємодії гліцеролу з льодяною ацетатною кислотою при молярному співвідношенні 1:2 аналогічно реакції естерифікації при синтезі триацетину (Е1518).

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 94,0%, загального попелу – не більше 0,02%, кислот на зразок ацетатної – не більше 0,4%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг. Як домішки в ньому містяться також відповідні моно- і триестери гліцеролу.

Е1520* Пропіленгліколь

Вологоутримуючий агент, розчинник, стабілізатор, хладоагент.

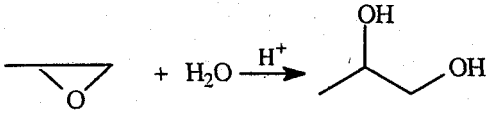
Синоніми: 1,2-пропіленгліколь, α-пропіленгліколь, метилгліколь, 1,2-діоксипропан, propylene glycol, 1,2-propanediol, 1,2-dihydroxypropane.



Хімічна назва: 1,2-пропандіол.

Фізико-хімічні властивості. Це прозора гігроскопічна в'язка рідина з т. топ. -60^{0}С і т. кип. 187,4^{0}С, яка добре розчиняється у воді, етанолі, ацетоні, діетиловому етері; середньо – у бензені; не розчиняється в органічних розчинниках. Показник заломлення $n^{20}{}_D$ становить 1,431-1,433.

Добування. Пропіленгліколь одержують некаталітичною гідратацією оксиду пропілена при температурі 200-220^{0}С або кислотною при 150-180^{0}С:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,5%, води – не більше 1,0% (за Фішером), сульфатного попелу – не більше 0,07%, плюмбуму – не більше 5 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Пропіленгліколь канцерогенні властивості не проявляє. Частина пропіленгліколя виводиться з організму людини у незмінному стані, частина окиснюється до лактатної (молочної) кислоти.

До вологоутримувачів відносять також речовини, які за основною технологічною функцією наведені в інших главах:

(Е322) лецитини - гл. 2.1,
(Е325) лактат натрію – гл. 4.1,
(Е326) лактат калію – гл. 4.1,
(Е327) лактат кальцію – гл. 4.1,
(Е339) фосфати натрію – гл. 4.1,
(Е340) фосфати калію гл. 4.1,
(Е341) фосфати кальцію – гл. 4.1,
(Е400) альгінатні кислоти – гл. 2.3,
(Е401) альгінат натрію – гл. 2.3,
(Е402) альгінат калію – гл. 2.3,
(Е403) альгінат амонію – гл. 2.3,
(Е404) альгінат кальцію – гл. 2.3,
(Е406) агар - гл. 2.3,
(Е420) сорбітол і сорбітоловий сироп – гл. 1.3,
(Е440) пектини – гл. 2.4,

(Е450) пірофосфати – гл. 2.5,
(Е452) поліфосфати – гл. 2.5,
(Е459) β-циклодекстрин – гл. 2.5,
(Е542) кістковий фосфат – гл. 4.2,
(Е965) мальтитол і мальтитоловий сироп – гл. 1.3,
(Е1200) полідекстрози А і N – гл. 2.6.

3.7. Антигрудкуючі агенти

Антигрудкуючі агенти (добавки, що перешкоджають злежуванню та грудкуванню) – це речовини, які додають до *порошкоподібних або дрібнокристалічних* харчових продуктів з метою запобігти злипанню їхніх частинок і збереження сипучості. Дія таких агентів полягає в адсорбції молекул води і (або) утворенні тонких гідрофобних шарів між частинками продукту. При цьому збільшується відстань між частинками харчової продукції, що сприяє зменшенню сил когезії, електростатичної взаємодії різнойменних заряджених частинок. У цілому це призводить до запобігання склеювання, злипання, грудкування порошкоподібних або дрібнокристалічних харчових продуктів.

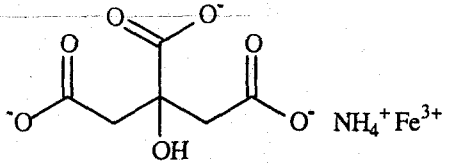
Е381 Цитрати амонію-заліза

Антигрудкуючий агент, нутрієнт, дієтична БАД.

Синоніми: амоній-залізо лимоннокислий III, ferric ammonium citrate, ammonium iron(III) citrate, brown and green.

Будова. Цитрати амонію-заліза є комплексною сполукою невизначеної структури $C_6H_8O_7 \cdot nFe^{+3} \cdot mNH_4^+$, оскільки співвідношення аніонних карбоксилатних груп цитратної кислоти, гідроксильних груп, йонів заліза та амонію не є стехіометричним. Не всі карбоксильні COOH-групи в комплексній сполуці беруть участь в утворені відповідних зв'язків O-Fe і $O^- NH_4^+$. Крім того, OH-група також утворює координаційний зв'язок донорно-акцепторної природи з катіоном феруму(III). При вмісті йонів феруму(III) у комплексній солі приблизно 15% колір речовини є зеленим; при

18% – коричневим. Загальну формулу цитрату амонію-заліза можна представити таким чином:



Фізико-хімічні властивості. Це зелені прозорі гранули або кристалічний порошок. У водному розчині має кислу реакцію. Розпливається на повітрі і розщеплюється на світлі; добре розчиняється у воді (120 г /100 мл при 20^0C); практично не розчиняється в спиртах.

Добування. Наведений антигрудкуючий агент одержують шляхом реакції нейтралізації цитратної кислоти у водному розчині гідроксидами амонію та феруму(III).

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 16,5 і не більше 22,5% феруму(III) для коричневої солі, не менше 14,5 і не більше 16,0% для зеленої; сульфатів – не більше 0,3%, плюбуму – не більше 2 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E470b* Магнієві солі вищих карбонових кислот

Антигрудкуючий агент, розділювач, покриття, емульгатор.

Синоніми: магнієві солі жирних кислот, стеарат магнію, Mg salts of (edible) fatty acids, magnesium stearate.

Будова. За хімічною будовою – це магнієві солі вищих карбонових кислот від C_{10} до C_{20}, переважно стеаринової (октадеканової) і пальмітинової:

$(C_{17}H_{35}COO)_2Mg$

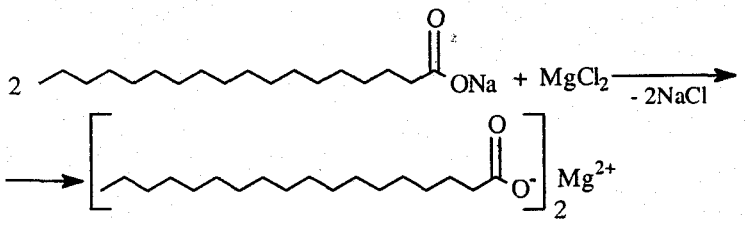
Хімічна назва: діоктадеканоат магнію, дигексадеканоат магнію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок з т. топ. $88,5^0$C (стеарат), який середньо розчиняється в бензені, скипидарі,

мінеральних оливах, гарячому етанолі; не розчиняється у воді, гліколях, холодному етанолі, діетиловому етері. Втрати при висушуванні становлять не більше 6,0% (105^0С, до постійної маси).

Джерело. Магнієві солі вищих карбонових кислот містяться в покладах вапняку.

Добування. Наведені солі одержують реакцією обміну шляхом взаємодії натрієвих солей вищих карбонових кислот (стеарату натрія) з хлоридом магнію у водному розчині:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 40,0% стеаринової кислоти і не менше 95,0% стеаринової, пальмітинової та інших вищих карбонових кислот разом взятих, магнію – 4,0-5,0%, вільної стеаринової кислоти – не більше 3,0%, неомилених ліпідів – не більше 2,0%, карбонату магнія – не більше 0,1%, хлоридів – не більше 0,1%, сульфатів – не більше 0,6%, нікелю – не більше 5 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг. Крім того, як домішки містяться також у невеликих кількостях вода, моноацил- і діацилгліцероли, гліцерол.

Метаболізм і токсичність. Магнієві солі вищих карбонових кислот в організмі людини легко і повністю засвоюються.

E530* Оксид магнію

Антигрудкуючий агент, каталізатор, наповнювач, носій.
Синоніми: палена магнезія, окис магнію, magnesium oxide.
MgO

Хімічна назва: магнію оксид.

Фізико-хімічні властивості. Це рихлий білий порошок (5 г легкого оксиду магнію займає об'єм 40-50 мл) або відносно густий білий порошок (5 г важкого оксиду магнію займає об'єм 10-20 мл). Легкий оксид (легка магнезія) добувають при 500-700^{0}С; він реагує з водою та розведеними кислотами. Важкий оксид (важка магнезія) добувають при 1200-1600^{0}С – водо- та кислотостійкий. Обидва типи магнезій погано розчиняються у воді (0,62 мг/100 мл при 20^{0}С для легкої магнезії). Втрати при висушуванні становлять не більше 5,0% (прокалювання при 800-825^{0}С до постійної маси).

Джерело. Оксид магнію міститься в мінералі периклазі, входить до складу магнезиту $MgCO_3$ і доломіту $MgCO_3 \cdot CaCO_3$.

Добування. Оксид магнію одержують нагріванням магнезиту, доломіту, $MgSO_4$ або висаджених $Mg(OH)_2$ і $MgCO_3$ при певних температурах, які визначають тип магнезії (легка чи важка):

$$MgCO_3 \rightarrow MgO + CO_2$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, оксиду кальцію – не більше 1,5%, кислотонерозчинних речовин – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Е535 Фероціанід натрію

Антигрудкуючий агент, освітлювач.

Синоніми: гексаціаноферат натрію, натрій залізистосинеродистий, sodium ferrocyanide, sodium hexacyanoferrate, yellow prussiat of soda.

$$Na_4[Fe(CN)_6] \cdot 10H_2O$$

Хімічна назва: гексаціаноферат(II) натрію декагідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це жовтий кристалічний порошок з т. топ. 435^{0}С (розкл.), який розчиняється у воді (18 г/100 мл при 20^{0}С); не розчиняється в етанолі, діетиловому етері.

Добування. Фероціанід натрію одержують реакцією взаємодії сульфата феруму з ціанідом натрію:

$$FeSO_4 + 6NaCN \rightarrow Na_4[Fe(CN)_6] + Na_2SO_4$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, вологи – не більше 1,0%, водонерозчинних речовин – не більше 0,03%, хлоридів – не більше 0,2%, сульфатів – не більше 0,1%, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг.

E536* Фероціанід калію

Антигрудкуючий агент, освітлювач.

Синоніми: гексаціаноферат калію, калій залізистосинеродистий, жовта кров'яна сіль, potassium ferrocyanide, potassium hexacyanoferrate, yellow prussiat of potash.

$$K_4[Fe(CN)_6]\cdot 3H_2O$$

Хімічна назва: гексаціаноферат(II) калію тригідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це жовтий кристалічний порошок з т. топ. приблизно 70^{0}С, який розчиняється у воді (31,5 г/100 г при 25^{0}С); не розчиняється в етанолі, діетиловому етері.

Добування. Фероціанід калію одержують при переробці ціановмісної маси, що залишається після очистки газів на газових виробництвах. З цією метою вказану масу обробляють суспензією гідроксида кальцію і утворену сполуку $Ca_2[Fe(CN)_6]$ відфільтровують, після чого її послідовно обробляють хлоридом калію та карбонатом калію за схемою:

$$Ca_2[Fe(CN)_6] + 2KCl \rightarrow K_2Ca[Fe(CN)_6] + CaCl_2$$
$$K_2Ca[Fe(CN)_6] + K_2CO_3 \rightarrow K_4[Fe(CN)_6] + CaCO_3$$

Крім того, фероціанід калію одержують реакцією взаємодії сульфата феруму з ціанідом калію:

$$FeSO_4 + 6KCN \rightarrow K_4[Fe(CN)_6] + K_2SO_4$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, вологи – не більше 1,0%, водонерозчинних речовин – не більше 0,03%, хлоридів – не більше 0,2%, сульфатів – не більше 0,1%, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг.

E538 Фероціанід кальцію

Антигрудкуючий агент, освітлювач.

Синоніми: гексаціаноферат кальцію, кальцій залізисто-синеродистий, calcium ferrocyanide, calcium hexacyanoferrate, yellow prussiat of lime.

$$Ca_2[Fe(CN)_6]\cdot 12H_2O$$

Хімічна назва: гексаціаноферат(II) кальцію додекагідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це жовтий кристалічний порошок, який розчиняється у воді; не розчиняється в етанолі, етері.

Добування. Фероціанід кальцію одержують реакцією взаємодії сульфата феруму з ціанідом кальцію:

$$FeSO_4 + 3Ca(CN)_2 \rightarrow Ca_2[Fe(CN)_6] + CaSO_4$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, вологи – не більше 1,0%, водонерозчинних речовин – не більше 0,03%, хлоридів – не більше 0,2%, сульфатів – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг.

E551* Діоксид силіцію аморфний

Антигрудкуючий агент, розділювач, носій, адсорбент, антивспінюючий агент, освітлювач.

Синоніми: діоксид кремнію аморфний, тонкодісперсний діоксид кремнію, кремнезем, кремнієвий ангідрид, аеросил, біла сажа, silicon dioxide amorphus, silica.

$(SiO_2)_x$

Хімічна назва: діоксид силіцію.

Фізико-хімічні властивості. Аеросил – це білий порошок або гранули з т. топ. 1713-1728^{0}С, добре розчиняється у флуоридній (плавиковій) кислоті; практично не розчиняється у воді (0,012 г/100 мл при 20^{0}С), етанолі. Біла сажа є білим дрібним порошком або існує у формі гранул. Для аеросилу pH суспензії 3,6-4,3, для білої сажі – 7,0-10,5. Для діоксиду силіцію властива значна питома поверхня: для білої сажі – до 120 м^2/г, для аеросилу – 175-380 м^2/г, що надає їм високу адсорбуючу здатність до газів, рідин. Втрати при висушуванні становлять не більше 2,5% для аеросилу і 8,0% – білої сажі (105^{0}С, 2 години). Втрати при прокалюванні (1000^{0}С) – не більше 2,5% для аеросилу і 8,5% для білої сажі.

Джерело. Оксид силіцію є поширеним у природі і міститься у вигляді трьох кристалічних видозмін у мінералах кварці, тридиміті з гексагональною структурою і кристалоболіті – з кубічною. Він також міститься в мінералах кититі, коуситі тощо.

Добування. Аеросил одержують методом гідролізу парів тетрахлоросилану $SiCl_4$, тетраетоксисилану $(C_2H_5O)_4Si$ при температурі 1100-1400^{0}С. Білу сажу добувають шляхом висаджування з розчинів силіката натрію Na_2SiO_3 кислими реагентами на зразок сульфатної, хлоридної кислот або CO_2:

$$SiCl_4 + 2H_2O \rightarrow SiO_2 + 4HCl$$
$$Na_2SiO_3 + 2HCl \rightarrow SiO_2 + 2NaCl + H_2O$$

До інших методів належать одержання з колоїдного кремнезему коагуляцією під дією йонів H^+, NH_4^+; а також хімічним висаджуванням з газової фази після спалювання парів $SiCl_4$ в атмосфері O_2 і H_2 тощо.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0% – для аеросилу і 94,0% – для білої сажі, водорозчинних солей на зразок Na_2SO_4 – не більше 5,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E550 Силікати натрію

Антигрудкуючі агенти, розділювачі, носії, адсорбенти.

Наведені харчові добавки поділяються на (i) силікат натрію та (ii) метасилікат натрію.

E550(i) Силікат натрію

Синоніми: натрієві солі силікатних кислот, натрієві солі кремнієвих кислот, рідке натрієво скло, sodium silicate.

Будова. Силікати є солями різних силікатних кислот: метасилікатної H_2SiO_3, дисилікатної $H_2Si_2O_5$, ортосилікатної H_4SiO_4, піросилікатної $H_6Si_2O_7$, полісилікатної $(H_2SiO_3)_n$ і відповідних металів. Загальна формула силікатів натрію виглядає: $xNa_2O{\cdot}ySiO_2$, де x і y приймають значення приблизно 1-3 для x і 1-4 для y. Основою їхньої будови є тетраедри $[SiO_4]^{4-}$, які сполучаються (полімеризуються) своїми вершинами з утворенням островних, кільцевих, ланцюгових, шарових і каркасних структур. Силікатом натрію прийнято називати суміш відповідних натрієвих солей мета-, орто- і піросилікатної кислот:

$Na_2SiO_3 + Na_4SiO_4 + Na_6Si_2O_7$ - силікат натрію (i)

Хімічна назва: силікат натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це дрібні білі порошки з високою здатністю до фізичної адсорбції води, внаслідок чого вони добре розчиняються у воді. Силікати натрію стійкі у лужному і нейтральному середовищі; нестійкі - у кислому.

Джерело. Силікати широко розповсюджені у природі (біля 75% маси земної кори), складають приблизно третину всіх відомих мінералів (польовий шпат, або ортоклаз; мінерали глини, слюди; тальк, цеоліти).

Добування. Силікати натрію одержують шляхом нагрівання (спікання) при температурі 1400^0C сумішей, які містять оксиди силіцію(IV) і натрію (у вигляді гідроксиду натрія

або карбонату натрія) при певному співвідношенні, що у спрощеному варіанті виглядає:

$$SiO_2 + 2Na_2CO_3 \rightarrow Na_4SiO_4 + 2CO_2$$

У кінцевому продукті силікат натрію (i) існує, як було наведено вище, у вигляді суміші відповідних мета- ($Na_2O \cdot SiO_2$), орто- ($2Na_2O \cdot SiO_2$), піросилікатів ($3Na_2O \cdot 2SiO_2$) і полісилікатів.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, Na_2O – 23,5%, SiO_2 – 75,5%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, феруму – не більше 0,12%.

E550(ii) Метасилікат натрію

Синоніми: натрієва сіль метасилікатної кислоти, натрієва сіль метакремнієвої кислоти, рідке натрієво скло, sodium metasilicate.

Будова. Див. E550(i) Силікат натрію.

Na_2SiO_3

Метасилікат натрію (ii) існує у вигляді безводної форми, а також відповідних пента- і нонагідратів.

Хімічна назва: метасилікат натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це білі порошки з високою здатністю до фізичної адсорбції води, внаслідок чого вони добре розчиняються у воді. Водний розчин метасилікату має лужну реакцію (pH 12,5 ± 0,3). Втрати при висушуванні становлять 42,0-44,0%.

Джерело. Див. E550(i) Силікат натрію.

Добування. Метасилікати натрію одержують шляхом нагрівання (спікання) при температурі 1400^0C сумішей, які містять оксиди силіцію(IV) і натрію (у вигляді гідроксиду натрія або карбонату натрія) при певному співвідношенні, що у спрощеному варіанті виглядає:

$$SiO_2 + Na_2CO_3 \rightarrow Na_2SiO_3 + CO_2$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить 28,8 ± 0,7% для Na_2O і 28,5 ± 0,7% для SiO_2,. водонерозчинних речовин – не більше 0,03%, феруму – не більше 0,03%.

E560 Силікат калію

Антигрудкуючий агент, розділювач, носій, адсорбент.

Синоніми: калієві солі силікатних кислот, калієві солі кремнієвих кислот, potassium silicate, potassium metasilicate.

K_2SiO_3

Хімічна назва: метасилікат калію.

Фізико-хімічні властивості. Це білі порошки з високою здатністю до фізичної адсорбції води, внаслідок чого вони розчиняються у воді. pH 10% водного розчину становить приблизно 14. Водні розчини стійкі у лужному і нейтральному середовищі; нестійкі – у кислому.

Джерело. Силікати широко розповсюджені у природі (біля 75% маси земної кори), складають приблизно третину всіх відомих мінералів (польовий шпат, або ортоклаз; мінерали глини, слюди; тальк, цеоліти).

Добування. Силікат калію одержують шляхом нагрівання (спікання) сумішей, які містять оксиди силіцію(IV) і калію (у вигляді гідроксиду калія або карбонату калія), що у спрощеному варіанті виглядає:

$$SiO_2 + K_2CO_3 \rightarrow K_2SiO_3 + CO_2$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,5% (K_2O 28-35% і SiO_2 48-66% залежно від модуля (співвідношення) компонентів, який дорівнює 1:1,06-2,5 відповідно), хлоридів – не більше 0,001%, карбонатів (K_2CO_3) – не більше 0,05%, феруму – не більше 2 мг/кг, плюмбуму – не більше 0,5 мг/кг.

Е552 Силікат кальцію

Антигрудкуючий агент, розділювач, носій, адсорбент.

Синоніми: кальцієві солі кремнієвих кислот, кальцієві солі силікатних кислот, calcium silicate.

Будова. Силікат кальцію насправді є сумішшю солей відповідних силікатних кислот: метасилікатної $CaSiO_3$, ортосилікатної Ca_2SiO_4, піросилікатної $Ca_3Si_2O_7$, а також сполуки із співвідношенням $3CaO \cdot SiO_2$ і можуть бути представлені формулами:

$CaSiO_3$ або Ca_2SiO_4

Хімічна назва: метасилікат кальцію.

Фізико-хімічні властивості. Це білі порошки з високою здатністю до фізичної адсорбції води. Вони не розчиняються у воді, спиртах та інших органічних розчинниках. Втрати при висушуванні становлять не більше 10,0% (105^0C, 2 години). Втрати при прокалюванні – 5,0-14,0% (1000^0C, до постійної маси).

Джерело. Силікати широко розповсюджені у природі (біля 75% маси земної кори), складають приблизно третину всіх відомих мінералів (польовий шпат, або ортоклаз; мінерали глини, слюди; тальк, цеоліти). Вважають, що ортосилікату кальцію відповідає мінерал беліт (SiO_2 - 31,5%, CaO - 63,5%, Al_2O_3 - 2,1%, Fe_2O_3 - 0,9%), піросилікату – ранкініт, метасилікату – воластоніт. Силікату Ca_3SiO_5 відповідає мінерал аліт (SiO_2 - 25,2%, CaO - 71,6%, Al_2O_3 - 1,0%, MgO - 1,1%).

Добування. Силікат кальцію одержують шляхом нагрівання сумішей, які містять оксиди силіцію і кальцію при певному співвідношенні, а також іншими методами з відповідних мінералів:

$$SiO_2 + CaCO_3 \rightarrow CaSiO_3 + CO_2$$

У кінцевому продукті містяться кальцієві солі різних силікатних кислот у вигляді $CaO \cdot SiO_2$, $2CaO \cdot SiO_2$, $3CaO \cdot 2SiO_2$, $3CaO \cdot SiO_2$ або 50,0-95,0% SiO_2 і 3,0-35,0% CaO, натрію – не більше 3,0%, флуоридів – не більше 50 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг.

E553 Силікати магнію

Антигрудкуючий агент, носій, антиадгезиви; речовини, які полегшують фільтрування.

Наведені речовини поділяються на (i) силікат магнію синтетичний, (ii) трисилікат магнію і (iii) тальк.

E553(i) Силікат магнію синтетичний

Синоніми: магнієві солі кремнієвих кислот, магнія метасилікат, magnesium silicate (synthetic).

Будова. Силікат магнію побудований з відповідних оксидів і має мольне співвідношення $2MgO : 5SiO_2$ із загальною формулою $Mg_2Si_5O_{12}$. Його можна розглядати як магнієву сіль пентасилікатної кислоти $H_4Si_5O_{12}$.

Хімічна назва: пентасилікат магнію.

Фізико-хімічні властивості. Це білі порошки, які не розчиняються у воді, етанолі. pH водної дисперсії 7,0-11,0. Втрати при висушуванні становлять не більше 15,0% (105^0C, 2 години) і при прокалюванні – не більше 15,0% (1000^0C, 20 хвилин).

Джерело. Силікат магнію міститься в мінералах кліноенстатиті, енстатиті, стеатиті.

Добування. Силікат магнію одержують різними методами: кристалізацією скла відповідного складу при 1000-1100°C; сплавленням суміші стехіометричних кількостей оксидів магнію і силіцію або взаємодією силікату натрія з водорозчинними солями магнію в присутності діоксиду силіція:

$$2Na_2SiO_3 + 2MgCl_2 + 3SiO_2 \rightarrow Mg_2Si_5O_{12} + 4NaCl$$

В останньому випадку утворений осад силікату магнія відфільтровується з водної суспензії, осад промивають водою, висушують та подрібнюють.

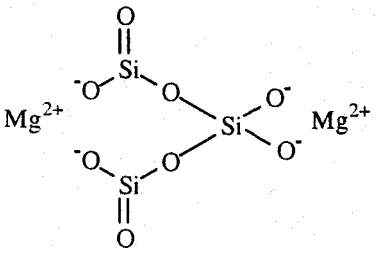
Вміст основної речовини (у вигляді відповідних оксидів) у кінцевому продукті становить: оксиду магнію – не менше 15,0% і

оксиду силіція – 67,0%; водорозчинних солей – не більше 3,0%, вільних лугів на зразок NaOH – не більше 1,0%, флуоридів – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E553(ii) Трисилікат магнію

Синоніми: magnesium trisilicate

Будова. Трисилікат магнію побудований з відповідних оксидів і має мольне співвідношення $2MgO : 3SiO_2$ із загальною формулою $Mg_2Si_3O_8$. Його можна розглядати як магнієву сіль трисилікатної кислоти $H_4Si_3O_8$:



Хімічна назва: трисилікат магнію.

Фізико-хімічні властивості. Це білі порошки, які не розчиняються у воді, етанолі. pH 5% водної суспензії 6,3-9,5. Втрати при прокалюванні – 17,0-34,0% (1000^0C).

Джерело. Силікати магнію міститься в мінералах кліноенстатиті, енстатиті, стеатиті.

Добування. Трисилікат магнію одержують різними методами: кристалізацією скла відповідного складу при 1000-1100°C; сплавленням суміші стехіометричних кількостей оксидів магнію і силіцію або взаємодією силікату натрія з водорозчинними солями магнію в присутності діоксиду силіція:

$$2Na_2SiO_3 + 2MgCl_2 + SiO_2 \rightarrow Mg_2Si_3O_8 + 4NaCl$$

Вміст основної речовини (у вигляді відповідних оксидів) у кінцевому продукті становить: оксиду магнія – не менше 29,0%,

оксиду силіція – 65,0%; водонерозчинних солей – не більше 2,0 %, вільних лугів на зразок NaOH, флуоридів – не більш · 10 мг/г, сульфатів – не більше 0,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E553(iii) Тальк

Синоніми: гідросилікат магнію (тальк), мильний камінь (тальк), talc.

Будова. За хімічним складом тальк належить до силікатів магнію, побудований з відповідних оксидів з мольним співвідношенням $3MgO{\cdot}4SiO_2{\cdot}H_2O$ і загальною формулою $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$. Він містить (%): MgO – 31,72, SiO_2 - 63,52 і H_2O – 4,76. Тальк можна розглядати як магнієву кислу сіль тетраметасилікатної кислоти $H_8Si_4O_{12}$, тобто як $H_2Mg_3Si_4O_{12}$.

Хімічна назва: дигідрогентетраметасилікат магнію.

Фізико-хімічні властивості. Це білі порошки з т. топ. 800^0C, які не розчиняються у воді, етанолі. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,5% (105^0C, 2 години) і прокалюванні – не більше 9,0%..

Джерело. Нативний тальк міститься в мінералах стеатиті, тальковому сланці, а також у талькових породах – талькітах (тальк-магнезитові і тальк-доломітові камені), де його вміст доходить до 75%.

Добування. Наведену речовину одержують шляхом прокалювання відповідних мінералів та подальшим подрібненням, або шляхом флотації подрібнених тальк-карбонатних порід.

Вміст основних компонентів у тальку наведений вище. Крім того, до складу кінцевого продукту входять також: оксид кальцію 0,5-2,0%, оксид феруму(III) 0,3-0,5%, оксид алюмінію 0,2-0,5%, водорозчинні речовини – не більше 0,2%, кислоторозчинні речовини – не більше 6,0%, вільні луги у перерахунку на NaOH – не більше 1,0%, арсен – не більше 10 мг/кг, плюмбум – не більше 5 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Вважають, що для організму людини тальк є нешкідливим.

Е557 Силікат цинку

Антигрудкуючий агент.

Синоніми: цинк кремнекислий, цинк силікат, основна цинкова сіль силікатної кислоти, геміморфіт, каламін, hydrated zinc silicate hydroxide, calamine.

Будова. Силікат цинку (геміморфіт) належить до групи мінералів класу силікатів з формулою $Zn_4(Si_2O_7)(OH)_2 \cdot H_2O$. За хімічною будовою він є основною цинковою сіллю піросилікатної кислоти $H_4Si_2O_7$. Силікат цинку містить (%): ZnO 67,5, SiO_2 – 25,0 і H_2O – 7,5. Як домішки присутні Pb, Fe, Ca, Ti, Mg. Наведений мінерал є кристалічною речовиною острівної структури з ромбічною сингонією, яка побудована з тетраедрів ZnO_3OH, розташованих у відповідних каркасах Si_2O_7 і H_2O.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвна, біла, блакитна, жовта або зеленувата кристалічна речовина, залежно від родовищ, яка не розчиняється у воді та органічних розчинниках, проте розчиняється в сильних мінеральних кислотах. Силікат цинку має скляний блиск, є крихким. Його густина становить 3,45, твердість 4-5, проявляє піроелектричні властивості.

Джерело. Силікат цинку, або геміморфіт, зустрічається в родовищах у формі волокнистих, сталактитових, радіально-променистих та інших агрегатів у вигляді дрібних кристалів виду кірки і друзи різного кольору. Мінерал галмей (смітсоніт), який часто оттотожнюють з силікатом цинку, є сумішшю геміморфіту з карбонатом цинку.

Добування. Силікат цинку одержують шляхом механічного подрібнення природної сировини до відповідного розміру частинок або шляхом нагрівання (спікання) сумішей, які містять оксиди силіцію і цинку, або карбонат цинку (цинкового шпату) у відповідному співвідношенні:

$$4ZnCO_3 + 2SiO_2 + 2H_2O \longrightarrow Zn_4(Si_2O_7)(OH)_2 \cdot H_2O + 4CO_2$$

Е559* Алюмосилікат

Антигрудкуючий агент, розділювач, освітлювач, носій.

Синоніми: силікат алюмінію, каолін, „біла глина", aluminium silićate, kaolin, light or heavy, Bolus alba clay.

Будова. Алюмосилікати за хімічною будовою подібні до силікатів, в яких частина атомів силіцію заміщені атомами алюмінію. Їх можна розглядати як солі відповідних алюмосилікатних кислот $HAlSiO_4$, $HAlSi_2O_6$ та інших, які містять у своєму складі комплексні аніони Al і Si на зразок $[AlSiO_4]^-$, $[AlSi_2O_6]^-$ $[AlSi_4O_{10}]^-$ тощо:

$$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O, \text{ або } Al_2Si_2O_7 \cdot 2H_2O, \text{ або } Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$$

Хімічна назва: силікат алюмінію.

Фізико-хімічні властивості. Це дрібний порошок від білого до жовтуватого кольору, який не розчиняється у воді, мінеральних кислотах та етанолі. Каолін – це борошнисті пухкі скупчення, які розмочуються у воді, набувають пластичності і здатні утворювати дисперсії. Втрати при прокалюванні становлять 10,0-14,0% (1000^0C, до постійної маси).

Джерело. Алюмосилікати складають до 50% земної кори. До них належать польові шпати (ортоклаз $KAlSi_3O_8$, альбіт $NaAlSi_3O_8$, анортит $CaAl_2Si_2O_8$), слюда (мусковіт $K_2H_2Al_6Si_6O_{24}$, нефелін $KNa_3(AlSiO_4)_4$), глинисті мінерали. Природній каолін (каолініт) утворюється з наведених алюмосилікатів у процесі довготривалого вивітрування під дією води та вуглекислого газу, наприклад з ортоклазу, за схемою:

$$4KAlSi_3O_8 + 2CO_2 + 4H_2O \longrightarrow Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8 + 8SiO_2 + 2K_2CO_3$$

Добування. Алюмосилікат одержують методом гідратації природних силікатів з подальшим відмулюванням, очисткою від більшості домішок фільтруванням і висушуванням, наприклад:

$$2NaAlSi_3O_8 + 2H_2O \longrightarrow Al_2[Si_2O_5](OH)_4 + Na_2SiO_3 + 3SiO_2$$

Вміст SiO_2 у кінцевому продукті становить 45,0-55,0% і Al_2O_3 – 30,0-39,0%, кислоторозчинних речовин – не більше 2,0%, водорозчинних – не більше 0,3%, K_2O – не більше 5,0%, вуглецю – не більше 0,5%, феруму – не більше 5,0 %, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Е554 Алюмосилікат натрію

Антигрудкуючий агент, розділювач, адсорбент, носій.

Синоніми: силікоалюмінат натрію, силікат алюмінію і натрію, цеоліт, aluminium sodium silicate, sodium aluminosilicate, sodium silicoaluminate.

Будова. Алюмосилікат натрію за хімічною будовою є силікатом, у якому частина йонів $[SiO_4]^{4-}$ заміщена йонами $[AlO_4]^{5-}$. Виникаючі при такому заміщенні надлишкові від'ємні заряди компенсовані розташованими у кристалічних гратках катіонами Na^+:

$$Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot xSiO_2 \cdot yH_2O$$

Різновидністю наведеного цеоліту є натроліт при $x = 3$ і $y = 2$.

Хімічна назва: силікат алюмінію і натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це дрібний білий порошок, який розкладається флуоридною кислотою; середньо розчиняється в сильних кислотах, гідроксидах лужних металів; не розчиняється у воді, етанолі. Втрати при висушуванні становлять не більше 8,0% (105^0C, 2 години). Втрати при прокалюванні – не більше 11,0% (1000^0C, до постійної маси).

Джерело. Див. (Е559) Алюмосилікат.

Добування. Алюмосилікат натрію одержують нагріванням оксидів алюмінію і силіцію з оксидом натрію або гідротермальним синтезом з відповідних оксидів:

$$Na_2O + Al_2O_3 + xSiO_2 + yH_2O \longrightarrow Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot xSiO_2 \cdot yH_2O$$

Гідротермальний синтез заснований на здатності води і водних розчинів розчиняти при високих температурах (до 500^0C)

і тиску (10-100 МПа) практично нерозчинні за нормальних умов речовини, в результаті чого вони взаємодіють з утворенням відповідних сполук.

Вміст у кінцевому продукті SiO_2 становить 66,0-88,0%, Al_2O_3 – 5,0-15,0%, Na_2O – 5,0-8,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E555 Алюмосилікат калію

Антигрудкуючий агент, розділювач, адсорбент, носій.

Синоніми: силікоалюмінат калію, силікат алюмінію і калію, цеоліт, aluminium potassium silicate, potassium aluminosilicate, potassium silicoaluminate.

Будова. Алюмосилікат калію за хімічною будовою є силікатом, у якому частина йонів $[SiO_4]^{4-}$ заміщена йонами $[AlO_4]^{5-}$ аналогічно силікату натрія. Виникаючі при такому заміщенні надлишкові від'ємні заряди компенсовані розташованими у кристалічних гратках катіонами K^+:

$$KAl[Si_3O_8]$$

Хімічна назва: силікат алюмінію і калію.

Фізико-хімічні властивості. Це дрібний білий порошок, який розкладається флуоридною кислотою; середньо розчиняється в сильних кислотах, лугах; не розчиняється у воді, етанолі. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,5% (105^0, 2 години).

Джерело. Алюмосилікат калію міститься в мінералах ортоклаз, мікроклін із усередненою формулою $KAl[Si_3O_8]$. Останній містить (%): K_2O – 16,93; Al_2O_3 – 18,35 і SiO_2 – 64,72.

Добування. Алюмосилікат калію одержують нагріванням оксидів алюмінію і силіцію з оксидом калію або гідротермальним синтезом з відповідних оксидів аналогічно алюмосилікату натрія (E554).

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, сурми – не більше 20 мг/кг, цинку – не більше 25 мг/кг, барію – не більше 25 мг/кг, хрому – не більше 100 мг/кг,

купруму – не більше 25 мг/кг, нікелю – не більше 50 мг/кг, кадмію – не більше 2 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E556 Алюмосилікат кальцію

Антигрудкуючий агент, розділювач, адсорбент, носій.

Синоніми: силікоалюмінат кальцію, силікат алюмінію і кальцію, цеоліт, aluminium calcium silicate, calcium aluminosilicate,calcium silicoaluminate.

Будова. Алюмосилікат кальцію є силікатом, у якому частина йонів $[SiO_4]^{4-}$ заміщена йонами $[AlO_4]^{5-}$. Виникаючі при такому заміщенні надлишкові від'ємні заряди компенсовані розташованими у кристалічних гратках катіонами Ca^{2+}:

$CaO \cdot Al_2O_3 \cdot xSiO_2 \cdot yH_2O$, або $CaAl_2[Si_2O_8]$

Хімічна назва: силікат алюмінію і кальцію.

Фізико-хімічні властивості. Це дрібний білий порошок, який розкладається флуоридною кислотою; середньо розчиняється в сильних кислотах, лугах; не розчиняється у воді, етанолі. Втрати при висушуванні становлять не більше 10,0% (105^0, 2 години). Втрати при прокалюванні – 14,0-18,0% (1000^0C, до постійної маси).

Джерело. Алюмосилікат кальцію міститься в мінералах групи цеоліту на зразок анортиту $CaAl_2[Si_2O_8]$.

Добування. Алюмосилікат кальцію одержують нагріванням оксидів алюмінію і силіцію з оксидом кальцію або гідротермальним синтезом з відповідних оксидів аналогічно алюмосилікату натрія (E554).

Вміст у кінцевому продукті SiO_2 становить 44,0-50,0%, Al_2O_3 – 3,0-5,0%, CaO – 32,0-38,0%, флуоридів – не більше 50 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E558* Бентоніт

Антигрудкуючий агент, освітлювач, розділювач, фільтруючий агент, носій.

Синоніми: бентонітна глина, відбілююча глина, сукновальна глина, bentonite, smectite.

Будова. Бентонітні глини складаються переважно з мінералів групи монтморілоніта $(Na,Ca)_{<0,4}(Al, Mg, Fe)_{2-3}[(Si, Al)_4O_{10}](OH)_2 \cdot xH_2O$, що у спрощеному варіанті виглядає: $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot xH_2O$, а також меншою мірою палигорскіта $Mg_2Al_2[Si_8O_{20}](OH)_2 \cdot 8H_2O$.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок з сірим або коричневим відтінком, який не розчиняється у воді, етанолі, розведених кислотах і лугах. pH водної дисперсії (1:50) становить 8,5-10,5. Втрати при висушуванні становлять не більше 15,0% (105^0C, 2 години). Вони легко утворюють водні колоїдні розчини, мають високу сорбційну здатність, внаслідок чого застосовуються при очистці рослинних олій, жирів, фруктових соків та інших харчових продуктів.

Джерело. Бентоніт міститься в мінералах групи монтморілоніту, бейделіту і палигорскіту.

Добування. Бентоніт одержують з природних джерел шляхом подрібнення.

Вміст у кінцевому продукті монтморілоніту становить не менше 80,0% або речовин, які розчиняються в 10% ацетатній кислоті – не менше 10 г/100 г; арсену – не більше 2 мг/кг, плюмбуму – не більше 20 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Бентоніт для людини вважають нетоксичною речовиною.

До антигрудкуючих агентів відносять також речовини, які за основною технологічною функцією наведені в інших главах:

(Е170) карбонати кальцію – гл. 1.7,

(Е341) фосфати кальцію – гл. 4.1,

(Е343) фосфати магнію – гл. 4.1,

(Е421) *D*-манітол – гл. 1.3,

(Е460) целюлоза – гл. 2.3,

(Е470а) солі вищих карбонових (жирних) кислот алюмінію, кальцію, натрію, калію, амонію – гл. 2.1;

(Е500) карбонати натрію – гл. 4.1,

(Е504) карбонати магнію гл. 4.1,

(Е542) кістковий фосфат - гл 4.2.

3.8. Плівкоутворюючі агенти

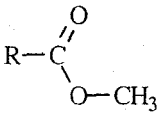
Плівкоутворювачі (покриття), глазурувачі – це речовини, які наносяться у вигляді плівки або тонкого шару (глянцю) на поверхню харчових продуктів. Такі плівки є своєрідним бар'єром для проникнення крізь них низькомолекулярних речовин, внаслідок чого захищають харчові продукти від висихання, зменшення ваги, втрат вітамінних та ароматних компонентів, негативного впливу оточуючого середовища (процесів окиснення, дії мікроорганізмів тощо). Крім того, ці покриття надають продукції приємного естетичного вигляду. Молекули плівкоутворювачів зв'язуються з поверхнею харчового продукту за допомогою адсорбційних або хімічних взаємодій з утворенням як слабких фізичних, так і міцних хімічних зв'язків відповідно. Хімічному зв'язуванню сприяють реакційноздатні полярні функціональні групи матеріалу поверхні і плівкоутворювача на зразок гідроксильних, карбоксильних та інших. Як плівкоутворювачі найчастіше використовують загущувачі (гл. 2.3) і желеутворювачі (гл. 2.4).

Е911 Метилові естери вищих карбонових кислот

Глазурувачі, розділювачі.

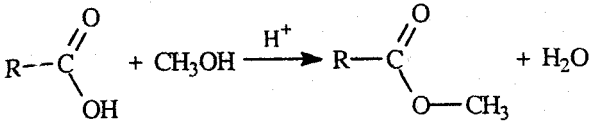
Синоніми: метилові естери жирних кислот, methyl esters of fatty acids.

Будова. За хімічною будовою такий плівкоутворювач є метиловими естерами вищих карбонових кислот, переважно насичених на зразок лауринової, стеаринової, пальмітинової, міристинової, а також ненасичених - олеїнової, лінолевої, ліноленової:



Фізико-хімічні властивості. Це жироподібна аморфна речовина з т. топ. 195^{0}С, , яка розчиняється в більшості органічних розчинників; не розчиняється у воді. Кислотне число естеру становить не більше 0,5 мг КОН/г, йодне число – не більше 120 г I_2/100 г, число омилення – 160-170 мг КОН/г. Значення кінематичної в'язкості становить 3,5-5,0 мм^2/с при 40^{0}С.

Добування. Наведені метилові естери одержують реакцією естерифікації вищих карбонових кислот метиловим спиртом у кислому середовищі або переестерифікацією рослинних харчових олій або жирів метанолом:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,0%, води – не більше 0,05%, естеру ліноленової кислоти – не більше 12,0%, естерів поліненасичених кислот – не більше 1,0%, метанолу – не більше 0,2%, гліцеролу – не більше 0,25%, моноацилгліцеролу – не більше 0,8%, діацилгліцеролу – не більше 0,2%, триацилгліцеролу – не більше 0,2%, сульфатного попелу – не більше 0,02%, сірки – не більше 10 мг/кг, фосфору – не більше 10 мг/кг, лужних (K, Na) і лужноземельних металів (Ca, Mg)– не більше 5 мг/кг.

E901* Бджолиний віск, білий і жовтий

Глазурувач, розділювач.

Синоніми: білий бджолиний віск, жовтий бджолиний віск, beeswax, white and yellow.

Будова. Бджолиний віск є сумішшю естерів вищих карбонових кислот (переважно пальмітинової $C_{15}H_{31}COOH$, церотинової $C_{25}H_{51}COOH$, мелісинової $C_{29}H_{59}COOH$) до 72,0% і вищих спиртів (переважно церилового $C_{26}H_{53}OH$ і мірицилового $C_{31}H_{63}OH$), з яких вміст мірицилпальмітату становить до 33,0%. В утворенні естерів беруть участь також відповідні ω-гідроксикислоти на зразок 15-гідроксипальмітинової внаслідок чого утворюються відповідні гідроксимоноестери, діестери та частково триестери. Крім того, до складу воску входять вільні

вищі карбонові кислоти C_{24}-C_{32} – 13,0%, з яких приблизно 85,0% є насиченими; вищі спирти C_{28}-C_{35} – 1,0%, алкани – 12,0-16,0%, рослинні пігменти, смоли, мінеральні та ароматичні речовини.

Фізико-хімічні властивості. Білий бджолиний віск – тверда речовина від білого до жовтуватого забарвлення. Жовтий бджолиний віск – тверда речовина. Діапазон їхнього топлення становить 62-65^{0}С. Обидви види воску добре розчиняються в хлороформі, діетиловому етері; середньо – в етанолі; не розчиняються у воді. Кислотне число становить 17,0-24 мг КОН/г), пероксидне число – не більше 5,0 ммоль O_2/кг, число омилення – 87,0-104,0 мг КОН/г, естерне число – 67,0-84 мг КОН/г), йодне число – 7,0-15,0 г I_2/100 г.

Джерело. Бджолиний віск – це продукт воскових залоз бджіл родини *Apidae*, *eg. Apis mellifera* L.; він міститься в бджолиних стільниках.

Добування. Добувають бджолиний віск з бджолиних стільників шляхом розплавлення гарячою водою, парою. Розплавлений продукт фільтрують і розливають у брикети. Білий віск отримують, відбілюючи додатково жовтий за допомогою пероксида водню, сульфатної кислоти або на світлі.

Вміст гліцеролу та інших поліолів у кінцевому продукті становить не більше 0,5%, води – не більше 0,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E902* Свічковий віск

Покриття, розділювач.

Синонім: candelilla wax.

Будова. Свічковий віск – суміш нерозгалужених вуглеводнів (алканів) з непарною кількістю атомів вуглецю C_{29}-C_{33} (до 42,0%, від кількості якої 2,0% складають алкени) і естерів переважно насичених вищих карбонових кислот з вищими нерозгалуженими насиченими спиртами C_{28}-C_{34} (20,0-29,0%) та тритерпеновими спиртами на зразок ситостеролу (до 6,0-10,0%). Віск містить також вільні карбонові кислоти (7,0-9,0%), відповідні спирти; нейтральні смоли, переважно тритерпеноїдні, (12,0-14,0%) та мінеральні речовини (менше 1,0%).

Фізико-хімічні властивості. Це тверда речовина з т. топ. 68,5-72,5^{0}С, яка добре розчиняється в хлороформі, толуені; не розчиняється у воді. Кислотне число становить 12-22 мг КОН/г, число омилення – 43-65 мг КОН/г, естерне число – 31-43 мг КОН/г.

Джерело. Свічковий віск міститься в рослинах *candelilla Euphorbia antisyphilitica.*

Добування. Свічковий віск добувають з відповідних рослин водною екстракцією при нагріванні з подальшою очисткою за допомогою сульфатної кислоти.

Вміст гліцеролу та інших поліолів у кінцевому продукті становить не більше 0,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Е903* Карнаубський віск

Покриття, розділювач.

Синоніми: carnauba wax, brazil wax.

Будова. Карнаубський віск – це суміш переважно (до 80%) естерів мірицилового спирту з карнаубовою $C_{23}H_{47}COOH$ і церотиновою $C_{25}H_{51}COOH$ кислотами; інших естерів кислот C_{16}-C_{28} і вищих спиртів C_{30}-C_{32}. У складі таких естерів містяться естери, утворені з відповідних ω-гідроксикислот (до 20% від загальної кількості естерів), вищих діолів (до 6%), цинамонатної (коричної) кислоти (до 10%). Крім цих складових у віску виявлені вільні карбонові кислоти на зразок мелісинової $C_{29}H_{59}COOH$ і монтанової $C_{27}H_{55}COOH$ (до 1,5%); вільні вищі спирти, переважно карбоцериловий (1-гептакозанол) $C_{27}H_{55}OH$ та монтановий (1-октакозанол) $C_{28}H_{57}OH$ (до 10%); алкани (1-1,5%), фітостерол (до 0,5%) тощо.

Фізико-хімічні властивості. Це тверда речовина від жовтуватого до світло-коричневатого кольору з т. топ. 80-86^{0}С, яка розчиняється в хлороформі, діетиловому етері, при нагріванні в етилацетаті, ксиленах (ксилолах); практично не розчиняється – у киплячому етанолі; не розчиняється у воді. Кислотне число стновить 2-7 мг КОН/г, число омилення – 78-95 мг КОН/г, естерне число – 71-88 мг КОН/г.

Джерело. Карнаубський віск покриває листя бразильскої воскової пальми *Copernicia cerifera* (*Arruda*) Mart.

Добування. Добувають карнаубський віск шляхом механічного виділення з сухих пальмових листів та подальшої очистки методом виварювання у воді і розливом у відповідні форми.

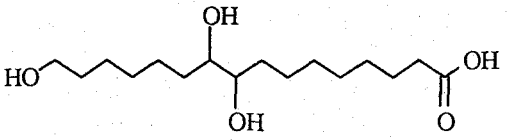
Вміст речовин, які не омилюються, у кінцевому продукті становить 50,0-55,0%, сульфатного попелу – не більше 0,25%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Е904 Шелак

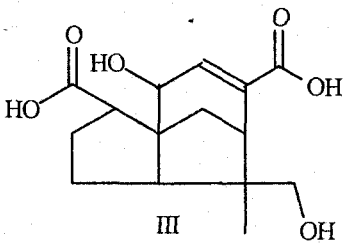
Покриття, розділювач.

Синоніми: відбілений шелак, вільний від воску відбілений шелак, штоклак, стиклак, shellac, bleached shellac, wax-free bleached shellac.

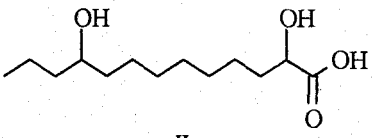
Будова. Шелак – це складна суміш вільних аліфатичних і терпенових гідроксикислот на зразок алейритової (aleuritic), або 9,10,16-тригідроксигексадеканової I, дигідроксифікоцерилової (2,10-дигідрокситридеканової) II, сесквітерпенової шелолевої (шелевої) – (shellolic, або shellic) III, лацишелолевої (laccishellolic), яларивої (jalaric) IV та інших, а також їхніх лактонів, лактидів тощо:



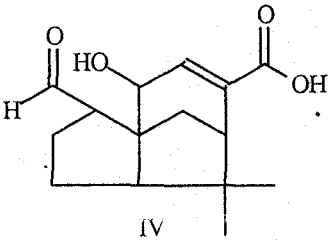
I



III



II



IV

Природний шелак, крім шелачної смоли (штоклака) у кількості 83-86%, містить також 3,0-6,5% нерозчинного у спирту шелачного воску, воду (до 2,0%), барвники та інші компоненти.

Фізико-хімічні властивості. Це біла аморфна зерниста смола для відбіленого і яскраво-жовта для зневощеного шелаку з температурою розм'ягчення 78-85^{0}С, які добре розчиняються в етанолі, водних розчинах лугу, соди, бури; не розчиняються у воді, ацетоні, діетиловому етері. Характеристики шелаку залежать від джерела добування, способу хімічної обробки тощо. Так, кислотне число шелаку лежить у межах 55-89 мг КОН/г, гідроксильне число – 260-280 мг КОН/г, число омилення – 63-230 мг КОН/г і йодне число – 6-20 г I_2/100 г. Шелак стійкий до дії світла. Водопоглинання його становить приблизно 5%. При нагріванні до 35^{0}С шелак стає пластичним, а при 100-110^{0}С втрачає здатність до плавлення і розчинності. Втрати при висушуванні становлять не більше 6,0% (40^{0}С, 4 години, надалі при 20^{0}С над силікагелем, 15 годин).

Джерело. Шелак міститься в природній смолі штоклаці (стиклаці) – смолістій секреції, яку виробляють комахи лакового червеця *Laccifer lacca* Kerr родини Coccidae, що паразитують на рослинах родини мімози (акації, альбіції).

Добування. Шелак добувають з відповідної смоли штоклаку (стиклаку). Відбілений шелак одержують шляхом розчинення смолістої секреції у водному розчині карбонату натрія з подальшим відбілюванням (окисненням) гіпохлоритом натрію і висадженням розведеним розчином сульфатної кислоти. У відбіленому шелаку кількість воску становить не більше 5,5%. З метою одержання зневощеного продукту шелак відділяють від воску, якого у природній смолі нараховується до 6,5%, шляхом фільтрування. У вільному від воску шелаку кількість такого воску становить не більше 0,2%.

Вміст плюмбуму у кінцевому продукті – не більше 2 мг/кг.

E905a* Вазелінова олива харчова

Покриття, розділювач, розчинник.

Синоніми: рідкий парафін, рідкий вазелін, харчова мінеральна олія (масло), біла харчова олія (масло), liquid paraffin, food grade mineral oil, white mineral oil, liquid petrolatum.

Будова. Вазелінова олива є сумішшю добре очищених алканів (парафінових вуглеводнів) з достатньо широким діапазоном атомів вуглецю C_{15}-C_{40} і циклоалканів (нафтенових вуглеводнів) з т. кип. вище 200^0C.

Фізико-хімічні властивості. Це прозора оліїста рідина, яка добре розчиняється в діетиловому етері, хлороформі; середньо – в етанолі; не розчиняється у воді. Середня молекулярна маса становить 300-500. Значення в'язкості при 110^0C становить не менше 11,0 сСт.

Джерело. Складові вазелінової оливи містяться у нафті.

Добування. Добувають вазелінову оливу з неочищених мінеральних олив різними методами: дистиляції, екстракції, кристалізації з подальшою очисткою кислотами та/або каталітичним гідруванням.

Метаболізм і токсичність. Вазелінова олива для організму людини є нетоксичною речовиною. Вона вважається хімічно і біологічно інертною і в умовах *in vivo* практично не бере участі в процесах метаболізму. Доведено, що приблизно 98% таких насичених вуглеводнів оливи в організмі не адсорбуються і виводяться з нього у незмінному стані. Вазелінова олива застосовується для виготовлення косметичних препаратів.

E905b* Вазелін

Покриття, розділювач, носій, антивспінюючий агент.

Синоніми: vaselin, petrolatum, petroleum jelly, petroleum amber, white petrolatum, yellow petrolatum.

Будова. За хімічною будовою вазелін є сумішшю (мастилом) очищених напівтвердих насичених вуглеводнів, переважно алканів (парафіну, церезину, петролатуму) – дисперсійна фаза, і важких нафтових залишків - нафтової оливи – дисперсна фаза (загущувач). Вміст такого загущувача становить 25,0-40,0%.

Фізико-хімічні властивості. Це прозора мазеподібна маса від білого до жовтуватого або яскраво-бурштинового кольору, з

інтервалом плавлення 38-60^{0}С і т. кип. 302^{0}С, яка добре розчиняється в діетиловому етері, хлороформі, гексані, сірковуглеці; не розчиняється у воді. Значення густини становлять 0,815-0,880 кг/дм^3 при 60^{0}С.

Джерело. Згадані компоненти вазеліну містяться у нафті.

Добування. Вазелін одержують шляхом загущення (сплавлення) нафтових олив напівтвердими алканами (петролатумом, парафіном, церезином).

Вміст у кінцевому продукті сірки становить не більше 0,2%, залишку після прокалювання – не більше 0,05%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 3 мг/кг, важких металів – не більше 20 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. Е905а Вазелінова олива харчова.

Е905с* Мікрокристалічний віск (парафін)

Глазурувач, розділювач.

Такий глазурувач поділяється на віск мікрокристалічний (і) та віск парафіновий (іі).

Е905с*(і) Мікрокристалічний віск

Синоніми: мінеральна олива, мінеральний олій, нафтовий віск, petroleum wax, microcrystalline wax,

Будова. Мікрокристалічний віск – це очищена суміш насичених вуглеводнів C_{25}-C_{35}, здебільшого розгалужених алканів (55,0-75,0%), із середньою молекулярною масою від 500 і більше з переважно аморфною будовою (дрібнішими розмірами кристалічних ділянок). До складу цього воску входять також нафтенові вуглеводні. Молекулярна маса мікрокристалічного воску більша, ніж парафінового.

Фізико-хімічні властивості. Це непрозора або біла кристалічна маса, яка середньо розчиняється в діетиловому етері, гексані; не розчиняється у воді, етанолі. Мікрокристалічний (аморфний) віск має т. топ. у діапазоні 54-102^{0}С. Він стійкий до

дії світла, температури і повітря, а також до дії мінеральних кислот і лугів. Кінематична в'язкість при 100^0C ≥11 мм^2/с (12-20). Чйсло карбону, або кількість атомів вуглецю в молекулі, (5% дист.) ≥ 25. У цілому, мікрокристалічний віск пластичніший, ніж парафіновий, проявляє більшу адгезійну здатність, змішується з іншими оливами та восками без випрівання утвореної композиції. Залежно від температури топлення мікрокристалічний віск поділяється на три групи: 1) пластинковий (платівковий) – 54-76^0C (твердість 20-35 dmm), 2) шаровий – 76-85^0C (14-25 dmm) і 3) твердий – 85-102^0C (6-14 dmm).

Джерело. Складові мікрокристалічного воску містяться у нафті.

Добування. Наведений віск одержують депарафінізацією оливних дистилятів нафти, отриманих при вакуумній перегонці, з подальшою очисткою за допомогою сульфатної кислоти та відбілювальними глинами.

Вміст сірки у кінцевому продукті становить не більше 0,4%, залишку після прокалювання – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 3 мг/кг, важких металів – не більше 20 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. Е905а Вазелінова олива харчова.

Е905с*(ii) Віск парафіновий

Синоніми: мінеральна олива, мінеральний олій, нафтовий віск; парафін нафтовий, твердий, марки П-2; гач-парафін, paraffin wax.

Будова. Парафіновий віск – це очищена суміш насичених вуглеводнів C_{25}-C_{35}, переважно нерозгалужених алканів (до 80-90%), із середньою молекулярною масою приблизно до 500 з більшим ступенем кристалічності (більшими розмірами кристалічних ділянок), порівняно з мікрокристалічним.

Фізико-хімічні властивості. Парафіновий віск є твердою з глянсуватим виблиском речовиною. Це напівпрозора або біла крихка маса, яка середньо розчиняється в діетиловому етері, гексані; не розчиняється у воді, етанолі. Парафіновий віск має т. топ. у діапазоні 45-74^0C. Кінематична в'язкість при 100^0C

становить приблизно 11 мм^2/с. Число карбону (5% дист.) ≥ 25. Залежно від температури топлення парафіновий віск, аналогічно мікрокристалічному, поділяється на категорії з низькою т. топ. 54-56^{0}С, середньою – 57-62^{0}С і високою – 67-70^{0}С.

Джерело. Складові парафінового воску містяться у нафті.

Добування. Наведений віск одержують депарафінізацією оливних дистилятів нафти з подальшою очисткою за допомогою сульфатної кислоти та відбілювальними глинами.

Вміст залишків оливи у кінцевому продукті становить не більше 0,8%, сірки – не більше 0,05%, залишку після прокалювання – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 3 мг/кг, важких металів – не більше 20 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. Е905а Вазелінова олива харчова.

Е905d Мінеральна олива (високої в'язкості)

Глазурувач, антигрудкуючий агент.

Синоніми: мінеральна олія, мінеральний олій, mineral oil (high viscosity), liquid paraffin, food grade mineral oil, white mineral oil, liquid petrolatum.

Будова. За хімічною будовою це суміш високоочищених алканів і циклоалканів (нафтенів) з молекулярною масою > 500.

Фізико-хімічні властивості. Це слабозабарвлені оліїсті рідини з т. кип. 350^{0}С, які розчиняються в діетиловому етері; частково – етанолі; не розчиняються у воді. Кінематична в'язкість при 100^{0}С > 11 мм^2/с. Число карбону (5% дист.) ≥ 28.

Джерело. Складові наведеної оливи містяться у нафті.

Добування. Оливу високої в'язкості добувають з сирої нафти за допомогою відомих методів очистки (дистиляції, екстракції та кристалізації) з подальшою кислотною очисткою і/або гідротермічною обробкою.

Метаболізм і токсичність. Див. Е905а Вазелінова олива харчова.

E905e Мінеральна олива (середньої і низької в'язкості, клас I)

Глазурувач.

Синоніми: мінеральна олія, мінеральний олій, mineral oil (medium and low viscosity, class I), liquid paraffin, food grade mineral oil, white mineral oil, liquid petrolatum.

Будова. За хімічною будовою це суміш високоочищених алканів і циклоалканів (нафтенів) з молекулярною масою 480-500.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі або слабозабарвлені оліїсті рідини з т. кип. 200^{0}С, які розчиняються в діетиловому етері; частково – етанолі; не розчиняються у воді. Кінематична в'язкість при 100^{0}С 8,5-11 мм^2/с. Число карбону (5% дист.) ≥ 25.

Джерело. Складові наведеної оливи містяться у нафті.

Добування. Оливу середньої і низької в'язкості добувають з сирої нафти за допомогою відомих методів очистки (дистиляції, екстракції та кристалізації) з подальшою кислотною очисткою і/або гідротермічною обробкою.

Метаболізм і токсичність. Див. E905a Вазелінова олива харчова. При застосуванні цієї оливи її кількість регламентують не більше 0-10,0 мг/кг тіла людини за один день.

E905f Мінеральна олива (середньої і низької в'язкості, клас II)

Глазурувач.

Синоніми: мінеральна олія, мінеральний олій, mineral oil (medium and low viscosity, class I), liquid paraffin, food grade mineral oil, white mineral oil, liquid petrolatum.

Будова. За хімічною будовою це суміш високоочищених алканів і циклоалканів (нафтенів) з молекулярною масою 400-480.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі або слабо забарвлені оліїсті рідини з т. кип. 200^{0}С, які розчиняються в діетиловому етері; частково – в етанолі; не розчиняються у воді. Кінематична в'язкість при 100^{0}С 7,0-8,5 мм^2/с. Число карбону (5% дист.) ≥ 22.

Джерело. Складові наведеної оливи містяться у нафті.

Добування. Оливу середньої і низької в'язкості добувають з сирої нафти за допомогою відомих методів очистки (дистиляції, екстракції та кристалізації) з подальшою кислотною очисткою та/або гідротермічною обробкою.

Метаболізм і токсичність. Див. Е905а Вазелінова олива харчова. Кількість цієї оливи при застосуванні регламентують як не більше 0,01 мг/кг тіла людини за один день.

Е905g Мінеральна олива (середньої і низької в'язкості, клас III)

Глазурувач.

Синоніми: мінеральна олива, мінеральний олій, mineral oil (medium and low viscosity, class I), liquid paraffin, food grade mineral oil, white mineral oil, liquid petrolatum.

Будова. За хімічною будовою це суміш високоочищених алканів і циклоалканів (нафтенів) з молекулярною масою 300-400.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі або слабо забарвлені олійсті рідини з т. кип. 200^0С, які розчиняються в діетиловому етері; частково – етанолі; не розчиняються у воді. Кінематична в'язкість при 100^0С 3,0-7,0 мм^2/с. Число карбону (5% дист.) ≥ 17.

Джерело. Складові наведеної оливи містяться у нафті.

Добування. Оливу середньої і низької в'язкості добувають з сирої нафти за допомогою відомих методів очистки (дистиляції, екстракції та кристалізації) з подальшою кислотною очисткою і/або гідротермічною обробкою.

Метаболізм і токсичність. Див. Е905а Вазелінова олива харчова. Кількість цієї оливи при застосуванні регламентують як не більше 0,01 мг/кг тіла людини за один день.

Е907 Полі-1-децен гідрогенізований

Глазурувач, покриття, розділювач.

Полі-1-децен гідрогенізований запропонований Директивою ЄС 2006/28/ЕС від 8.12.2006 р. як замінник білої мінеральної (парафінової) оливи.

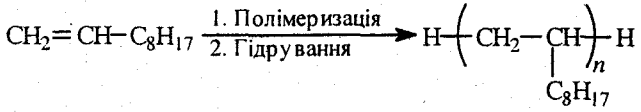
Синоніми: полідецен, hydrogenated poly-1-decene, PAO.

Будова. За хімічною будовою це є суміш олігомерних ізоалканів загальної формули $C_{10n}H_{20n+2}$, де n = 3-6, із середньою молекулярною масою 550.

Вміст полідеценів по фракціям становить: C_{30} – 13,0-37,0%, C_{40} – 35,0-70,0%, C_{50} – 9,0-25,0% і C_{60} – 1,0-7,0%.

Фізико-хімічні властивості. Це в'язка рідина жовтуватого кольору, яка розчиняється в толуені; слабо – в етанолі; не розчиняється у воді. В'язкість речовини становить 5,7-6,1 сСт (100^0С). Полідецен має високу термічну та мікробіологічну стійкість.

Добування. Наведений полі-α-олефін синтезують методом координаційно-йонної полімеризації 1-децену, отриманого з етилену, з утворенням олігомерної суміші три-, тетра-, пента- і гекса-1-деценів. У результаті обриву ланцюга внаслідок реакцій між- і внутрішномолекулярного диспропорціонування в таких сполуках виникає певна кількість подвійних зв'язків. Потім від них позбуваються шляхом каталітичного гідрування в присутності Ni:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,5%, кількість ізоалканів з числом карбону 20-30 (від C_{20} до C_{30}) – не більше 1,5%, нікелю – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. В організмі людини полідецен метаболізується незначною мірою. При використанні в фармацевтичних препаратах як основи кремів токсичних наслідків не виявлено.

E908* Віск рисових висівок

Глазурувач, розділювач.

Синонім: rice bran wax.

Будова. Віск рисових висівок складається з естерів вищих карбонових кислот і вищих спиртів. З таких кислот найбільш присутні пальмітинова, бегенова (докозанова) $CH_3(CH_2)_{20}COOH$, лігноцеринова (тетракозанова) $CH_3(CH_2)_{22}COOH$. Із спиртів – цериловий (1-гексакозанол) $C_{26}H_{53}OH$, мірициловий (1-гентриаконтанол) $C_{31}H_{63}OH$, мелісиновий (1-триаконтанол) $C_{30}H_{61}OH$.

Фізико-хімічні властивості. Це тверда кристалічна речовина від жовтувато-коричневого до яскраво-коричневого кольору з т. топ. 75-80^{0}С, яка розчиняється в хлороформі; не розчиняється у воді. Число омилення становить 75-120 мг КОН/г, йодне число – 10 г I_2/100 г.

Джерело. Віск рисових висівок міститься у певних сортах рису.

Добування. Рисовий віск добувають методом виділення з рисової олії.

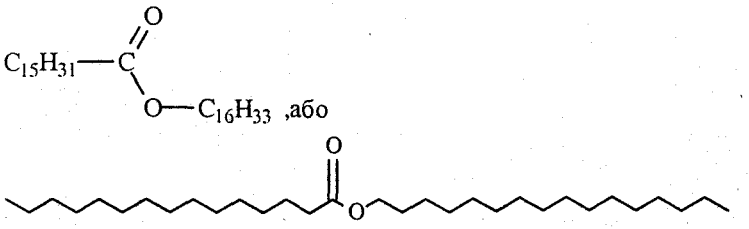
Вміст у кінцевому продукті вільних вищих карбонових кислот становить не більше 10,0%. Крім того, до складу віску входять у незначних кількостях тритерпеноїдний сквален і фосфоліпіди.

Е909* Спермацетовий віск

Глазурувач, розділювач.

Синоніми: спермацет, цетин, spermacetic wax.

Будова. За хімічною будовою спермацетовий віск є естером пальмітинової (гексадеканової) кислоти $C_{15}H_{31}COOH$ і цетилового (1-гексадеканолу) спирту $C_{16}H_{33}OH$, вміст якого становить до 98%, а також естерами цього спирту з карбоновими кислотами C_{12}, C_{14}, C_{18}:



Хімічна назва: цетилпальмітат.

Фізико-хімічні властивості. Це біла воскоподібна речовина з т. топ. 43-54^{0}С, яка розчиняється в діетиловому етері, ацетоні, гарячому етанолі; не розчиняється у воді. Число омилення становить 121-135 мг КОН/г, кислотне число – 0,5 мг КОН/г, йодне число – 2,6-3,8 г I_2/100 г.

Джерело. Спермацет міститься у кістних поглибленнях черепу кашалота разом зі спермацетовим жиром.

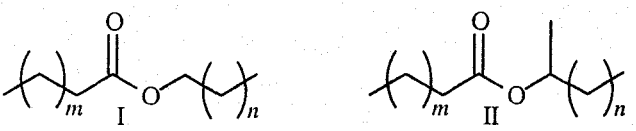
Добування. Спермацетовий віск добувають шляхом виморожування зі спермацетового масла, який, своєю чергою, виділяють витоплюванням зі спермацетового мішка голови кашалота. У випадку каталітичного гідрування спермацетового масла одержують віск, властивості якого близькі властивостям спермацету.

Е910* Воскові естери

Глазурувачі, розділювачі.

Синонім: wax esters.

Будова. За хімічною будовою – це складна суміш естерів переважно насичених вищих карбонових кислот і одно-, двоатомних вищих спиртів (основного компоненту), яка містить також вільні відповідні спирти та кислоти, алкани. До складу воскових естерів входять насичені та ненасичені кислоти C_{16}-C_{32}, первинні спирти C_{22}-C_{32} у вигляді 1-алканолів I і вторинні C_{23}-C_{33} у вигляді 2-алканолів II, внаслідок чого сформовані відповідні естери загальної формули:



$n = 20 - 30,\ m = 13 - 19$

Фізико-хімічні властивості. Це жироподібна аморфна речовина з т. топ. 40-90^{0}С, яка розчиняється в більшості органічних розчинників; не розчиняється у воді. Кислотне число становить 4-14 мг КОН/г, число омилення 110-130 мг КОН/г, йодне число – не більше 1 г I_2/100 г. В'язкість при 20^{0}С – 150-300 Па·с.

Естерні воски стійкі до гідролізу. Молекулярна маса таких восків становить приблизно 300-560.

Джерело. Воскові естери містяться в рослинах (яблуках – до 18,0%, листях рапсу – 16,0%, квітах троянди – 11,0%, листях гороху – 5,0-10,0% тощо) і деяких тваринах. Вони складають основу рослинної олії жожоби (*Jojoba*), яка міститься у вічнозеленому чагарнику *Simmondsia chinensis*.

Добування. Воскові естери добувають з природних джерел відомими методами виділення. Набуває розвитку мікробіологічний метод синтезу естерних восків безпосередньо з вищих карбонових кислот і вищих спиртів, або гідролізом рослинних олій на складові гліцерол і вищі карбонові кислоти з наступною реакцією естерифікації останніх з відповідними спиртами.

Е912 Монтановий віск (естери монтанової кислоти)

Глазурувач, покриття.

Синоніми: монтан-віск, буровугільний віск, montan wax, lignite wax, OP wax.

Будова. Монтановий віск за хімічною будовою є складною сумішшю естерів вищих карбонових кислот і спиртів C_{24}-C_{30} (62,0-68,0%), вільних вищих карбонових кислот C_{10}-C_{30} (22,0-26,0%), вищих спиртів та їх гомологів – кетонів (7,0-15,0%), низькомолекулярних діолів та гліцеролу, алканів тощо.

Фізико-хімічні властивості. Це пластична аморфна речовина із кольором від темно-коричневого до білого (для естерифікованого), залежно від ступеню очистки, з т. топ. 82-95^{0}С. Монтановий віск розчиняється в діетиловому етері, хлороформі; не розчиняється у воді. Число омилення воску – 80-120 мг КОН/г, кислотне число – не більше 40 мг КОН/г, йодне число – 10-25 г I_2/100 г.

Добування. Монтановий віск одержують шляхом екстракції бітуму бурого (бітумінозного) вугілля бензеном або бензином з метою вилучення смоли, кількість якої у бітумі становить 20-30%. Отриманий при цьому знесмолений віск надалі окиснюють до рафінірованого воску, при естерифікації якого одно-, дво- і

багатоатомними вищими спиртами, а також етиленгліколем і/або 1,3-бутандіолом, і/або гліцеролом утворюється естерифікований монтановий віск.

Вміст гліцеролу у кінцевому продукті становить не більше 1,0%, інших поліолів – не більше 1,0%, хрому – не більше 3 мг/кг, арсену – не більше 2 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Е913* Ланолін

Глазурувач, розділювач.

Синонім: lanolin.

Будова. За хімічною будовою ланолін є сумішшю естерів цетилового, церилового, ланолінового спиртів, а також стероїдних спиртів холестеролу та його гідроксипохідних (1,8-дигідроксихолестеролу) і вищих карбонових кислот (міристинової, пальмітинової, церотинової). Крім того, до складу ланоліну входять діестери 1,2-алкандіолів з деякими кислотами C_{18}-C_{24}, а також вільні вищі та стероїдні спирти і відповідні кислоти (до 45,0%), алкани тощо. Зауважимо, що значна кількість ВКК ланоліну належить до кислот так званого ланоряду (ланоміристинової, ланопальмітинової), які є ізомерами відносно відповідних нерозгалужених кислот і провляють оптичну активність.

Фізико-хімічні властивості. Це світло-жовта мазеподібна речовина з т. топ. 36-42^{0}С; яка розчиняється в бензені, хлороформі, діетиловому етері; не розчиняється у воді, етанолі. Йодне число становить 18,0-36,0 г I_2/100 г, кислотне число – не більше 1,12 мг КОН/г. Втрати при висушуванні – не більше 0,5%. Ланолін є стійким до окиснення. На відміну від інших восків, ланолін утворює стійкі водні емульсії.

Джерело. Ланолін міститься у вовняному (шерстяному) воску, який виробляється шкірними залозами овець.

Добування. Ланолін добувають вимиванням вовняного воску – в'язкої буро-жовтої маси з неприємним запахом. Вміст такого воску на овечій вовні досягає 25%.

Вміст у кінцевому продукті арсену становить не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 3 мг/кг, важких металів – не більше 20 мг/кг.

Е914 Поліетиленовий віск окиснений

Глазурувач, емульгатор.

Синоніми: oxidized polyethylene wax, OPE, CWO, WISCOWAX.

Будова. За хімічною будовою це олігомер поліетилену, який містить у структурі своїх молекул полярні гідроксильні, карбоксильні, карбонільні групи, з молекулярною масою 1400-1800.

Фізико-хімічні властивості. Це гранули, білий або жовтуватий порошок з т. розм'якшення 100-107^{0}С, який розчиняється в бензені, толуені, ксилені (до 75% при 25^{0}С), гексані (до 53% при 50^{0}С); не розчиняється у воді. Кислотне число цієї речовини становить 7-24 мг КОН/г, число омилення 45-80 мг КОН/г. Твердість воску становить 4-5 (ASTM D1321), динамічна в'язкість – 20-40 Па·с (ASTM D3236). Із збільшенням ступені окиснення такі характеристики, як кислотне число, число омилення, в'язкість, твердість понижуються. При кислотному числі 16 і більше окиснений віск здатний утворювати водні емульсії.

Добування. Наведений глазурувач одержують шляхом окиснення поліетиленового воску при нагріванні. Як окисники можуть використовуватися реагенти на зразок $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$ тощо, а також молекулярний кисень (повітря).

Вміст у кінцевому продукті кисню становить не більше 9,5%, хрому – не більше 5 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

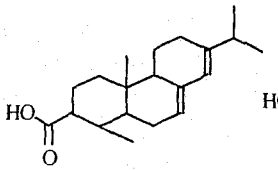
Е915 Естери каніфолі.

Глазурувачі.

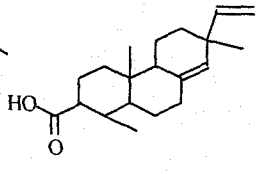
Синоніми: естери каніфолі з гліцеролом, метанолом або пентаеритритолом; гліцериновий, метиловий або пентаеритритовий ефір каніфолі; ефіри каніфолі; glycerol, methyl or pentaerithrytolo ester of colophane; esters of colophony, esters of rosin

Будова. Наведені речовини є метиловим, гліцероловим або пентаеритритоловим естерами каніфолі. Каніфоль, залежно від

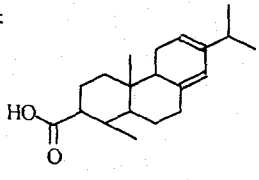
виду сировини та методу добування, поділяється на живичну (добувають із смоли хвойних дерев після відгонки з паром скипидару), екстракційну (з просмоленої деревини екстракцією бензином) або талову (з талової оливи при її вакуумній ректифікації). Хімічну основу каніфолі становлять смоляні кислоти (до 95%), які є дитерпеновими кислотами і в основу будови яких покладений частково гідрований фенантреновий цикл. Найвідоміші каніфольні, смоляні ізомерні кислоти: – пімарова, лівопімарова, декстропімарова, абієтинова, неоабієтинова, дегідроабієтинова тощо. Причому основна абієтинова кислота утворюється з лівопімарової *in vitro* при дії на неї тепла або при кип'ятінні з ацетатною кислотою. За хімічною будовою естери каніфолі з метанолом, поліатомними спиртами - гліцеролом або пентаеритритолом (тетрагідроксиметилметаном), поділяються на відповідні моно-, ди, три- та тетраестери залежно від кількості їхніх гідроксильних груп, що утворили естерні зв'язки (наведені тільки моноестери):



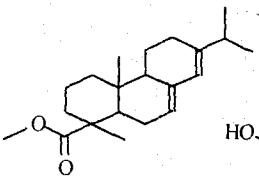
Абієтинова кислота



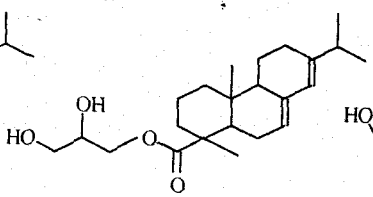
Декстропімарова кислота



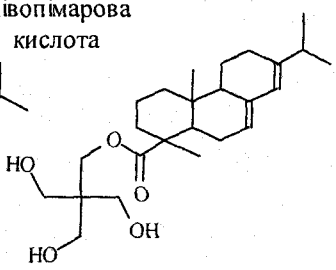
Лівопімарова кислота



Метилабієнат



Гліцерилмоноабієнат



Пентаеритритилмоноабієнат

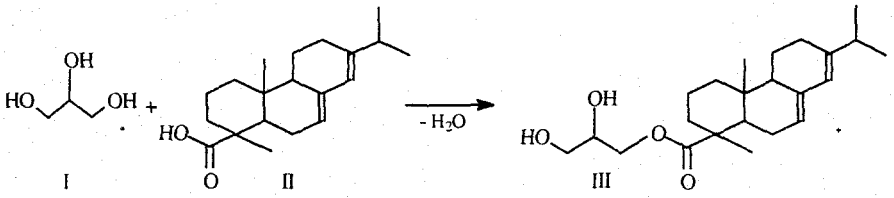
Крім моноестерів у випадку поліатомних спиртів можна одержувати інші естери на зразок гліцерил-1,2- або гліцерил-1,3-діабієтату, гліцерил-1,2,3-триабієтату, пентаеритритилілдіабієтату тощо.

Хімічна назва деяких смоляних кислот: (1*R*,4*aR*,4*bR*,10*aR*)-7-ізопропіл-1,4а-диметил-1,2,3,4,4*a*,4*b*,5,6,10,10*a*-декагідрофенантрен-1-

карбонова кислота, або абієта-7,13-дієн-18-ова кислота (абієтинова), пімара-8(14),15-дієн-18-ова кислота (пімарова).

Фізико-хімічні властивості. Метилові естери каніфолі є в'язкими рідинами з високою температурою кипіння. Естери поліатомних спиртів – тверді термопластичні смоли від білого до сірого кольору. Такі естери погано розчиняються у воді; добре розчиняються в неполярних розчинниках (гексані, бензені, толуені, хлороформі). Наприклад, естер пентаеритритолу має температуру розм'якшення 95-105^{0}С і кислотне число 8-16 мг КОН/г; естер гліцеролу – 78-88^{0}С і 3-8 мг КОН/г відповідно.

Добування. Естери каніфолі одержують реакцією естерифікації відповідних смоляних кислот (технічної каніфолі) з метанолом або гліцеролом, або пентаеритритолом при 250-300^{0}С, під тиском в присутності каталізатору або без нього до припинення зміни кислотного числа (з 150-168 мг КОН/г для каніфолі до 3-20 для її естерів), тобто до певного ступеню утворення естерних зв'язків. Так, при взаємодії гліцеролу I з абієтиновою кислотою II утворюється гліцерилмоноабієтат III:



I II III

Надалі утворенні естери очищують шляхом перегонки під зменшеним тиском.

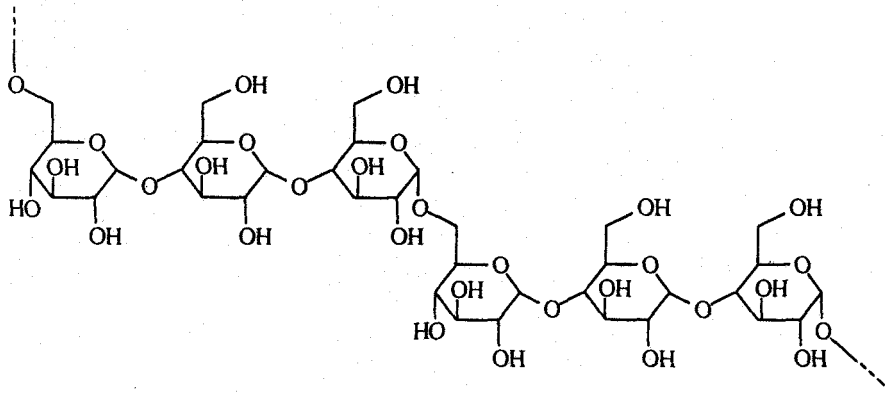
Метаболізм і токсичність. При дії каніфолі на людський організм спостерігається поява алергічних захворювань. На відміну від неї, естери каніфолі подібної дії не проявляють.

Е1204 Пулулан

Плівкоутворювач, пігулкоутворювач, засіб для капсулювання.

Синоніми: пулюлан, α-1,6-поліглюкан, pullulan.

Будова. Бактеріальний полісахарид пулулан за хімічною будовою складається з блоків трисахариду мальтотриози (О-α-*D*-глюкопіранозил-(1→4)-О-α-*D*-глюкопіранозил-(1→4)-*D*-глюкопіраноза), які сполучені переважно за допомогою α-1,6-глікозидних зв'язків:



Скорочений запис мальтотриози виглядає так: [α-*D*-Глю$_p$-(1→4)-α-*D*-Глю$_p$-(1→4)-*D*-Глю$_p$]$_n$, а пулулану – {–(1→6)-[α-*D*-Глю$_p$-(1→4)-α-*D*-Глю$_p$-(1→4)-*D*-Глю$_p$]$_n$–(1→6)-}$_m$.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок або гранулят, який добре розчиняється у воді, не розчиняється у більшості органічних розчинників. pH 10% водного розчину 5,0-7,0. Кінематична в'язкість 100-180 сСт (10% водного розчину, 30^{0}С). Втрати при висушуванні становлять не більше 6,0% (90^{0}С, при тиску не більше 50 мм рт. стовп., 6 годин). Наведена речовина утворює захисні плівки з високими показниками стійкості до дії температури, кислот, основ, олій та непроникнені для кисню.

Добування. Пулулан одержують шляхом аеробної ферментації з крохмалю, сахарози або відходів цукрових виробництв за допомогою грибів *Aureobasidium pullulans*. Процес триває до кількох діб. Вихід пулулану становить до 90-98%, молекулярна маса коливається в межах 20 000 – 800 000 залежно від умов ферментації.

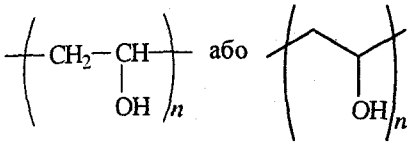
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 90,0%; моно-, ди- та олігосахаридів – не більше 10,0%,

вологи – не більше 6,0%, протеїнів – не більше 0,3%, попелу – не більше 5,0%, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

Е1203 Полівініловий спирт

Плівкоутворювач.

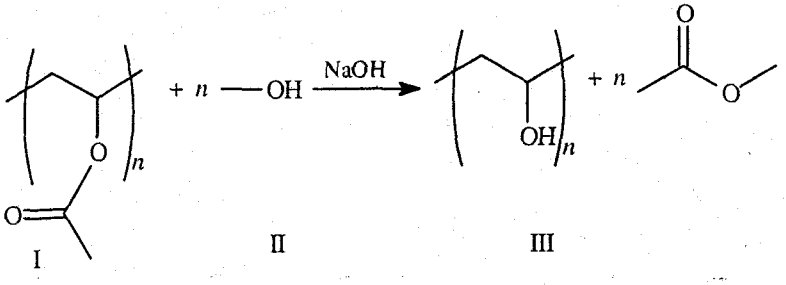
Синоніми: поліетенол, ПВС, polyvinylalcohol.



Хімічна назва: поліетенол.

Фізико-хімічні властивості. Це порошок або гранули від білого до жовтуватого кольору з т. склування 57^{0}С і т. розкл. 220-235^{0}С (без плавлення). Полівініловий спирт добре розчиняється в гарячій воді; середньо – в гліколях, незначно в етанолі. Молекулярна маса становить від 10 000 до 50 000. pH 4% водного розчину 5,0-7,0. Динамічна в'язкість 4% водного розчину при 20^{0}С – 4,8-5,8 Па·с (ASTM D3236). Естерне число – 125-153 мг КОН/г, кислотне число – не більше 3,0 мг КОН/г. Ступінь гідролізу – 86,5-89,0%. Втрати при висушуванні – не більше 5,0% (105^{0}С; 3 години).

Добування. Полівініловий спирт III одержують методом лужного гідролізу полівінілацетату I або методом його алкоголізу метанолом II в присутності гідроксиду натрія:



I II III

У кінцевому продукті вміст ацетатних груп становить не більше 2,0%, метанолу та метилацетату – не більше 1,0%, водонерозчинних речовин – не більше 0,1%, загального попелу – не більше 1,0%.

До плівкоутворювачів відносять також речовини, які за основною технологічною функцією наведені в інших главах:

(Е400) альгінатні кислоти – гл. 2.3,
(Е401) альгінат натрію – гл. 2.3,
(Е402) альгінат калію – гл. 2.3,
(Е403) альгінат амонію – гл. 2.3,
(Е404) альгінат кальцію – гл. 2.3,
(Е405) пропіленгліколькальгінат – гл. 2.3,
(Е406) агар – гл. 2.3,
(Е411) вівсяна камедь – гл. 2.3,
(Е412) гуарова камедь – гл. 2.3,
(Е413) трагакант – гл. 2.3,
(Е414) гуміарабік – гл. 2.5,
(Е416) камедь караї – гл. 2.3,
(Е422) гліцерол – гл. 3.6,
(Е461) метилцелюлоза – гл. 2.3,
(Е462) етилцелюлоза – гл. 2.6,
(Е463) гідроксипропілцелюлоза – гл. 2.3,
(Е464) гідроксипропілметилцелюлоза – гл. 2.3,
(Е465) метилетилцелюлоза – гл. 2.3,
(Е466) натрієва сіль карбоксиметилцелюлози – гл. 2.3,
(Е470а) солі вищих карбонових (жирних) кислот алюмінію, кальцію, натрію, калію, амонію – гл. 2.1;
(Е470b) магнієві солі вищих карбонових кислот – гл. 3.7,
(Е471) моно- і діацилгліцероли вищих карбонових кислот – гл. 2.1,
(Е473) естери сахарози і вищих карбонових кислот – гл. 2.1,
(Е474) сахарогліцероли – гл. 2.1,
(Е476) естери полігліцеролу і взаємоестерифікованих рицинолевих кислот – гл.2.1;
(Е570) вищі карбонові (жирні) кислоти – гл. 4.8,
(Е1400) декстрини харчові та їх похідні – гл. 2.3,

(Е1401) крохмаль, оброблений кислотою – гл. 2,3,
(Е1402) крохмаль, оброблений лугом – гл. 2.3,
(Е1403) відбілений крохмаль – гл. 2.3,
(Е1404) оксидований крохмаль – гл. 2.3,
(Е1405) крохмаль, оброблений ферментними препаратами – гл. 2,3,
(Е1410) монокрохмальфосфат – гл. 2.3,
(Е1411) дикрохмальгліцерол „зшитий" – гл. 2.3,
(Е1412) дикрохмальфосфат – гл.2.3,
(Е1413) фосфатований дикрохмальфосфат – гл. 2.3,
(Е1414) ацетильований дикрохмальфосфат – гл. 2.3,
(Е1420) крохмаль ацетатний, естерифікований ацетатним ангідридом – гл. 2.3;
(Е1421) крохмаль ацетатний, естерифікований вінілацетатом – гл. 2.3;
(Е1422) ацетильований дикрохмальадипат – гл. 2.3,
(Е1423) ацетильований дикрохмальгліцерол – гл. 2.3,
(Е1440) гідроксипропільований крохмаль – гл. 2.3,
(Е1442) гідроксипропільований дикрохмальфосфат – гл. 2.3,
(Е1443) гідроксипропільований дикрохмальгліцерол – гл. 2.3,
(Е1450) естери крохмалю та октенілсукцината натрію – гл. 2.1,
набрякаючі крохмалі – гл. 2.3,
тамариндова камедь – гл. 2.3.

3.9. Стабілізатори піни

Стабілізатори піни – це емульгатори, які додають до рідких збитих продуктів з метою запобігання осідання піни. Відомо, що газ і рідина утворюють термодинамічно нестабільну колоїдну систему, яка прагне перетворитися у дві фази з мінімальною поверхнею розділу. З метою уникнення такого розшарування піни в харчових продуктах фіксують шляхом термообробки або шляхом додавання стабілізаторів піни. При цьому молекули стабілізаторів розташовуються переважно на поверхні бульбашок повітря, утворюючи міцну плівку, яка певною мірою запобігає їхньому злипанню.

Як правило, стабілізуючу дію піноутворювачів підсилюють речовини, що зв'язують воду. Цю функцію ефективно виконують такі гідроколоїди як агар, пектини, желатин тощо внаслідок збільшення в'язкості рідкої фази.

Таким чином, стабілізаторами піни здебільшого виступають емульгатори, загущувачі, желеутворювачі, так звані гідроколоїди, які наведені раніше:

(Е322) лецитини – гл.2.1,

(Е414) гуміарабік – гл. 2.5,

(Е415) ксантанова камедь – гл. 2.3,

(Е419) гхаті камедь – гл. 2.3,

(Е440) пектини – гл. 2.4,

(Е461) метилцелюлоза – гл. 2.3,

(Е470а) солі вищих карбонових (жирних) кислот алюмінію, кальцію, натрію, калію, амонію – гл. 2.1;

(Е471) моно- і діацилгліцероли вищих карбонових кислот – гл. 2.1,

(Е1450) естери крохмалю та октенілсукцината натрію – гл. 2.1,

желатин – гл. 2.4.

3.10. Стабілізатори замутнення

Стабілізатори замутнення – це речовини, які зберігають дрібнодисперсні частинки замутнених рідин у незміному завислому стані. Замутнена рідина – це суспензія частинок каламуті у рідині. З метою не допущення осадження таких частинок каламуті на дно або їх підйом на поверхню рідини, застосовують стабілізатори замутнення. В напоях замутнюючими речами можуть бути частинки м'якоті овочів і фруктів, запашні есенції (запашні олії) та інші.

Загалом ефективними стабілізаторами замутнення є загущувачі. Вони збільшують в'язкість рідкої фази, що утрудняє переміщення в ній частинок каламуті. Рослинні камеді, такі як гуміарабік, мають певну перевагу перед іншими стабілізаторами оскільки, крім стабілізуючої дії, практично не збільшують в'язкість напою.

Стабілізуюча дія кислих полісахаридів на зразок карбоксиметилцелюлози, молекули яких мають від'ємні заряди, обумовлена нейтралізацією додатнього заряду поверхні частинок фруктових соків, що запобігає можливим процесам флокуляції. Аналогічним чином діють пектини.

До стабілізаторів замутнення, які застосовуються або можуть бути застосованими, належать речовини, які були висвітлені в інших розділах:

(Е400) альгінатні кислоти – гл. 2.3,
(Е401) альгінат натрію – гл. 2.3,
(Е402) альгінат калію – гл. 2.3,
(Е403) альгінат амонію – гл. 2.3,
(Е404) альгінат кальцію – гл. 2.3,
(Е405) пропіленглікольальгінат – гл. 2.3,
(Е406) агар – гл. 2.3,
(Е407) карагінан та його солі, включаючи фурцелеран – гл. 2.3,
(Е407а) карагінан з водоростей *Euchema* – гл. 2.3,
(Е409) арабіногалактан – гл. 2.3,
(Е410) камедь ріжкового дерева – гл. 2.3,
(Е411) вівсяна камедь – гл. 2.3,
(Е412) гуарова камедь – гл. 2.3,
(Е413) трагакант – гл. 2.3,
(Е414) гуміарабік – гл. 2.5,
(Е415) ксантанова камедь – гл. 2.3,
(Е416) камедь караї – гл. 2.3,
(Е417) тари камедь – гл. 2.3,
(Е418) геланова камедь – гл. 2.3,
(Е419) гхаті камедь – гл. 2.3,
(Е440) пектини – гл. 2.4,
(Е444) ацетат-ізобутират сахарози – гл. 2.3,
(Е445) естери гліцеролу та смоляних кислот – гл. 2.1,
(Е452) поліфосфати – гл. 2.5,
(Е460) целюлоза – гл. 2.3,
(Е461) метилцелюлоза – гл. 2.3,
(Е463) гідроксипропілцелюлоза – гл. 2.3,

(Е466) натрієва сіль карбоксиметилцелюлози – гл. 2.3,
(Е468) кроскарамелоза – гл. 2.5,
(Е471) моно- і діацилгліцероли вищих карбонових кислот – гл. 2.1,
(Е1200) полідекстроза А і N – гл. 2.6.

Глава 4. Речовини, що поліпшують перебіг технологічних процесів

4.1. Регулятори кислотності і лужності

До регуляторів кислотності і лужності належать такі речовини, які утворюють і підтримують певне значення pH у харчових продуктах.

У сучасних умовах виробництва та переробки харчових продуктів встановлення і підтримання заданого значення pH має важливе значення, оскільки кислотне середовище сприяє продовженню терміну зберігання продуктів, створює непридатні умови для розвитку мікроорганізмів, підсилює дію консервантів тощо.

Додавання кислот знижує значення pH, основ – збільшує, а застосування буферних сумішей – підтримує його на певному рівні. Тому, регулятори pH є переважно мінеральними та органічними кислотами (ацетатна, лактатна, малатна, адипінатна), мінеральними основами (карбонати і гідрокарбонати лужних та лужноземельних металів) та відповідними солями (буферними речовинами). Дія буферних систем наведена у гл. 1.1.

Необхідно відмітити, що процеси підкислення для харчових продуктів та їх компонентів вимагає застосування тих самих речовин, що і регулювання pH, внаслідок чого чіткої межі між такими технологічними операціями не існує.

4.1.1. Регулятори pH з основними властивостями

E500* Карбонати натрію

Карбонати натрію як харчові добавки поділяються на карбонат натрію (i), гідрокарбонат натрію (ii), суміш карбонату і гідрокарбонату натрія (iii).

E500*(i) Карбонат натрію

Регулятор кислотності, стабілізатор, засіб для зняття шкірки (з плодів).

Синоніми: динатрій карбонат, натрій вуглекислий, сода кальцинована (безводна), кристалічна сода, sodium carbonate, sodium salt of carbonic acid, soda ash.

Будова. Карбонат натрію є натрієвою сіллю карбонатної (вугільної) кислоти, існує у вигляді безводної форми або відповідних гідратів:

Na_2CO_3 або $Na_2CO_3 \cdot xH_2O$, де $x = 1$ або 10

Хімічна назва: карбонат натрію, карбонат натрію моногідрат або декагідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвні кристали або білий порошок з т. топ. 853^{0}С. Безводний карбонат гігроскопічний, добре розчиняється у воді (21,8 г/100 г при 20^{0}С), гліцеролі; практично не розчиняється в етанолі; не розчиняється в ацетоні. Карбонат натрію декагідрат в етанолі не розчиняється. Втрати при висушуванні становлять для безводної солі не більше 2,0%, моногідрату – не більше 15,0%, декагідрату – 55,0-65,0% (70^{0}С, поступовий підйом температури до 300^{0}С, до постійної маси).

Джерело. Карбонат натрію міститься в грунтових ропах та ропі соляних озер, а також у мінералах натроні $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$, термонатриті $Na_2CO_3 \cdot H_2O$, троні $Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$.

Добування. Наведений карбонат одержують з природних покладів, а також амоніако-хлоридним методом (метод Сольве). Для цього прокалюють (зневоднюють, або кальцінують) при 140-180^{0}С відповідний гідрокарбонат, який отримують з ропи хлорида натрію при насичені його амоніаком та карбонізації (дії CO_2):

$$NaCl + NH_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow NaHCO_3 + NH_4Cl$$
$$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Токсичної дії карбонату натрія на організм людини при застосуванні у харчовій промисловості не зафіксовано.

E500*(ii) Гідрокарбонат натрію

Регулятор кислотності, розрихлювач, засіб проти грудкування, стабілізатор, засіб для зняття шкірки (з плодів).

Синоніми: бікарбонат натрію, сода питна (харчова), натрій кислий вуглекислий, sodium hydrogen carbonate, baking soda, bicarbonate of soda, sodium bicarbonate, sodium salt of carbonic acid.

$NaHCO_3$

Хімічна назва: натрію гідрогенкарбонат.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвні кристали або білий порошок з т. розкл. 100-150^{0}С, який добре розчиняється у воді (9,6 г/100 г при 20^{0}С); не розчиняється в етанолі. pH 1% водного розчину у холодній воді 8,0-8,6. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,25% (над силікагелем, 4 години).

Джерело. Гідрокарбонат натрію міститься в мінералі нахколіті $NaHCO_3$.

Добування. Такий гідрокарбонат одержують методом, наведеному вище (див. E500(i) карбонат натрію), або при дії на насичений розчин карбоната натрію діоксида вуглецю:

$$Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow 2NaHCO_3$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Токсичної дії гідрокарбонату натрію на організм людини не зафіксовано.

E500*(iii) Суміш карбонату і гідрокарбонату натрія

Регулятор кислотності, розрихлювач, засіб проти грудкування, стабілізатор, засіб для зняття шкірки (з плодів)

Синоніми: сесквікарбонат натрію, натрієві солі карбонатної кислоти, натрієві солі вугільної кислоти, sodium sesquicarbonate, sodium salts of carbonic acid, sodium monohydrogendicarbonate.

Така суміш існує у вигляді дигідрату:

$Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$

Хімічна назва: натрію моногідрогендикарбонат.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який добре розчиняється у воді.

Джерело. Див. E500(i) Карбонат натрію.

Добування. Наведену суміш одержують шляхом прокалювання гідрокарбоната натрію при певній температурі.

Вміст Na_2CO_3 у кінцевому продукті становить 46,4-50,0%, $NaHCO_3$ – 35,0-38,6%, води – 13,8-16,7%, хлориду натрія – не більше 0,5%, феруму – не більше 20 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Токсичної дії при застосуванні суміші карбоната і гідрокарбоната натрію на організм людини не зафіксовано.

E501* Карбонати калію

Карбонати калію цієї харчової добавки поділяються на карбонат калію (i) і гідрокарбонат калію (ii).

E501*(i) Карбонат калію

Регулятор кислотності, стабілізатор, поживне середовище для дріжджів, разрихлювач, осушувач.

Синоніми: калій вуглекислий, поташ, калієва сіль карбонатної кислоти, дикалій карбонат, potassium carbonate, dipotassium carbonate, potassium salt of carbonic acid.

Будова. Карбонат калію є калієвою сіллю карбонатної (вугільної) кислоти, існує у вигляді безводної форми або сесквігідрату:

K_2CO_3 або $2K_2CO_3 \cdot 3H_2O$

Хімічна назва: калію карбонат (калію карбонат сесквігідрат).

Фізико-хімічні властивості. Це білий гігроскопічний порошок з т. топ. 891^{0}С, який добре розчиняється у воді (112 г/100 г при 20^{0}С); не розчиняється в етанолі. Втрати при висушуванні становлять не більше 5,0% для безводної солі і 18,0% для сесквігідрату (180^{0}С, 4 години).

Джерело. Карбонат калію входить до складу попелу деяких рослин: соняшника (30-40% у перерахунку на K_2O), гречки (25%), соломи (20%), берези (15%).

Добування. Один з основних методів одержання карбоната калію полягає у карбонізації розчинів гідроксиду калія діоксидом вуглеця:

$$2KOH + CO_2 \longrightarrow K_2CO_3 + H_2O$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E501*(ii) Гідрокарбонат калію

Регулятор кислотності, стабілізатор, розрихлювач.

Синоніми: бікарбонат калію, калій кислий вуглекислий, potassium hydrogen carbonate, potassium bicarbonate, potassium salt of carbonic acid.

$KHCO_3$

Хімічна назва: калію гідрогенкарбонат.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвні кристали або білий порошок з т. розкл. 100-120^{0}С, який добре розчиняється у воді (24,8% при 20^{0}С); не розчиняється в етанолі.

Добування. Гідрокарбонат калію одержують дією вуглекислого газу на водні розчини карбонату калія:

$$K_2CO_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow 2KHCO_3$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E504* Карбонати магнію

Карбонати магнію поділяються на карбонат магнію (i) і гідроксокарбонат магнію (ii).

E504*(i) Карбонат магнію

Регулятор кислотності, засіб проти грудкування, розділювач, стабілізатор забарвлення, ущільнювач (рослинних тканин).

Синоніми: магній вуглекислий, біла магнезія, магнієва сіль карбонатної кислоти, magnesium carbonate.

$MgCO_3$

Хімічна назва: магнію карбонат.

Фізико-хімічні властивості. Це біла рихла маса або порошок з т. розкл. > 400^0C, який практично не розчиняється у воді (приблизно 0,1 мг/л при 25^0C), етанолі.

Джерело. Наведений карбонат міститься в мінералах магнезиті $MgCO_3$, несквегоніті (тригідраті) $MgCO_3 \cdot 3H_2O$ і лондсфордиті (пентагідраті) $MgCO_3 \cdot 5H_2O$.

Добування. Карбонат магнію одержують методом висаджування із суміші розчинів сульфата магнію і соди:

$$MgSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow Na_2SO_4 + MgCO_3$$

Вміст магнію у кінцевому продукті становить 24,0-26,4%, водорозчинних речовин – не більше 1,0%, кислоторозчинних – не більше 0,05%, кальцію – не більше 1,0%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

E504*(ii) Гідроксокарбонат магнію

Регулятор кислотності, засіб проти грудкування, розділювач, стабілізатор забарвлення, ущільнювач (рослинних тканин).

Синоніми: основний карбонат магнію, біла магнезія, magnesium hydroxide carbonate, hydrated basic magnesium carbonate.

$3MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 3H_2O$

Хімічна назва: трикарбонатдигідроксотетрамагній тригідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це рихла біла маса або порошок, який практично не розчиняється у воді; не розчиняється в етанолі.

Добування. Наведену змішану сіль одержують шляхом карбонізації суспензії гідроксиду магнія:

$$4Mg(OH)_2 + 3CO_2 \rightarrow 3MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 3H_2O$$

Вміст оксиду магнія у кінцевому продукті становить 40,0-45,0%, водорозчинних солей – не більше 1,0%, кислотонерозчинних речовин – не більше 0,05%, кальцію – не більше 1,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E505 Карбонат заліза

Регулятор кислотності.

Синоніми: залізо вуглекисле (II), ferrous carbonate.

$FeCO_3$

Хімічна назва: карбонат феруму(II).

Фізико-хімічні властивості. Це червоно-коричневі кристали або кристалічний порошок з т. розкл. > 490^0C, який не розчиняється у воді.

Джерело. Карбонат заліза міститься в мінералі сидериті $FeCO_3$.

Добування. Карбонат заліза одержують шляхом взаємодії солей феруму(II) з карбонатами лужних металів при 80^0С або сульфату ферума з карбонатом натрію при 150^0С:

$$FeSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow FeCO_3 + Na_2SO_4$$

Вміст феруму в кінцевому продукті становить 38,0-40,0%, арсену – не більше 0,002%, плюмбуму – не більше 0,015%, кадмію – не більше 0,002%, меркурію – не більше 0,0001%.

Метаболізм і токсичність. Вважають, що карбонат заліза не викликає отруєння людини.

E524* Гідроксид натрію

Регулятор кислотності, каталізатор, висушувач, засіб для зняття шкірки (з плодів).

Синоніми: їдкий натр, гідроокис натрію, каустична сода, каустик, sodium hydroxide, caustic soda, lye, sodium hydrate.

$$NaOH$$

Хімічна назва: натрій гідроксид.

Фізико-хімічні властивості. Це білі гранули або палички з т. топ. 322^0С, які добре розчиняються у воді (53,0% при 25^0С), етанолі (14,7% при 28^0С), метанолі (23,6% при 28^0С). Поглинає вуглекислий газ і воду з повітря.

Добування. Гідроксид натрію одержують методом електролізу водних розчинів хлориду натрію.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, карбонату натрія – не більше 0,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 0,5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Концентровані розчини гідроксиду натрія викликають у людини опіки шкіри та слизових оболонок.

E525* Гідроксид калію

Регулятор кислотності, каталізатор, висушувач, засіб для зняття шкірки (з плодів).

Синоніми: їдкий калій, гідроокис калію, potassium hydroxide, caustic potash, potassium hydrate.

KOH

Хімічна назва: калій гідроксид.

Фізико-хімічні властивості. Це білі гранули або палички з т. топ. 404^{0}C, які добре розчиняються у воді (49,4% при 0^{0}C), етанолі (27,9% при 28^{0}C), метанолі (35,5% при 28^{0}C). Гідроксид калію поглинає вуглекислий газ і воду з повітря.

Добування. Гідроксид калію одержують методом електролізу концентрованих розчинів хлориду калію або кип'ятінням карбонату калію у вапняному молоці:

$$K_2CO_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2KOH + CaCO_3$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 85,0%, карбонату калія – не більше 3,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Концентровані розчини гідроксиду калія викликають у людини опіки шкіри та слизових оболонок.

E526* Гідроксид кальцію

Регулятор кислотності, затверджувач.

Синоніми: гідроокис кальцію, дигідроксид кальцію, гашене вапно, calcium hydroxide, slaked lime.

$Ca(OH)_2$

Хімічна назва: кальцій гідроксид.

Фізико-хімічні властивості. Це сухий білий порошок з т. розкл. 520^0С, який розчиняється в гліцеролі; середньо – у воді (приблизно $2 \cdot 10^{-2}$ моль/л при 20^0С); не розчиняється в етанолі. Гідроксид кальцію поглинає вуглекислий газ з повітря. Водний розчин гідроксиду кальція називається вапняною водою, а суспензія – вапняним молоком.

Джерело. Гідроксид кальцію міститься у мінералі портландиті $Ca(OH)_2$.

Добування. Гідроксид кальцію одержують дією води на оксид кальцію (гасіння негашеного вапна):

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 92,0%, барію – не більше 0,03%, солей лужних металів і магнію – не більше 1,0%, попелу кислотонерозчинних речовин – не більше 1,0%, флуоридів – не більше 50 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Концентровані розчини гідроксиду кальція викликають у людини опіки шкіри та слизових оболонок.

E527* Гідроксид амонію

Регулятор кислотності.

Синоніми: гідроокис амонію, амоніакова вода, аміачна вода, міцний розчин аміаку, ammonium hydroxide, aqua ammonia, strong ammonia solution, stronger ammonia water.

NH_4OH

Хімічна назва: амоній гідроксид.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорий водний розчин з їдким запахом амоніаку, добре розчиняється (змішується) у воді

Джерело. Амоніакова (скруберна) вода з низькою концентрацією утворюється при контакті коксового газу в процесі конденсації з водою.

Добування. Гідроксид амонію одержують методом перегонки (дистиляції) скруберної амоніакової води з водяною парою і подальших операцій дефлегмації і конденсації.

Вміст амоніаку у кінцевому розчині становить 27,0-30,0%, залишок нелетючих речовин – не більше 0,02%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг.

Е528 Гідроксид магнію

Регулятор кислотності, стабілізатор забарвлення.
Синоніми: гідроокис магнію, magnesium hydroxide.

$Mg(OH)_2$

Хімічна назва: магній гідроксид.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який практично не розчиняється у воді (0,12 г/100 г при 20^0С); не розчиняється в етанолі. Втрати при висушуванні становлять не більше 2,0% (105^0С, 2 години), при прокалюванні – не більше 33,0% (приблизно 800^0С до постійної маси).

Джерело. Гідроксид магнію міститься в мінералі бруситі $Mg(OH)_2$.

Добування. Гідроксид магнію одержують висаджуванням з розчинів магнієвих солей гідроксидом натрію, або обробкою природніх розсолів, які містять хлорид і сульфат магнію, вапняним молоком:

$$MgCl_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow Mg(OH)_2 + CaCl_2$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, оксиду кальція – не більше 1,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Е529 Оксид кальцію

Регулятор кислотності, поліпшувач борошна та хліба, поживне середовище для дріжджів, каталізатор, висушувач, носій.

Синоніми: окис кальцію, негашене вапно, calcium oxide, lime.

CaO

Хімічна назва: оксид кальцію.

Фізико-хімічні властивості. Це тверді білі або сіро-білі гігроскопічні маси з т. топ. 2627^{0}С, які розчиняються в гліцеролі; не розчиняються в етанолі. Оксид кальцію взаємодіє з водою, метанолом (80^{0}С), гліцеролом (100^{0}С). Втрати після прокалювання становлять не більше 10,0% (1 г при 800^{0}С до постійної маси).

Джерело. Оксид кальцію міститься в природних карбонатах (див. Е170 Карбонат кальцію).

Добування. Оксид кальцію одержують при 900-1200^{0}С у вапняно-випалювальних печах (вапнярках) з відповідного карбонату:

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, солей лужних металів і магнію – не більше 1,5%, кислотонерозчинних речовин – не більше 1,0%, барію – не більше 0,03%, флуоридів – не більше 50 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

4.1.2. Регулятори pH з кислотними властивостями.

Наведені у цьому розділі регулятори кислотності можна поділити на дві основні групи – неорганічної та органічної природи.

4.1.2.1. Неорганічні регулятори кислотності

Е339* Фосфати натрію

Фосфатна кислота з натрієм утворює солі з різним ступенем заміщення атомів водню, внаслідок чого вони поділяються на: ортофосфат натрію однозаміщений (і), ортофосфат натрію двозаміщений (іі) і ортофосфат натрію тризаміщений (ііі).

Е339*(і) Ортофосфат натрію однозаміщений

Регулятор кислотності, емульгуюча сіль, фіксатор забарвлення, вологоутримуючий агент, стабілізатор, синергіст антиоксидантів.

Синоніми: дигідроортофосфат натрію, мононатрійфосфат, мононатрієва сіль ортофосфатної кислоти, натрій фосфорнокислий однозаміщений, monobasic sodium phosphate, monosodium monophosphate, monosodium acid phosphate, sodium biphosphate.

NaH_2PO_4

Ортофосфат натрію однозаміщений існує у вигляді безводної форми, моно- та дигідрату.

Хімічна назва: натрій дигідрогенфосфат.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристали, порошок або гранули з т. топ. 100^{0}С для моногідрату, які добре розчиняються у воді (59,9 г/100 г при 0^{0}С для моногідрату); не розчиняються в етанолі, діетиловому етері, хлороформі. pH 1% водного розчину 4,1-5,0. Втрати при висушуванні становлять не більше 2,0% для безводного, 15,0% – для моногідрату і 25,0% для дигідрату (60^{0}С протягом 1 години, наступне нагрівння при 105^{0}С, 4 годин).

Добування. Натрій дигідрогенфосфат одержують методом взаємодії фосфатної кислоти з відповідною кількістю гідроксиду натрія або кальцинованої соди:

$$H_3PO_4 + NaOH \longrightarrow NaH_2PO_4 + H_2O$$

Вміст основної речовини в кінцевому продукті становить не менше 97,0%, P_2O_5 – 58,0-60,0%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, флуоридів – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг.

Е339*(іі) Ортофосфат натрію двозаміщений

Регулятор кислотності, емульгуюча сіль, вологоутримуючий агент, стабілізатор, синергіст антиоксидантів.

Синоніми: гідроортофосфат натрію, динатрійфосфат, динатрієва сіль ортофосфатної кислоти, натрій фосфорнокислий двозаміщений, dibasic sodium phosphate, disodium phosphate, sodium phosphate.

$Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$

Ортофосфат натрію двозаміщений існує у вигляді безводної форми, а також у вигляді гідратів (ди-, гепта- і додека-), переважно додекагідрату.

Хімічна назва: динатрій гідрогенфосфат.

Фізико-хімічні властивості. Це білі гігроскопічні кристали, порошок або гранули, які добре розчиняються у воді (87,4 г/100 г при 34^0C для додекагідрату); не розчиняються в етанолі. pH 1% водного розчину 8,4-9,6. Втрати при висушуванні – не більше 5,0% для безводного, 22,0% – для дигідрату, 50,0% – для гептагідрату, 61,0% – для додекагідрату (40^0C протягом 3 годин, наступне нагрівння при 105^0C, 5 годин).

Добування. Натрій гідрогенфосфат одержують методом взаємодії фосфатної кислоти з відповідною кількістю гідроксиду натрія або кальцинованої соди:

$$H_3PO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2HPO_4 + 2H_2O$$

Вміст основної речовини в кінцевому продукті становить не менше 98,0%, P_2O_5 – 49,0-51,0%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, флуоридів – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E339*(iii) Ортофосфат натрію тризаміщений

Регулятор кислотності, емульгуюча сіль, вологоутримуючий агент, стабілізатор, синергіст антиоксидантів.

Синоніми: ортофосфат натрію, тринатрійфосфат, тринатрієва сіль ортофосфатної кислоти, натрій фосфорнокислий тризаміщений, tribasic sodium phosphate, trisodium phosphate, trisodium acid phosphate, sodium phosphate.

$Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$

Хімічна назва: натрій фосфат.

Натрій фосфат існує у вигляді безводної форми, а також у вигляді гідратованої форми (семі-, моно-, гекса-, окта-, дека- і додека-), переважно, додекагідрату. Причому, останній завжди містить у своєму складі 0,25 мольної кількості гідроксиду натрія.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристали, порошок або гранули з т. топ. 75^0C для додекагідрату, які добре розчиняються у воді (12,1 г/100 г при 20^0C для безводного); не розчиняються в етанолі. pH 1% водного розчину 11,5-12,5. Втрати при прокалюванні – не більше 2,0% для безводного, 11,0% – для моногідрату, 45,0-58,0% – для додекагідрату (120^0C протягом 2 годин, наступне нагрівння при 800^0C, 30 хвилин).

Добування. Натрій фосфат одержують методом взаємодії фосфатної кислоти з відповідною кількістю гідроксиду натрія або кальцинованої соди:

$$H_3PO_4 + 3NaOH \longrightarrow Na_3PO_4 + 3H_2O$$

Вміст основної речовини в кінцевому продукті становить не менше 97,0% або 92,0% для додекагідрату, P_2O_5 – 40,5-43,5%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, флуориду – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E340* Фосфати калію

Фосфатна кислота з калієм утворює солі з різним ступенем заміщення атомів водню, внаслідок чого вони поділяються на: ортофосфат калію однозаміщений (i), ортофосфат калію двозаміщений (ii) і ортофосфат калію тризаміщений (iii).

E340*(i) Ортофосфат калію однозаміщений

Регулятор кислотності, емульгуюча сіль, фіксатор забарвлення, вологоутримуючий агент, стабілізатор, розрихлювач, синергіст антиоксидантів, поживне середовище для дріжджів.

Синоніми: дигідроортофосфат калію, дигідрофосфат калію, монокалійфосфат, монокалієва сіль ортофосфатної кислоти, калій фосфорнокислий однозаміщений, monobasic potassium phosphate, monopotassium monophosphate, potassium acid phosphate, potassium biphosphate, potassium dihydrogen phosphate.

KH_2PO_4

Хімічна назва: калій дигідрогенфосфат.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі кристали, порошок або гранули білого кольору з т. топ 253^{0}С, які добре розчиняються у воді (22 г/100 г при 20^{0}С); не розчиняються в етанолі. pH 5% водного розчину становить 4,4 або 4,2-4,7 для 1% розчину. Втрати при висушуванні – не більше 2,0% (105^{0}С, 4 години).

Добування. Калій дигідрогенфосфат одержують методом взаємодії фосфатної кислоти з гідроксидом калію або карбонатом калію, або хлоридом калію:

$$H_3PO_4 + KOH \longrightarrow KH_2PO_4 + H_2O$$

Вміст основної речовини в кінцевому продукті становить не менше 98,0%, P_2O_5 – 51,0-53,0%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, флуориду – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E340*(ii) Ортофосфат калію двозаміщений

Регулятор кислотності, емульгуюча сіль, вологоутримуючий агент, стабілізатор, синергіст антиоксидантів, поживне середовище для дріжджів.

Синоніми: гідроортофосфат калію, гідрофосфат калію, дикалійфосфат, дикалієва сіль ортофосфатної кислоти, калій фосфорнокислий двозаміщений, monobasic potassium phosphate,

monopotassium monophosphate, potassium acid phosphate, potassium biphosphate, potassium dihydrogen phosphate.

K_2HPO_4

Хімічна назва: дикалій гідрогенфосфат.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі кристали або білий порошок з т. топ $> 465^0$C (розкл.), які добре розчиняються у воді (160 г/100 г при 20^0C); не розчиняються в етанолі. pH 1% водного розчину 8,7-9,3. Втрати при висушуванні – не більше 2,0% (105^0C, 4 години).

Добування. Калій гідрогенфосфат одержують методом взаємодії фосфатної кислоти з відповідною кількістю гідроксиду калія або карбонату калія, або хлориду калія:

$$H_3PO_4 + 2KOH \longrightarrow K_2HPO_4 + 2H_2O$$

Вміст основної речовини в кінцевому продукті становить не менше 98,0%, P_2O_5 – 40,3-41,5%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, флуориду – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E340*(iii) Ортофосфат калію тризаміщений

Регулятор кислотності, емульгуюча сіль, вологоутримуючий агент, стабілізатор, синергіст антиоксидантів, поживне середовище для дріжджів.

Синоніми: ортофосфат калію, фосфат калію, трикалійфосфат, трикалієва сіль ортофосфатної кислоти, калій фосфорнокислий тризаміщений, tribasic potassium phosphate, tripotassium phosphate, potassium phosphate.

K_3PO_4

Калій фосфат існує у вигляді безводної солі або відповідних гідратів $K_3PO_4 \cdot xH_2O$, де $x = 1$ або 3,7,8.

Хімічна назва: калій фосфат.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі гігроскопічні кристали або білі гранули з т. топ. 1640^{0}С для безводного, які добре розчиняються у воді (148,1 г/100 г при 45,1^{0}С для безводного); не розчиняються в етанолі. pH 1% водного розчину 11,5-12,3. Втрати при прокалюванні – не більше 3,0% для безводного і не більше 23,0% для моно- і тригідратів (120^{0}С протягом 2 годин, наступне нагрівння при 800 ± 25^{0}С, 30 хвилин).

Добування. Калій фосфат одержують методом взаємодії фосфатної кислоти з гідроксидом калію або карбонатом калію, або хлоридом калію:

$$H_3PO_4 + 3KOH \longrightarrow K_3PO_4 + 3H_2O$$

Вміст основної речовини в кінцевому продукті становить не менше 97,0% (на сухий залишок), P_2O_5 – 30,5-33,0%, водонерозчинних речовин – не більше 0,2%, флуориду – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Е341* Фосфати кальцію

Фосфати кальцію поділяються на ортофосфат кальцію однозаміщений (i), ортофосфат кальцію двозаміщений (ii), ортофосфат кальцію (iii).

Е341*(i) Ортофосфат кальцію однозаміщений

Регулятор кислотності, емульгуюча сіль, розрихлювач, антигрудкуючий агент, розділювач, фіксатор забарвлення, вологоутримуючий агент, стабілізатор, синергіст антиоксидантів, носій, ущільнювач (рослинних тканин).

Синоніми: *біс*(дигідрофосфат) кальцію, монокальційфосфат, дигідроортофосфат кальцію, монокальцієва сіль ортофосфатної кислоти, monocalcium phosphate, calcium dihydrogen phosphate.

$Ca(H_2PO_4)_2$

Хімічна назва: кальцій дигідрогенфосфат.

Кальцій дигідрогенфосфат існує у вигляді безводної солі або моногідрату.

Фізико-хімічні властивості. Це білі гігроскопічні кристали або порошок, який легко розпливається на повітрі. Температура топлення становить 150-200^{0}C (розкл.) для безводної форми. Кальцій дигідрогенфосфат має малу розчинність у воді (1,8 г/100 г при 30^{0}C для моногідрату); не розчиняється в етанолі. Втрати при висушуванні становлять не більше 14,0% для безводного (105^{0}C, 4 години) і 17,5% для моногідрату (60^{0}C, 1 годину – потім 105^{0}C, 4 години). Втрати при прокалюванні – не більше17,5% для безводного (800^{0}C, 30 хвилин) і 25,0% для моногідрату (105^{0}C, 1 година – 800^{0}C, 30 хвилин).

Добування. Кальцій дигідрогенфосфат одержують методом розкладу апатиту $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaX_2$ (X = F, Cl, OH) або фосфориту $Ca_3(PO_4)_2$ сульфатною або фосфатною кислотами:

$$Ca_3(PO_4)_2 + 4H_3PO_4 \longrightarrow 3Ca(H_2PO_4)_2$$

Вміст основної речовини в кінцевому продукті становить не менше 95,0%, P_2O_5 – 55,5-61,1%, CaO – 23,0-27,3% для безводного і 19,0-24,8% для моногідрату, флуориду – не більше 30 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E341*(ii) Ортофосфат кальцію двозаміщений

Регулятор кислотності, емульгуюча сіль, розрихлювач, антигрудкуючий агент, розділювач, фіксатор забарвлення, вологоутримуючий агент, стабілізатор, синергіст антиоксидантів, наповнювач, носій, ущільнювач (рослинних тканин).

Синоніми: гідрофосфат кальцію, дикальційфосфат, гідроортофосфат кальцію, дикальцієва сіль ортофосфатної кислоти, dibasic calcium phosphate, dicalcium phosphate, calcium hydrogen phosphate, dicalcium acid phosphate, secondary calcium phosphate.

$CaHPO_4$

Хімічна назва: кальцій гідрогенфосфат.

Кальцій гідрогенфосфат існує у вигляді безводної солі або дигідрату.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристали або порошок з т. розкл. > 900^0C, який добре розчиняється у хлоридній, фосфатній, нітратній кислотах. Легко розпливається на повітрі. Має малу розчинність у воді (0,025 г/100 г при 0^0C), ацетатній кислоті; не розчиняється в етанолі. Втрати при висушуванні становлять не більше 2,0% для безводного і 18,0-22,0% для дигідрату (200^0C, 3 години). Втрати при прокалювання – не більше 8,5% для безводного і 26,5% - для дигідрату (800^0C, 30 хвилин).

Джерело. Гідрогенфосфат кальцію міститься в мінералах монетиті $CaHPO_4$ і брушиті $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$.

Добування. Кальцій гідрогенфосфат одержують з відповідних мінералів або методом взаємодії фосфатної кислоти з гідроксидом кальцію:

$$H_3PO_4 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaHPO_4 + 2H_2O$$

Вміст основної речовини в кінцевому продукті становить не менше 98,0%, P_2O_5 – 50,0-52,5%, флуориду – не більше 50 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E341*(iii) Ортофосфат кальцію

Регулятор кислотності, емульгуюча сіль, розрихлювач, антигрудкуючий агент, розділювач, фіксатор забарвлення, вологоутримуючий агент, стабілізатор, синергіст антиоксидантів, освітлювач, носій, ущільнювач (рослинних тканин).

Синоніми: фосфат кальцію, кальцій фосфорнокислий, трикальцій ортофосфат, кальцій ортофосфат, calcium orthophosphate, tricalcium phosphate, tribasic calcium phosphate, „bone ash".

Будова. Ортофосфат кальцію є складною сумішшю різних за структурою фосфатів з приблизною формулою $10CaO{\cdot}3P_2O_5{\cdot}H_2O$ або $Ca_3(PO_4)_2{\cdot}Ca(OH)_2$, де основною речовиною є:

$Ca_3(PO_4)_2$

Хімічна назва: кальцій фосфат.

Фізико-хімічні властивості. Це білий стабільний на повітрі порошок з т. топ. 1670^{0}C, який практично не розчиняється у воді (0,002 г/100 г при 20^{0}C); не розчиняється в етанолі; розчиняється у розведених мінеральних кислотах (HCl, HNO_3). pH 5% водної суспензії при 20^{0}C становить 6-8. Втрати при прокалюванні – не більше 8,0% (800^{0}C, до постійної маси).

Джерело. Фосфат кальцію входить до складу фосфориту, апатиту $Ca_5(PO_4)_3{\cdot}X$ (X = F, Cl, OH), гідроапатиту $Ca_5(PO_4)_3{\cdot}OH$, міститься також у мінералі вітлокіті $Ca_9(MgFe)(PO_4)_6PO_3OH$, тваринних кістках (див. Е542 Кістковий фосфат).

Добування. Наведений фосфат кальцію одержують дією відповідної кількості фосфатної кислоти на нітрат кальцію за спрощеною схемою:

$$3Ca(NO_3)_2 + 2H_3PO_4 \longrightarrow Ca(PO_4)_2 + 6HNO_3$$

Вміст основної речовини $Ca_3(PO_4)_2$ у кінцевому продукті становить не менше 90,0%, P_2O_5 – 38,5-48,0%, кальцію – 34,0-40,0%, флуориду – не більше 50 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Е342* Фосфати амонію

Фосфати амонію поділяються на (і) ортофосфат амонію однозаміщений та (іі) ортофосфат амонію двозаміщений.

Е342*(і) Ортофосфат амонію однозаміщений

Регулятор кислотності, розрихлювач, фіксатор забарвлення, поживне середовище для дріжджів.

Синоніми: одноосновний фосфат амонію, кислий фосфат амонію, первинний фосфат амонію, дигідроортофосфат амонію, моноамонійфосфат, амоній фосфорнокислий однозаміщений, monoammonium phosphate, acid ammonium phosphate, primary ammonium phosphate, ammonium dihydrogen phosphate.

$NH_4H_2PO_4$

Хімічна назва: амоній дигідрогенфосфат.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі кристали або білий кристалічний порошок з т. топ. 192^{0}C (розкл.), який добре розчиняється у воді (40,0 г/100 г при 25^{0}C); не розчиняється в ацетоні. pH 1% водного розчину 4,3-5,0.

Добування. Амоній дигідрогенфосфат одержують методом кристалізації із амонійних розчинів ортофосфатної кислоти при pH 3,8-4,5:

$$NH_4^+ + H_2PO_4^- \longrightarrow NH_4H_2PO_4$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96,0%, флуориду – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E342*(ii) Ортофосфат амонію двозаміщений

Регулятор кислотності, фіксатор забарвлення; речовина, що сприяє життєдіяльності мікроорганізмів.

Синоніми: гідрофосфат діамонію, гідроортофосфат амонію, діамонійфосфат, амоній фосфорнокислий двозаміщений, diammonium hydrogen phosphate, diammonium hydrogen orthophosphate.

$(NH_4)_2HPO_4$

Хімічна назва: діамоній гідрогенфосфат.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі кристали або білий кристалічний порошок, який добре розчиняється у воді (69,5 г/100 г при 25^{0}C); не розчиняється в ацетоні, спирту. На повітрі втрачає амоніак. pH 1% водного розчину становить 7,6-8,4.

Добування. Діамоній гідрогенфосфат одержують методом кристалізації із амонійних розчинів ортофосфатної кислоти при pH 8:

$$2NH_4^+ + HPO_4^{2-} \longrightarrow (NH_4)_2HPO_4$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96,0%, флуориду – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E343 Фосфати магнію

Фосфатна кислота з магнієм утворює солі з різним ступенем заміщення атомів водню, внаслідок чого вони поділяються на: ортофосфат магнію однозаміщений (i), ортофосфат магнію двозаміщений (ii) і ортофосфат магнію тризаміщений (iii).

E343(i) Ортофосфат магнію однозаміщений

Регулятор кислотності, антигрудкуючий агент, стабілізатор забарвлення, ущільнювач (рослинних тканин).

Синоніми: кислий фосфат магнію, мономагнійфосфат, магній дигідрогенфосфат, magnesium phosphate, primary magnesium phosphate, monomagnesium phosphate.

$Mg(H_2PO_4)_2$

Хімічна назва: магній дигідрогенфосфат.

Наведений регулятор кислотності існує у вигляді безводної солі, ди- і тетрагідрату.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який добре розчиняється в розведених кислотах; слабо розчиняється у воді, не розчиняється в етанолі. Втрати при висушуванні становлять не більше 1,5% для безводної солі (105^0C, 4 години). Втрати при прокалюванні – не більше 18,5%

для безводної, 33,0% для дигідрату, 43,0% для тетрагідрату (800^0C, 30 хвилин).

Добування. Магній дигідрогенфосфат одержують взаємодією фосфатної кислоти з гідроксидом або карбонатом магнію:

$$2H_3PO_4 + Mg(OH)_2 \longrightarrow Mg(H_2PO_4)_2 + 2H_2O$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96,0% (у перерахунку на $Mg_2P_2O_7$), MgO – не менше 21,5%, флуориду – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E343(ii) Ортофосфат магнію двозаміщений

Регулятор кислотності, антигрудкуючий агент, стабілізатор забарвлення, ущільнювач (рослинних тканин).

Синоніми: кислий фосфат магнію, димагнійфосфат, димагній гідрогенфосфат, magnesium phosphate dibasic, secondary magnesium phosphate, dimagnesium phosphate.

$MgHPO_4 \cdot 3H_2O$

Хімічна назва: магній гідрогенфосфат.

Магній гідрогенфосфат існує у вигляді тригідрату.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який добре розчиняється в розведених кислотах; практично не розчиняється у воді, не розчиняється етанолі. Втрати при прокалюванні становлять 29-36% (800 ± 25^0C, до постійної маси).

Добування. Магній гідрогенфосфат одержують взаємодією фосфатної кислоти з гідроксидом або карбонатом магнію:

$$H_3PO_4 + Mg(OH)_2 \longrightarrow MgHPO_4 + 2H_2O$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96,0%, MgO – не менше 33,0%, флуориду – не більше

10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Е343(iii) Ортофосфат магнію тризаміщений

Регулятор кислотності, антигрудкуючий агент, стабілізатор забарвлення, ущільнювач (рослинних тканин).

Синоніми: тримагнійфосфат, магнієва сіль фосфатної кислоти, ортофосфат магнію, magnesium phosphate tribasic, tertiary magnesium phosphate, trimagnesium phosphate.

Магній фосфат існує у вигляді різних гідратів (тетра-, пента- або октагідратів):

$Mg_3(PO_4)_2 \cdot xH_2O$ (x = 4,5 або 8)

Хімічна назва: магній фосфат.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який добре розчиняється в розведених кислотах; практично не розчиняється у воді, не розчиняється в етанолі. Втрати при прокалюванні становлять 15,0-23,0% для тетрагідрату, 20,0-27,0% для пентагідрату, 30,0-37,0% для октагідрату (425^{0}C, до постійної маси).

Добування. Магній фосфат одержують взаємодією фосфатної кислоти з гідроксидом або карбонатом магнію:

$$2H_3PO_4 + 3Mg(OH)_2 \longrightarrow Mg_3(PO_4)_2 + 6H_2O$$

Вміст основної речовини $Mg_3(PO_4)_2$ у кінцевому продукті становить не менше 98,0% після прокалювання при 425^{0}C, флуориду – не більше 5 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Е451* Трифосфати

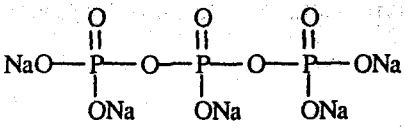
З наведених фосфатів заслуговують на увагу повні солі трифосфатної кислоти: (i) трифосфат натрію п'ятизаміщений та (ii) трифосфат калію п'ятизаміщений.

Е451*(і) Трифосфат натрію п'ятизаміщений

Регулятор кислотності, емульгуюча сіль, стабілізатор, фіксатор забарвлення, синергіст антиоксидантів.

Синоніми: триполіфосфат натрію, натрійтрифосфат, pentasodium triphosphate, pentasodium tripolyphosphate, sodium triphosphate.

Будова. Трифосфати за хімічною будовою належать до натрієвих або калієвих солей трифосфатної кислоти (представника поліфосфатних кислот – див. Е452 (гл. 2.5), в молекулах яких всі атоми водню заміщені лужними металами:



Триполіфосфат натрію існує у вигляді безводної солі і гексагідрату $Na_5P_3O_{10}\cdot 6H_2O$.

Хімічна назва: натрій триполіфосфат, або пентанатрій трифосфат.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок незначно гігроскопічний з т. топ. 622^{0}С. Він добре розчиняється у воді (15,0 г/100 г при 20^{0}С); не розчиняється в етанолі. pH 1% водного розчину становить 9,1-10,3. Втрати при висушуванні – не більше 0,7% для безводного (105^{0}С, 1 година) і не більше 23,5% для гексагідрату (60^{0}С, 1 година і надалі 105^{0}С, 4 години).

Добування. Триполіфосфат натрію одержують методом термічної дегідратації (350-400^{0}С) суміші динатрій гідрогенфосфату і натрій дигідрогенфосфату при співвідношенні 2:1:

$$2Na_2HPO_4 + NaH_2PO_4 \longrightarrow Na_5P_3O_{10} + 2H_2O$$

Потім шляхом вакуумної кристалізації 18-20% водних розчинів одержують відповідний гексагідрат.

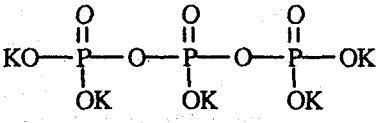
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 85,0% або P_2O_5 – 56,0-59,0% для безводної солі; не менше 65,0% або P_2O_5 – 43,0-45,0% для гексагідрату; вищих

поліфосфатів – не більше 1,0%, водонерозчинних речовин – не більше 0,1%, флуориду – не більше 10 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E451*(ii) Трифосфат калію п'ятизаміщений

Регулятор кислотності, емульгуюча сіль, стабілізатор, фіксатор забарвлення, синергіст антиоксидантів.

Синоніми: триполіфосфат калію, калійтрифосфат, pentapotassium triphosphate, pentapotassium tripolyphosphate, potassium triphosphate.



Триполіфосфат калію існує у вигляді безводної солі та дигідрату $K_5P_3O_{10}\cdot 2H_2O$.

Хімічна назва: калій триполіфосфат, або пентакалій трифосфат.

Фізико-хімічні властивості. Це білий гігроскопічний порошок або гранулят, який добре розчиняється у воді; не розчиняється в етанолі. pH 1% водного розчину становить 9,2-10,5. Втрати при прокалюванні – не більше 0,4% для безводного (105^{0}C, 4 години і надалі 550^{0}C, 30 хвилин).

Добування. Триполіфосфат калію одержують методом термічної дегідратації суміші дикалій гідрогенфосфату і калій дигідрогенфосфату у співвідношенні 2:1 при 325-400^{0}C:

$$2K_2HPO_4 + KH_2PO_4 \longrightarrow K_5P_3O_{10} + 2H_2O$$

Надалі шляхом вакуумної кристалізації 18-20% водних розчинів одержують відповідний дигідрат.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 85,0% або P_2O_5 – 46,5-48,0%, водонерозчинних речовин – не більше 2,0% для безводного, флуориду – не більше 10 мг/кг,

арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E514* Сульфат натрію

Регулятор кислотності, носій, висушувач.

Синоніми: натрій сірчанокислий, натрієва сіль сульфатної кислоти, натрієва сіль сірчаної кислоти, sodium sulfate.

$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$

Хімічна назва: натрій сульфат.

Сульфат натрію існує у вигляді безводної солі або декагідрату.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі кристали або білий кристалічний порошок з т. топ. 884^{0}С, який добре розчиняється у воді; практично не розчиняється в етанолі. pH становить 5,0-8,0. Втрати при висушуванні становлять не більше 1,0% для безводного і 51,0-57,0% для декагідрату (105^{0}С, 4 години).

Джерело. Сульфат натрію міститься в мінералах тенардиті, мірабіліті (глауберова сіль) $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ тощо.

Добування. Наведений сульфат одержують із природних копалин; виділенням з ропи соляних озер мірабіліту та його зневодненням; взаємодією хлориду або гідроксиду натрія з сульфатною кислотою:

$$2NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, водонерозчинних речовин – не більше 0,15%, вільних лугів – не більше 0,15%, вільних кислот – не більше 0,0025%, селену – не більше 30 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E516* Сульфат кальцію

Регулятор кислотності, отверджувач, осушувач, поживне середовище для дріжджів, носій.

Синоніми: кальцій сірчанокислий, кальцієва сіль сульфатної кислоти, кальцієва сіль сірчаної кислоти, гіпс, calcium sulfate.

$CaSO_4$

Сульфат кальцію існує у вигляді безводної солі (ангідриту) і дигідрату (гіпс, алебастр).

Хімічна назва: сульфат кальцію.

Фізико-хімічні властивості. Це порошок від білого до жовто-білого кольору з т. топ. 1450^{0}C (розкл.), який слабо розчиняється у воді (0,20 г/100 г при 20^{0}C); не розчиняється в етанолі. Втрати при висушуванні становлять не більше 1,5% для безводного і 19,0-23,0% для дигідрату (250^{0}C, до постійної маси).

Джерело. Сульфат кальцію міститься у природному гіпсі $CaSO_4 \cdot 2H_2O$.

Добування. Одержують сульфат кальцію методом сплавлення хлориду кальція з сульфатом калію:

$$CaCl_2 + K_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + 2KCl$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, флуоридів – не більше 30 мг/кг, селену – не більше 30 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

4.1.2.2. Органічні регулятори кислотності

E325* Лактат натрію

Регулятор кислотності, вологоутримуючий агент, синергіст антиоксидантів, емульгуюча сіль.

Синоніми: молочнокислий натрій, натрієва сіль молочної кислоти, натрієва сіль лактатної кислоти, 2-гідроксипропіонат натрію, sodium lactate, sodium 2-hydroxypropanoate.

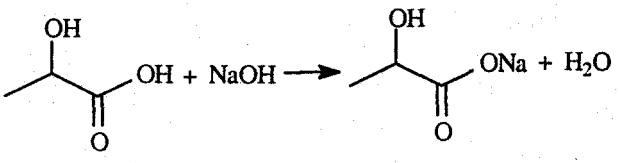
CH_3-CH(OH)-COONa

Хімічна назва: 2-гідроксипропіонат натрію, або 2-гідроксипропаноат натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це гігроскопічні кристали або 35-60% водні розчини, які є прозорими в'язкими рідинами від жовтого до яскраво-коричневого кольору. Лактат натрію добре розчиняється у воді. pH 20% розчину становить 6,5-7,5.

Джерело. Див. (Е270) Лактатна (молочна) кислота.

Добування. Лактат натрію одержують з лактатної кислоти дією карбоната натрію або гідроксида натрію:



Вміст основної речовини (кристалічної форми) становить не менше 95,0%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг; для 60% розчину лактата натрію вміст основної речовини – 57,0-66,0%, кислотність – не більше 0,5% (від лактатної кислоти), арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е270) Лактатна кислота.

Е326* Лактат калію

Регулятор кислотності, замінник солі, синергіст антиоксидантів, емульгуюча сіль, вологоутримуючий агент.

Синоніми: молочнокислий калій, калієва сіль молочної кислоти, калієва сіль лактатної кислоти, 2-гідроксипропіонат калію, potassium lactate, potassium 2-hydroxypropanoate.

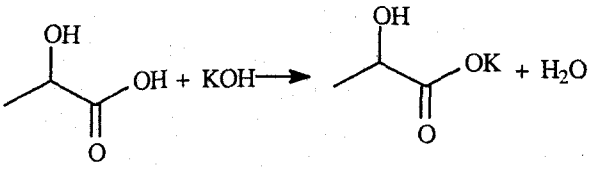
CH_3-CH(OH)-COOK

Хімічна назва: 2-гідроксипропіонат калію, або 2-гідроксипропаноат калію.

Фізико-хімічні властивості. Лактат калію існує тільки у вигляді водних розчинів (до 60% основної речовини), він добре розчиняється (змішується) у воді та спиртах.

Джерело. Див. (Е270) Лактатна кислота.

Добування. Лактат калію одержують з лактатної кислоти шляхом дії на неї гідроксиду калія або карбонату калія:



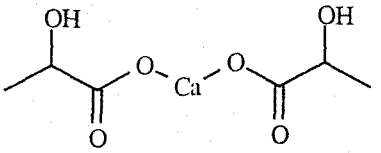
Для 60% розчину вміст основної речовини становить 57,0-66,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е270) Лактатна кислота.

Е327* Лактат кальцію

Регулятор кислотності, поживне середовище для дріжджів, замінник солі, отверджувач, синергіст антиоксидантів, емульгуюча сіль, вологоутримуючий агент.

Синоніми: молочнокислий кальцій, кальцієва сіль молочної кислоти, кальцієва сіль лактатної кислоти, 2-гідроксипропіонат кальцію, кальциноль, calcium lactate, calcium 2-hydroxypropanoate, calcium dilactate.



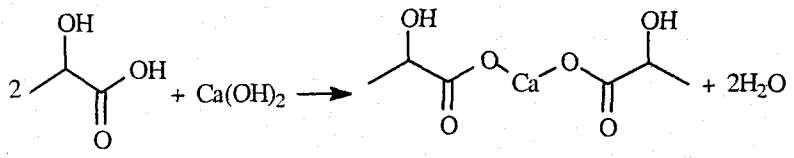
Лактат кальцію існує у безводній формі, а також у вигляді моно-, три- або пентагідрату $C_6H_{10}O_6Ca \cdot xH_2O$, де x = 0-5.

Хімічна назва: 2-гідроксипропаноат кальцію, або 2-гідроксипропіонат кальцію.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристали з т. топ. 240^{0}С, які добре розчиняються у воді; практично нерозчинні в етанолі. pH 5% водного розчину 6,0-8,0. Втрати при висушуванні (120^{0}С, 4 години) становлять не більше 3,0% для безводної форми, 8,0% – моногідрату, 20,0% – тригідрату, 30,0% – пентагідрату.

Джерело. Див. (Е270) Лактатна кислота.

Добування. Лактат кальцію одержують з лактатної кислоти шляхом дії на неї гідроксиду кальція або карбонату кальція:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, кислотність – не більше 0,5%, солей лужних металів і магнію – не більше 1,0 мг/кг, флуоридів – не більше 30 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е270) Лактатна кислота.

Е328 Лактат амонію

Регулятор кислотності, замінник солі, синергіст антиоксидантів, емульгуюча сіль.

Синоніми: молочнокислий амоній, амонієва сіль молочної кислоти, амонієва сіль лактатної кислоти, 2-гідроксипропіонат амонію, ammonium lactate.

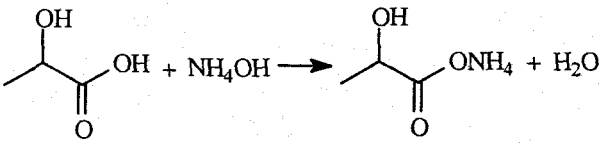
$CH_3CH(OH)COONH_4$

Хімічна назва: 2-гідроксипропіонат амонію, або 2-гідроксипропаноат амонію.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристали, які добре розчиняються у воді та спиртах.

Джерело. Див. (Е270) Лактатна кислота.

Добування. Лактат амонію одержують з лактатної кислоти шляхом дії на неї гідроксиду або карбонату амонія:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

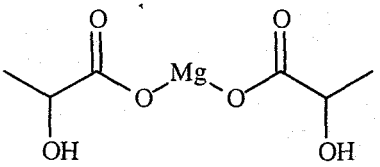
Метаболізм і токсичність. Див. (Е270) Лактатна кислота.

Е329 *D,L*-Лактат магнію

Регулятор кислотності, замінник солі, синергіст антиоксидантів, емульгуюча сіль, ущільнювач рослинних тканин.

Синоніми: молочнокислий магній, магнієва сіль молочної кислоти, α-гідроксипропіонат магнію, magnesium lactate.

Рацемічний лактат магнію існує у вигляді тригідрату $C_6H_{10}O_6Mg \cdot 3H_2O$:



Хімічна назва: 2-гідроксипропіонат магнію тригідрат, або 2-гідроксипропаноат магнію тригідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристали, які добре розчиняються у воді та спиртах. Показник питомого обертання $[\alpha]_D^{25}$ становить від -2^0 до $+2^0$ для 3% водного розчину. Втрати при висушуванні – не більше 23,0% (120^0C, 24 години).

Джерело. Див. (Е270) Лактатна кислота

Одержання. Лактат магнію одержують з лактатної кислоти аналогічно іншим лактатам.

Вміст основної речовини в кінцевому продукті становить не менше 97,5%, хлоридів – не більше 0,01%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е270) Лактатна кислота

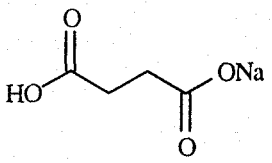
Е364 Сукцинати натрію

Регулятри кислотності, підсилювачі смаку та аромату.

Сукцинати натрію поділяються на мононатрій сукцинат (i) і динатрій сукцинат (ii).

Е364(i) Мононатрій сукцинат

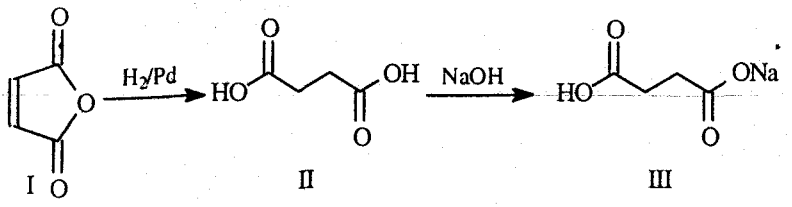
Синоніми: мононатрієва сіль бурштинової кислоти, мононатрієва сіль сукцинатної кислоти, сукцинат натрію однозаміщений, monosodium monohydrogen 1,4-butanedioate, monosodium succianate.



Хімічна назва: моногідроген 1,4-бутандіоат мононатрію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який легко розчиняється у воді. pH 4,3-5,3 для 10% водного розчину.

Добування. Мононатрій сукцинат одержують шляхом реакції нейтралізації сукцинатної (1,4-бутандіової) кислоти або каталітичним гідруванням малеїнового ангідриду I до сукцинатної кислоти II з наступною обробкою розчином розрахованою кількістю лугу. Отриману сіль III очищують шляхом кристалізації і висушують:

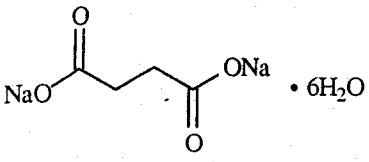


Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, сульфатів – не більше 0,019%, плюмбуму – не більше 20 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Вважають, що мононатрій сукцинат не проявляє токсичної та канцерогенної дії на організм людини.

E364(ii) Динатрій сукцинат

Синоніми: натрієва сіль бурштинової кислоти, натрієва сіль сукцинатної кислоти, гемісукцинат натрію, disodium succianate, disodium 1,4-butanedioate.



Динатрій сукцинат існує у вигляді гексагідрату.

Хімічна назва: 1,4-бутандіоат динатрію гексагідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. більше 400^{0}C, який добре розчиняється у воді (35 г/100 г при 25^{0}C або 67 г/100 г при 50^{0}C). pH 7-9 для 10% водного розчину при 25^{0}C. Водні розчини динатрій сукцинату стабільні при pH 4,7-9,0 і температурі 50^{0}C протягом п'яти діб.

Добування. Динатрієву сіль сукцинатної кислоти одержують аналогічно мононатрієвій – див. E364 (i).

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, сульфатів – не більше 40 мг/кг, плюмбуму – не більше 20 мг/г.

Метаболізм і токсичність. Вважають, що динатрій сукцинат не проявляє токсичної та канцерогенної дії на організм людини.

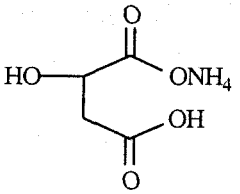
Е349 Малати амонію

Регулятори кислотності.

Малати амонію існують у формі: малат амонію однозаміщений (i) та малат амонію (ii).

Е349(i) Малат амонію однозаміщений

Синоніми: кислий яблучнокислий амоній, *D,L*-малати амонію, гідроксисукцинат моноамонію, ammonium hydrogen malate, monoammonium salt of malic acid.



Хімічна назва: моноамонієва сіль 2-гідроксибутандіової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристалічні порошки, які добре розчиняються у холодній воді; не розчиняються в етанолі.

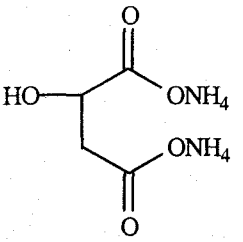
Джерело. Малати амонію містяться у природних джерелах у формі малатної (яблучної) кислоти. Див. (Е296) *D,L*-Малатна кислота.

Добування. Таку амонієву сіль одержують з *D,L*-малатної кислоти при дії на неї відповідної кількості гідроксиду амонію – див. Е349(ii) Малат амонію.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е296) *D,L*-Малатна (яблучна) кислота.

E349(ii) Малат амонію

Синоніми: яблучнокислий амоній, гідроксисукцинат амонію, ammonium malate, ammonium salt of malic acid.

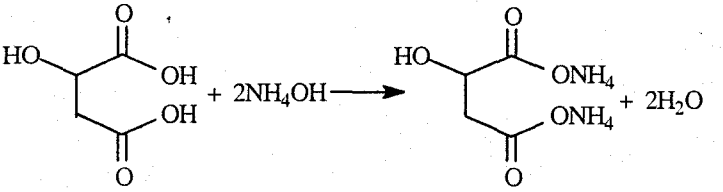


Хімічна назва: амонієва сіль 2-гідроксибутандіової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристалічні порошки, які добре розчиняються у холодній воді; не розчиняються в етанолі.

Джерело. Малати амонію містяться у природних джерелах у формі малатної (яблучної) кислоти. Див. (E296) *D,L*-Малатна кислота.

Добування. Наведену амонієву сіль одержують з *D,L*-малатної кислоти при дії на неї відповідної кількості гідроксиду амонію:



Метаболізм і токсичність. Див. (E296) *D,L*-Малатна (яблучна) кислота.

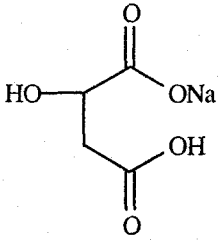
E350 Малати натрію

Регулятори кислотності.

Для цієї харчової добавки існують такі форми: (i) малат натрію однозаміщений та (ii) малат натрію.

Е350(і) Малат натрію однозаміщений

Синоніми: кислий яблучнокислий натрій, *D,L*-малат натрію, гідроксисукцинат натрію, sodium hydrogenmalate, monosodium salt of malic acid.



Хімічна назва: мононатрієва сіль 2-гідроксибутандіової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристалічні порошки, які добре розчиняються у холодній воді; не розчиняються в етанолі. Втрати при висушуванні становлять не більше 2,0% (110^0С, 3 години).

Джерело. Малати натрію містяться у природних джерелах у формі малатної (яблучної) кислоти. Див. (Е296) *D,L*-Малатна кислота.

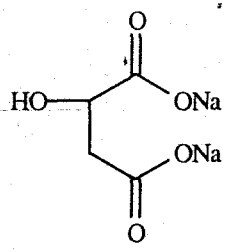
Добування. Малати натрію одержують з *D,L*-малатної кислоти при дії на неї відповідної кількості гідроксиду натрію – див. Е350(ii) Малат натрію.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, фумаратної кислоти – не більше 1,0%, малеїнатної кислоти – не більше 0,05%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е296) *D,L*-Малатна кислота.

Е350(ii) Малат натрію

Синоніми: *D,L*-малат натрію, яблучнокислий натрій, гідроксисукцинат натрію, sodium malate, sodium salt of malic acid



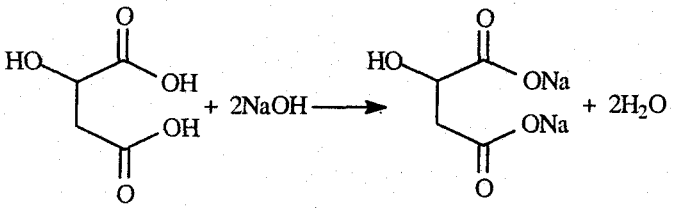
Малати натрію існують у вигляді семі- або тригідрату.

Хімічна назва: натрієва сіль 2-гідроксибутандіової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристалічні порошки, які добре розчиняються у холодній воді; не розчиняються в етанолі. Втрати при висушуванні становлять не більше 7,0% – для семігідрату і 20,5-23,5% для тригідрату (130^0C, 4 години).

Джерело. Малати натрію містяться у природних джерелах у формі малатної (яблучної) кислоти. Див. (Е296) *D,L*-Малатна кислота.

Добування. Малат натрію одержують з *D,L*-малатної кислоти при дії на неї гідроксиду або карбонату натрія:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, фумаратної кислоти – не більше 1,0%, малеїнатної кислоти – не більше 0,05%, лугів (у перерахунку на Na_2CO_3) – не більше 0,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е296) *D,L*-Малатна кислота.

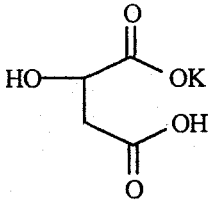
Е351* Малати калію

Регулятори кислотності.

Аналогічно іншим малатам, ця харчова добавка існує у формі: (і) малат калію однозаміщений та (іі) малат калію.

E351*(i) Малат калію однозаміщений

Синоніми: кислий яблучнокислий калій, *D,L*-малати калію, гідроксисукцинат монокалію, potassium hydrogenmalate, monopotassium salt of malic acid.



Хімічна назва: монокалієва сіль 2-гідроксибутандіової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристалічні порошки, які добре розчиняються у холодній воді; не розчиняються в етанолі.

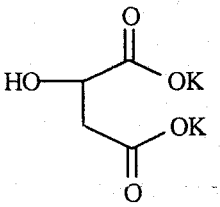
Джерело. Малати калію містяться у природних джерелах у формі малатної (яблучної) кислоти – див. (E296) *D,L*-Малатна кислота.

Добування. Малат калію однозаміщений одержують з *D,L*-малатної кислоти при дії на неї відповідної кількості гідроксиду калію – див. E351(ii) Малат калію.

Метаболізм і токсичність. Див. (E296) *D,L*-Малатна кислота.

E351*(ii) Малат калію

Синоніми: яблучнокислий калій, *D,L*-малати калію, гідроксисукцинат калію, potassium malate, potassium salt of malic acid.

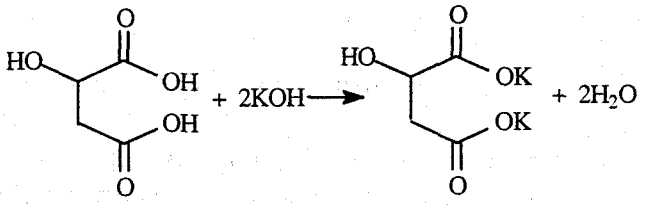


Хімічна назва: калієва сіль 2-гідроксибутандіової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристалічні порошки, які добре розчиняються у холодній воді; не розчиняються в етанолі. Використовуються переважно у формі водних розчинів.

Джерело. Малати калію містяться у природних джерелах у формі малатної (яблучної) кислоти – див. (E296) *D,L*-Малатна кислота.

Добування. Малат калію одержують з *D,L*-малатної кислоти при дії на неї відповідної кількості гідроксиду калію:



Вміст основної речовини у кінцевому 60% водному розчині становить не менше 59,5%, лугів (у перерахунку на K_2CO_3) – не більше 0,2%, фумаратної кислоти – не більше 1,0%, малеїнатної кислоти – не більше 0,05%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (E296) *D,L*-Малатна кислота.

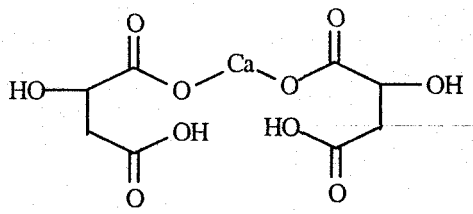
E352 Малати кальцію

Регулятори кислотності, ущільнювачі (рослинних тканин).

Відомі такі форми малатів кальцію: (i) малат кальцію однозаміщений та (ii) малат кальцію.

E352(i) Малат кальцію однозаміщений

Синоніми: кислий яблучнокислий кальцій, *D,L*-малати кальцію, гідроксисукцинат кальцію, calcium bimalate, monocalcium salt of malic acid.



Хімічна назва: кальцій гідроген 2-гідроксибутандіоат, або монокальцієва сіль 2-гідроксибутандіової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристалічні порошки, які розчиняються у воді; не розчиняються в етанолі. Втрати при висушуванні становлять не більше 2,0% (110^0C, 3 години).

Джерело. Малати кальцію містяться у природних джерелах у формі малатної (яблучної) кислоти – див. (Е296) *D,L*-Малатна кислота.

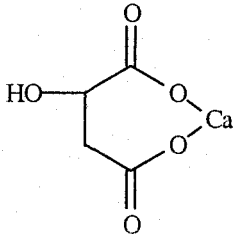
Добування. Малат кальцію однозаміщений одержують з *D,L*-малатної кислоти при дії на неї відповідної кількості гідроксиду кальцію – див. Е352(ii) Малат кальцію.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,5%, фумаратної кислоти – не більше 1,0%, малеїнатної кислоти – не більше 0,05%, флуоридів – не більше 30 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е296) *D,L*-Малатна кислота.

Е352(ii) Малат кальцію

Синоніми: яблучнокислий кальцій, *D,L*-малати кальцію, гідроксисукцинат кальцію, calcium malate, calcium salt of malic acid.

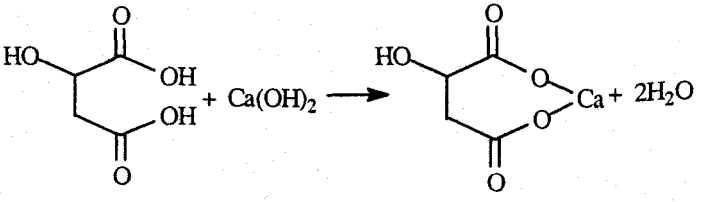


Хімічна назва: 2-гідроксибутандіоат кальцію.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристалічні порошки, які розчиняються у воді; не розчиняються в етанолі. Втрати при висушуванні становлять не більше 2,0% (100^0C, 3 години).

Джерело. Малати кальцію містяться у природних джерелах у формі малатної (яблучної) кислоти – див. (Е296) *D,L*-Малатна кислота.

Добування. Малат кальцію одержують з *D,L*-малатної кислоти при дії на неї відповідної кількості гідроксиду кальцію:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,5%, малеїнатної кислоти – не більше 0,05%, фумаратної кислоти – не більше 1,0%, лужність відносно $Ca(OH)_2$ – не більше 0,2%, флуоридів – не більше 30 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

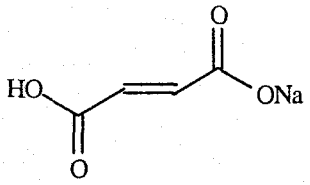
Метаболізм і токсичність. Див. (Е296) *D,L*-Малатна кислота.

Е365 Фумарати натрію

Регулятори кислотності.

Синоніми: монофумарат натрію, натрієва сіль фумарової кислоти, натрієва сіль фумаратної кислоти, sodium fumarates, monosodium fumarates, sodium salts of fumaric acid.

Будова. Фумарати натрію за хімічною будовою – це одно- або двозаміщені солі фумаратної (фумарової) кислоти:

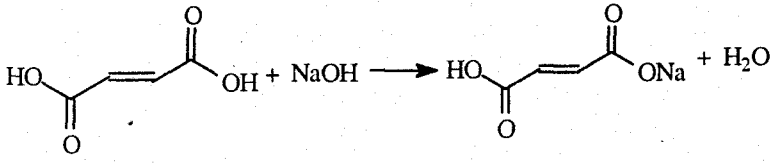


Хімічна назва: мононатрієва сіль *транс*-2-бутендіової кислоти, або натрій (*E*)-2-бутенмоноат; динатрієва сіль *транс*-2-бутендіової кислоти, або натрій (*E*)-2-бутендіоат.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристалічні порошки з т. топ. 90^{0}С для мононатрієвої солі, яка добре розчиняється у холодній воді (6,87 г/100 г при 25^{0}С). Для динатрієвої солі розчинність у воді – 22,83 г/100 г при 25^{0}С. Наведені солі не розчиняються в діетиловому етері, спиртах. pH 3% водного розчину 3,0-4,0 для мононатрієвої солі. Втрати при висушуванні становлять для мононатрієвої солі не більше 0,5% (120^{0}С, 4 години).

Джерело. Див. (Е297) Фумаратна кислота.

Добування. Фумарати натрію одержують з фумаратної кислоти та відповідної кількості гідроксиду натрія, наприклад:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті для мононатрієвої солі становить не менше 98,0%, фумаратної кислоти – не більше 0,05%, сульфатів – не більше 0,01%, арсену – не більше 0,2 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

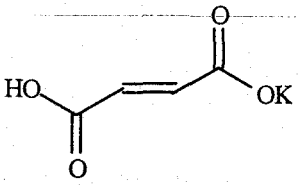
Метаболізм і токсичність. Фумарат-аніон в організмі людини повністю розщеплюється та засвоюється.

Е366 Фумарати калію

Регулятор кислотності.

Синоніми: монофумарат калію, калієва сіль фумарової кислоти, калієва сіль фумаратної кислоти, potassium fumarates, monopotassium fumarates, potassium salts of fumaric acid.

Будова. Фумарати калію за хімічною будовою – це одно- або двозаміщені солі фумаратної кислоти:



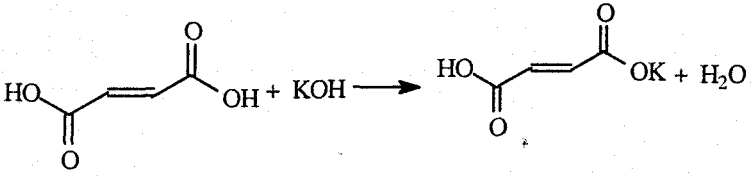
Фумарати калію обидвох форм існують у вигляді безводних солей та моно- і дигідратів.

Хімічна назва: монокалієва сіль *транс*-2-бутендіової кислоти, або (*E*)-2-бутенмоноат; дикалієва сіль *транс*-2-бутендіової кислоти, або калій (*E*)-2-бутендіоат.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристалічні порошки, які добре розчиняються у холодній воді; не розчиняються в діетиловому етері.

Джерело. Див. (E297) Фумаратна кислота.

Добування. Наведені фумарати калію одержують з фумаратної кислоти та відповідної кількості гідроксиду калія, наприклад:



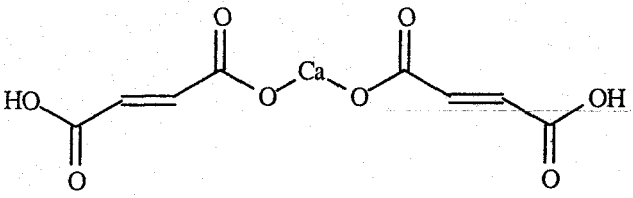
У кінцевому продукті фумарату дикалія дигідрата вміст калію становить 32,6-36,0%, кадмію – не більше 5 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Фумарат-аніон в організмі людини повністю розщеплюється та засвоюється.

E367 Фумарат кальцію

Регулятор кислотності.

Синоніми: монофумарат кальцію, кальцієва сіль фумарової кислоти, кальцієва сіль фумаратної кислоти, calcium fumarates, monocalcium fumarates, calcium salts of fumaric acid.



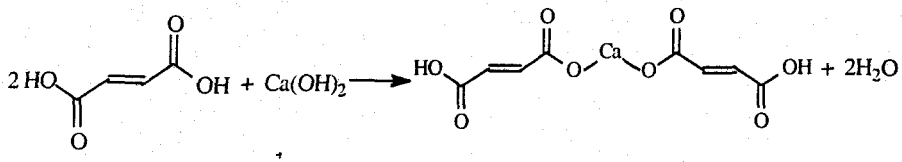
Монокальцієва сіль фумаратної кислоти існує у вигляді безводної форми та дигідрату.

Хімічна назва: монокальцієва сіль *транс*-2-бутендіової кислоти, або кальцій (*E*)-2-бутендіоат або монокальцій *біс*[(*E*)-2-бутенмоноат].

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристалічні порошки, які слабко розчиняються у воді (1,56 г/100 г при 30^0C для дигідрату); не розчиняються в спирту та діетиловому етері. Розчинність фумарату кальція у воді зростає до 3-4% при pH 3,3-3,5.

Джерело. Див. (E297) Фумаратна кислота.

Добування. Фумарат кальцію одержують з фумаратної кислоти та відповідної кількості гідроксиду кальція:



Вміст кальцію у кінцевому продукті становить 20,0-23,2%, арсену – не більше 3 мг/кг, кадмію – не більше 5 мг/кг, плюмбуму – не більше 3 мг/кг.

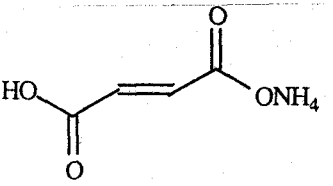
Метаболізм і токсичність. Фумарат-аніон в організмі людини повністю розщеплюється та засвоюється.

E368 Фумарати амонію

Регулятор кислотності.

Синоніми: монофумарат амонію, амонієва сіль фумарової кислоти, амонієва сіль фумаратної кислоти, ammonium fumarates, monoammonium fumarates, ammonium salts of fumaric acid.

Будова. Фумарати амонію за хімічною будовою – це одно- або двозаміщені солі фумаратної (фумарової) кислоти:

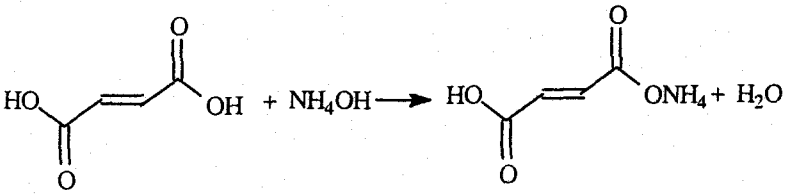


Хімічна назва: моноамонієва сіль *транс*-2-бутендіової кислоти, або амоній (*E*)-2-бутенмоноат; діамонієва сіль *транс*-2-бутендіової кислоти, або амоній (*E*)-2-бутендіоат.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристалічні порошки, які добре розчиняються у холодній воді.

Джерело. Див. (E297) Фумаратна кислота.

Добування. Фумарат амонію одержують з фумаратної кислоти та відповідної кількості гідроксиду амонія:



Метаболізм і токсичність. Фумарат-аніон в організмі людини повністю розщеплюється та засвоюється.

E331* Цитрати натрію

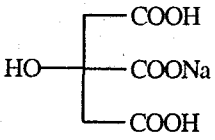
Цитратна (цитринова, або лимонна) кислота здатна утворювати натрієві солі різного ступеня заміщення: одно- (i), дво- (ii) та тризаміщену (iii).

E331*(i) Цитрат натрію однозаміщений

Регулятор кислотності, стабілізатор, емульгатор, емульгуюча сіль, синергіст антиоксидантів, фіксатор забарвлення.

Синоніми: мононатрійцитрат, однозаміщений цитрат натрію, лимоннокислий натрій однозаміщений, sodium salt of citric acid, monosodium citrate anhydrous, monosodium 2-hydroxypropane-1,2,3-tricarboxylate, sodium dihydrogen citrate.

Цитрат натрію однозаміщений існує у вигляді безводної солі та моногідрату.



Хімічна назва: мононатрієва сіль 2-гідрокси-1,2,3-пропантрикарбонової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристали або порошок, який добре розчиняється у воді; середньо – в спиртах; не розчиняється в інших органічних розчинниках. pH 1% водного розчину 3,5-3,8. Втрати при висушуванні (180^0C, 4 години) становлять не більше 1,0% для безводного і 8,8% – для моногідрату.

Джерело. Див. (Е330) Цитратна (лимонна) кислота.

Добування. Цей регулятор кислотності одержують з цитратної кислоти шляхом її взаємодії з відповідною кількістю гідроксиду натрія.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, оксалатів (у перерахунку на оксалатну кислоту) – не більше 100 мг/кг, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 5 мг/кг.

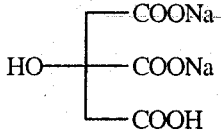
Метаболізм і токсичність. Див. (Е330) Цитратна кислота.

Е331*(ii) Цитрат натрію двозаміщений

Регулятор кислотності, стабілізатор, емульгатор, емульгуюча сіль, синергіст антиоксидантів, фіксатор забарвлення.

Синоніми: динатрійцитрат, двозаміщений цитрат натрію, лимоннокислий натрій двозаміщений, disodium salt of citric acid,

disodium citrate anhydrous, disodium 2-hydroxypropane-1,2,3-tricarboxylate, disodium monohydrogen citrate.



Цитрат натрію двозаміщений існує у вигляді безводної солі і сесквігідрату.

Хімічна назва: динатрієва сіль 2-гідрокси-1,2,3-пропантрикарбонової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок або білі кристали, які добре розчиняються у воді; середньо – в спиртах; не розчиняються в інших органічних розчинниках. pH 1% водного розчину 4,9-5,2. Втрати при висушуванні – не більше 13,0% для сесквігідрату (180^0C, 4 години),

Джерело. Див. (E330) Цитратна кислота.

Добування. Динатрійцитрат одержують з цитратної кислоти шляхом її взаємодії з відповідною кількістю гідроксиду натрія.

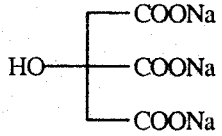
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, оксалатів (у перерахунку на оксалатну кислоту) – не більше 100 мг/кг, хлоридів – не більше 330 мг/кг, сульфатів – не більше 0,12%, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 5 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (E330) Цитратна кислота.

E331*(iii) Цитрат натрію тризаміщений

Регулятор кислотності, стабілізатор, емульгатор, емульгуюча сіль, синергіст антиоксидантів, фіксатор забарвлення.

Синоніми: тринатрійцитрат, тризаміщений цитрат натрію, лимоннокислий натрій тризаміщений, trisodium citrate anhydrous, trisodium 2-hydroxypropane-1,2,3-tricarboxylate



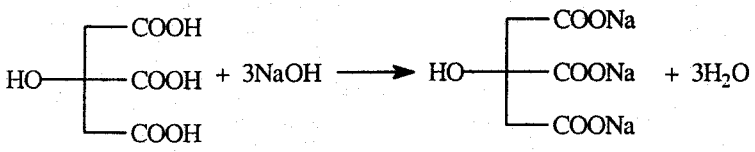
Тринатрій цитрат існує у вигляді безводної солі, дигідрату і 5,5-гідрату $C_6H_5O_7Na_3 \cdot 5,5H_2O$.

Хімічна назва: тринатрієва сіль 2-гідрокси-1,2,3-пропантрикарбонової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристали з т. топ. 150^{0}С (для безводного), які добре розчиняються у воді (42,5 г/100 г при 25^{0}С для безводного); середньо – в спиртах; не розчиняються в інших органічних розчинниках. pH 5% водного розчину 7,5-9,0 (20^{0}С). Втрати при висушуванні (180^{0}С, 4 години) становлять не більше 1,0% для безводного, 13,5% – для дигідрату і 30,3% – для 5,5-гідрату.

Джерело. Див. (Е330) Цитратна кислота.

Добування. Тринатрійцитрат одержують з цитратної (лимонної) кислоти шляхом її взаємодії з відповідною кількістю гідроксиду натрія:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0% на сухий залишок, води – 12,2%, оксалатів (у перерахунку на оксалатну кислоту) – не більше 100 мг/кг, хлоридів – не більше 50 мг/кг, сульфатів – не більше 150 мг/кг, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 5 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е330) Цитратна кислота.

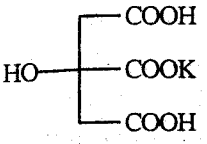
Е332* Цитрати калію

Цитратна кислота здатна утворювати калієві солі різного ступеня заміщення – одно- (і), дво- та тризаміщену (іі).

E332*(i) Цитрат калію однозаміщений.

Регулятор кислотності, стабілізатор, емульгатор, емульгуюча сіль, синергіст антиоксидантів, фіксатор забарвлення.

Синоніми: калієва сіль лимонної кислоти, монокалійцитрат, однозаміщений цитрат калію, лимоннокислий калій однозаміщений, potassium salt of citric acid, potassium citrate, potassium dihydrogen citrate.



Хімічна назва: монокалієва сіль 2-гідрокси-1,2,3-пропантрикарбонової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристали, які добре розчиняються у воді; середньо – в спиртах; не розчиняються в інших органічних розчинниках. pH 1% водного розчину 3,5-3,8. Втрати при висушуванні становлять не більше 1,0% (180^0C, 4 години).

Джерело. Див. (E330) Цитратна кислота.

Добування. Монокалійцитрат одержують з цитратної кислоти шляхом її взаємодії з відповідною кількістю гідроксиду калія.

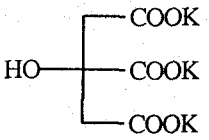
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, оксалатів (у перерахунку на оксалатну кислоту) – не більше 100 мг/кг, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 5 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (E330) Цитратна кислота.

E332*(ii) Цитрат калію тризаміщений.

Регулятор кислотності, стабілізатор, емульгатор, емульгуюча сіль, синергіст антиоксидантів, фіксатор забарвлення.

Синоніми: калієва сіль лимонної кислоти, трикалійцитрат, тризаміщений цитрат калію, лимоннокислий калій тризаміщений, potassium salt of citric acid, tripotassium citrate.



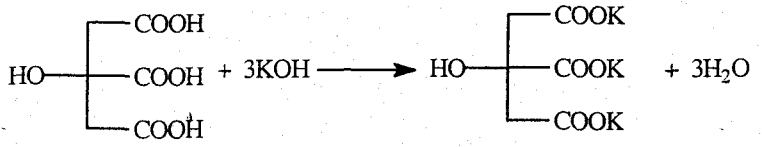
Хімічна назва: трикалієва сіль 2-гідрокси-1,2,3-пропантрикарбонової кислоти моногідрат.

Трикалійцитрат існує у вигляді моногідрату.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 180^{0}С і т. кип. 230^{0}С (розкл.), який розпливається на повітрі. Він добре розчиняються у воді (167,0 г/100 г при 25^{0}С); середньо – в спиртах; не розчиняються в інших органічних розчинниках. pH 5% водного розчину 7,5-9,0. Втрати при висушуванні становлять не більше 6,0% (180^{0}С, 4 години).

Джерело. Див. (Е330) Цитратна кислота.

Добування. Трикалійцитрат одержують з цитратної кислоти шляхом її взаємодії з відповідною кількістю гідроксиду калія:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0% на сухий залишок, вологи – 4,0-7,0%, оксалатів (у перерахунку на оксалатну кислоту) – не більше 100 мг/кг, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 5 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е330) Цитратна кислота.

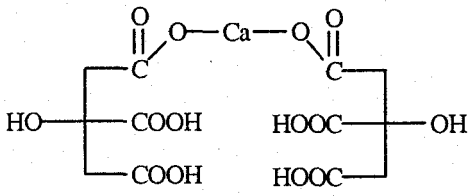
Е333 Цитрати кальцію

Регулятори кислотності, стабілізатори, синергісти антиоксидантів, фіксатори забарвлення, отверджувачі (рослинних тканин).

Наведена харчова добавка застосовується у формі: (i) монокальцій дицитрат, (ii) дикальцій дицитрат, (iii) трикальцій дицитрат.

E333(i) Монокальцій дицитрат

Синоніми: кальцієві солі лимонної кислоти, монокальцій цитрат, calcium citrates, calcium salts of 2-hydroxy-1,2,3-propanetricarboxylic acid (1:2), calcium salts of citric acid, calcium salts of β-hydroxytricarballylic acid.



Хімічна назва: монокальцієва сіль 2-гідрокси-1,2,3-пропантрикарбонової кислоти моногідрат.

Монокальцій дицитрат існує у вигляді моногідрату $(C_6H_7O_7)_2Ca{\cdot}H_2O$.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристали або порошки, які середньо розчиняються у воді. pH 1% водного розчину 3,2-3,5. Втрати при висушуванні становлять не більше 7,0% (180^0C, 4 години).

Джерело. Цитрати кальцію містяться у цитрусових фруктах, ківі, полуниці. Див. (E330) Цитратна кислота.

Добування. Кальцій цитрати одержують з цитратної (лимонної) кислоти шляхом її взаємодії з відповідною кількістю гідроксиду кальція – див. E333(iii) Трикальцій дицитрат.

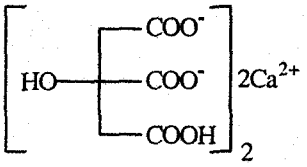
Останнім часом цитрати кальцію одержують також біотехнологічним методом ферментацією меляси в присутності *Aspergillus niger*.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,5%, оксалатів (у перерахунку на оксалатну кислоту) – не більше 100 мг/кг, флуоридів – не більше 30 мг/кг, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 5 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Цитрати кальцію добре всмоктуються людським організмом і є донорами кальцію. Див. (Е330) Цитратна кислота.

Е333(ii) Дикальцій дицитрат

Синоніми: кальцієві солі лимонної кислоти, дикальцій цитрат, calcium citrates, calcium salts of 2-hydroxy-1,2,3-propanetricarboxylic acid (2:2), calcium salts of citric acid, calcium salts of β-hydroxytricarballylic acid.



Дикальцій дицитрат існує у вигляді тригідрату $(C_6H_6O_7)_2Ca_2 \cdot 3H_2O$.

Хімічна назва: дикальцієва сіль 2-гідрокси-1,2,3-пропантрикарбонової кислоти тригідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристали або порошки, які погано розчиняються у воді. Втрати при висушуванні становлять не більше 20,0% (180^0C, 4 години).

Джерело. Цитрати кальцію містяться у цитрусових фруктах, ківі, полуниці. Див. (Е330) Цитратна кислота.

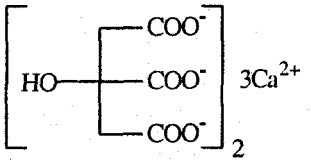
Добування. Дикальцій дицитрат одержують з цитратної (лимонної) кислоти шляхом її взаємодії з відповідною кількістю гідроксиду кальція – див. Е333(iii) Трикальцій дицитрат. Останнім часом цитрати кальцію одержують також біотехнологічним методом ферментацією меляси в присутності *Aspergillus niger*.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,5%, оксалатів (у перерахунку на оксалатну кислоту) – не більше 100 мг/кг, флуоридів – не більше 30 мг/кг, арсену – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 5 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Цитрати кальцію добре всмоктуються людським організмом і є донорами кальцію. Див. (Е330) Цитратна кислота.

Е333(iii) Трикальцій дицитрат

Синоніми: кальцієві солі лимонної кислоти, трикальцій цитрат, calcium citrates, calcium salts of 2-hydroxy-1,2,3-propanetricarboxylic acid (3:2), calcium salts of citric acid, calcium salts of β-hydroxytricarballylic acid.



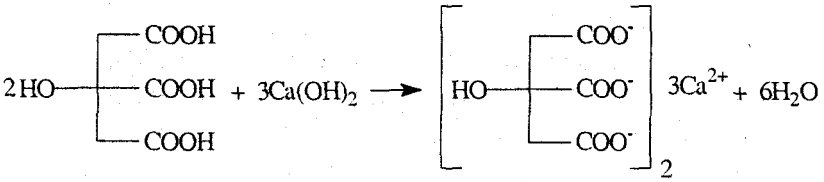
Хімічна назва: трикальцієва сіль 2-гідрокси-1,2,3-пропантрикарбонової кислоти.

Трикальцій дицитрат існує у вигляді безводної солі та переважно тетрагідрату $(C_6H_5O_7)_2Ca_3 \cdot 4H_2O$.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристали або порошки з т. топ. 120^{0}C (зневоднення), які погано розчиняються у воді (приблизно 1 г/л при 25^{0}C). pH 1% водного розчину 5,5. Втрати при висушуванні становлять не більше 14,0% для тетрагідрату(180^0, 4 години).

Джерело. Цитрати кальцію містяться у цитрусових фруктах, ківі, полуниці. Див. (Е330) Цитратна кислота.

Добування. Кальцій цитрати одержують з цитратної (лимонної) кислоти шляхом її взаємодії з відповідною кількістю гідроксиду кальція:



Останнім часом цитрати кальцію одержують також біотехнологічним методом ферментацією меляси в присутності *Aspergillus niger*.

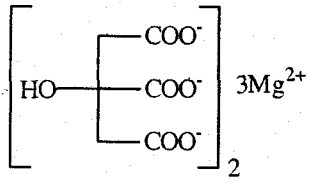
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,5%, кислотонерозчинних речовин – не менше 0,2%, оксалатів (у перерахунку на оксалатну кислоту) – не більше 100 мг/кг, флуоридів – не більше 30 мг/кг, арсену – не більше 1 мг/кг, важких металів – не більше 5 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Цитрати кальцію добре всмоктуються людським організмом і є донорами кальцію. Див. (Е330) Цитратна кислота.

Е345 Цитрат магнію

Регулятор кислотності, стабілізатор, синергіст антиоксидантів, фіксатор забарвлення, отверджувач (рослинних тканин), замінник солі.

Синоніми: тримагній дицитрат, магнієва сіль лимонної кислоти, магнієва сіль цитринової кислоти, magnesium citrate, magnesium salts of 2-hydroxy-1,2,3-propanetricarboxylic acid, magnesium salts of citric acid, magnesium salts of β-hydroxytricarballylic acid.



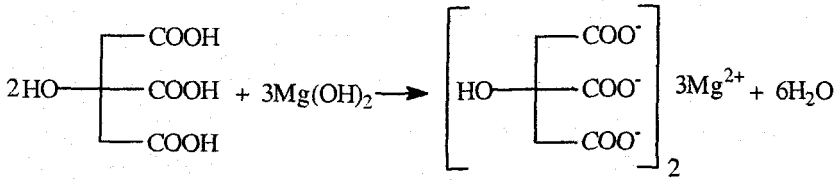
Хімічна назва: тримагнієва сіль 2-гідрокси-1,2,3-пропан-трикарбонової кислоти тетрадекагідрат.

Тримагній дицитрат існує у вигляді тетрадекагідрату $(C_6H_5O_7)_2Mg_3 \cdot 14H_2O$

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі кристали або білі порошки, які погано розчиняються у воді. pH 1% водного розчину 6,5-8,0. Втрати при висушуванні становлять не більше 29,0% (180^0C, 4 години).

Джерело. Див. (Е330) Цитратна кислота.

Добування. Тримагній дицитрат одержують з цитратної (лимонної) кислоти шляхом її взаємодії з відповідною кількістю гідроксиду магнія:



Вміст магнію у кінцевій речовині становить 14,5-16,4%, кальцію – не більше 1,0%, хлоридів – не більше 0,05%, сульфатів – не більше 0,2%, феруму – не більше 200 мг/кг.

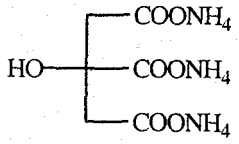
Метаболізм і токсичність. Див. (Е330) Цитратна кислота.

Е380 Цитрати амонію

Регулятори кислотності, стабілізатори, синергісти антиоксидантів, фіксатори забарвлення.

Синоніми: триамонійцитрат, моноамоній цитрат, амонієва сіль лимонної кислоти, амонієва сіль цитринової кислоти, ammonium citrate, ammonium salts of 2-hydroxy-1,2,3-propanetricarboxylic acid, ammonium salts of citric acid, ammonium salts of β-hydroxytricarballylic acid.

Будова. Цитрати амонію за хімічною будовою є солями різного ступеня заміщення цитратної кислоти – одно-, дво- і тризаміщені, але у харчовій промисловості застосовуються переважно одно- і тризаміщені:



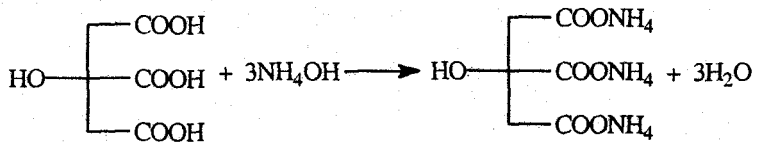
Триамонійцитрат

Хімічна назва: моноамонієва або триамонієва солі 2-гідрокси-1,2,3-пропантрикарбонової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі кристали або білі порошки, які добре розчиняються у воді.

Джерело. Див. (Е330) Цитратна кислота.

Добування. Наведені регулятори кислотності одержують з цитратної кислоти шляхом її взаємодії з відповідною кількістю гідроксиду амонія:



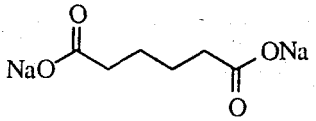
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,0%, оксалатів (у перерахунку на оксалатну кислоту) – не більше 0,04%, арсену – не більше 3 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е330) Цитратна кислота.

Е356 Адипінат натрію

Регулятор кислотності.

Синоніми: адипіновокислий натрій, адипат натрію, динатрієва сіль 1,6-гександіової кислоти, динатрієва сіль 1,4-бутандикарбонової кислоти, sodium adipate.

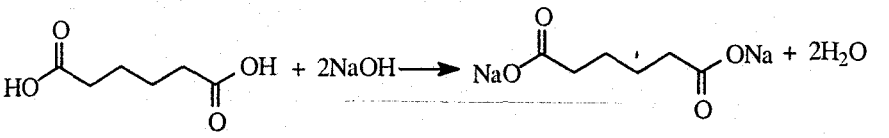


Хімічна назва: динатрієва сіль 1,6-гександіової кислоти семігідрат.

Адипінат натрію існує у вигляді семігідрату $C_6H_8O_4Na_2 \cdot 0{,}5H_2O$.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який добре розчиняється у воді - приблизно 50 г/100 г при 20^0C.

Добування. Адипінат натрію одержують з адипінатної (адипінової) кислоти шляхом її взаємодії з гідроксидом натрію:



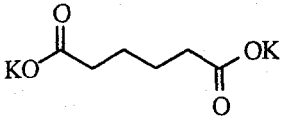
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0% на сухий залишок, води – не більше 3,0% (за Фішером), арсену – не більше 3 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е355) Адипінатна кислота.

Е357 Адипінат калію

Регулятор кислотності

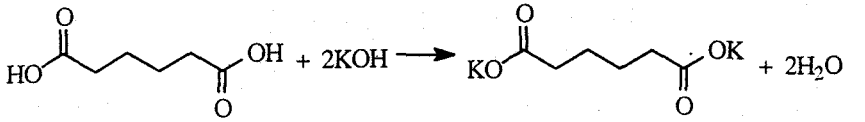
Синоніми: адипіновокислий калій, адипат калію, дикалієва сіль 1,6-гександіової кислоти, дикалієва сіль 1,4-бутандикарбонової кислоти, potassium adipate.



Хімічна назва: дикалієва сіль 1,6-гександіової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який добре розчиняється у воді (60 г/100 г при 20^0C).

Добування. Адипінат калію одержують з адипінатної кислоти шляхом її взаємодії з гідроксидом калію:



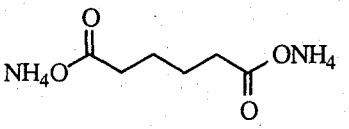
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0% на сухий залишок, води – не більше 3,0% (за Фішером), арсену – не більше 3 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е355) Адипінатна кислота.

Е359 Адипінат амонію

Регулятор кислотності.

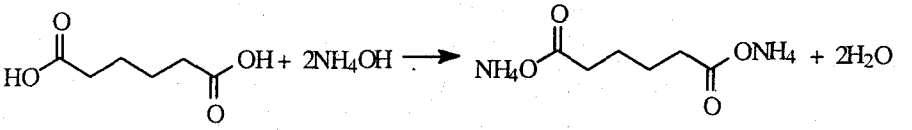
Синоніми: адипіновокислий амоній, адипат амонію, діамонієва сіль 1,6-гександіової кислоти, діамонієва сіль 1,4-бутандикарбонової кислоти, ammonium adipate.



Хімічна назва: діамонієва сіль 1,6-гександіової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок, який добре розчиняється у воді.

Добування. Адипінат амонію одержують з адипінатної кислоти шляхом її взаємодії з відповідною кількістю гідроксида амонію:

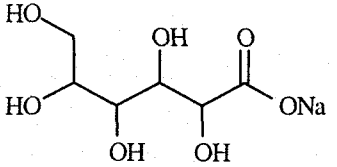


Метаболізм і токсичність. Див. (Е355) Адипінатна кислота.

Е576 Глюконат натрію

Регулятор кислотності, синергіст антиоксидантів.

Синоніми: натрієва сіль *D*-глюконової кислоти, sodium gluconate.

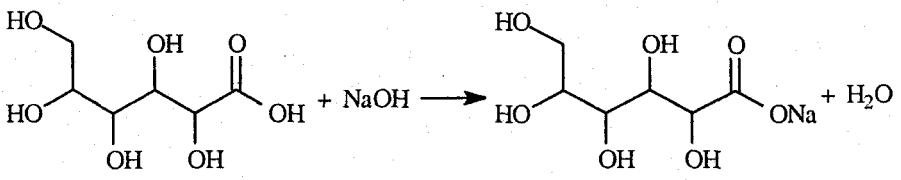


Хімічна назва: натрієва сіль 2,3,4,5,6-пентагідроксигексанової кислоти, або натрій (2*R*,3*S*,4*R*,5*R*)-2,3,4,5,6-пентагідроксигексаноат.

Фізико-хімічні властивості. Це гранули або білий кристалічний порошок з т. топ. 206-209^{0}С, який добре розчиняється у холодній воді (60 г/100 мл при 20^{0}С), кислотах, лугах; практично не розчиняється у спиртах. pH 6,5-7,5 для 10% водного розчину.

Джерело. Глюконат натрію існує у вигляді глюконатної (глюконової) кислоти, що утворюється при окисненні глюкози.

Добування. Глюконат натрію одержують з глюконатної кислоти шляхом її взаємодії з гідроксидом натрію:



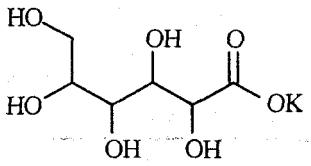
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, відновлюючих речовин (на зразок *D*-глюкози) – не більше 1,0%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е574) *D*-глюконатна кислота. Глюконати вважаються добре розчинними і всмоктуваними сполуками в організмі людини, внаслідок чого вони виконують функції постачальників мінеральних речовин.

Е577 Глюконат калію

Регулятор кислотності, синергіст антиоксидантів.

Синоніми: калієва сіль *D*-глюконової кислоти, potassium gluconate.



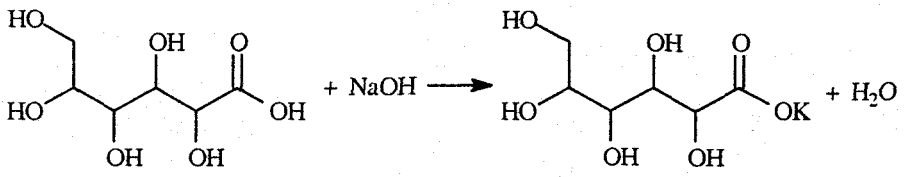
Хімічна назва: калієва сіль 2,3,4,5,6-пентагідроксигексанової кислоти, або калій (2*R*,3*S*,4*R*,5*R*)-2,3,4,5,6-пентагідроксигексаноат.

Глюконат калію існує у вигляді безводної солі та моногідрату.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 183^{0}С (розкл.), який добре розчиняється у холодній воді, кислотах, лугах; не розчиняється у спиртах. pH 7,0-8,3 для 10% водного розчину. Втрати при висушуванні становлять для безводної солі не більше 3,0%, для моногідрату – 6,0-7,5% (105^{0}С, 4 години, під вакуумом).

Джерело. Глюконат калію в природних джерелах існує у вигляді глюконатної кислоти, яка утворюється при окисненні глюкози.

Добування. Глюконат калію одержують з глюконатної кислоти шляхом її взаємодії з гідроксидом калію:



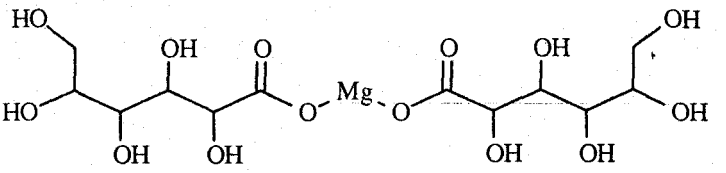
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 97,0%, відновлюючих речовин (на зразок *D*-глюкози) – не більше 1,0%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е574) *D*-глюконатна (глюконова) кислота. Глюконати вважаються добре розчинними і всмоктуваними сполуками в організмі людини, внаслідок чого вони виконують функції постачальників мінеральних речовин.

Е580 Глюконат магнію

Регулятор кислотності, комплексоутворювач.

Синоніми: магнієва сіль *D*-глюконової кислоти, magnesium gluconate, magnesium gluconate dihydrate.



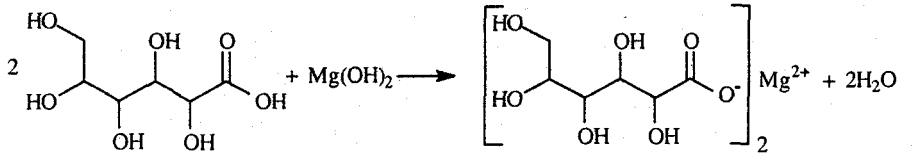
Хімічна назва: магнієва сіль 2,3,4,5,6-пентагідроксигексанової кислоти, або магній (2*R*,3*S*,4*R*,5*R*)-2,3,4,5,6-пентагідроксигексаноат.

Глюконат магнію існує у вигляді безводної солі та дигідрату.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 500^{0}С (розкл.), який добре розчиняється у холодній воді, кислотах, лугах; не розчиняється у спиртах.

Джерело. Глюконат магнію в природних джерелах існує у вигляді глюконатної кислоти.

Добування. Цей регулятор кислотності одержують з глюконатної кислоти шляхом її взаємодії з відповідною кількістю гідроксида магнію:



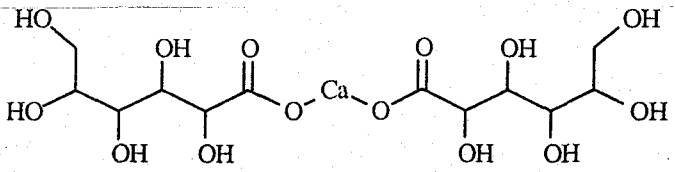
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, води – не більше 3,0% (за Фішером), відновлюючих речовин (на зразок *D*-глюкози) – не більше 1,0%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е574) *D*-глюконатна (глюконова) кислота. Глюконати вважаються добре розчинними і всмоктуваними сполуками, внаслідок чого вони виконують функції постачальників мінеральних речовин.

Е578 Глюконат кальцію

Регулятор кислотності, ущільнювач рослинних тканин, синергіст антиоксидантів.

Синоніми: кальцієва сіль *D*-глюконової кислоти, calcium gluconate, calcium digluconate.



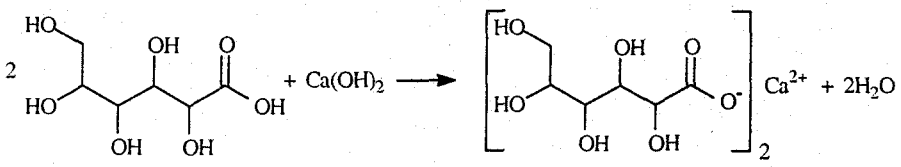
Хімічна назва: кальцієва сіль 2,3,4,5,6-пентагідроксигексанової кислоти, або кальцій (2*R*,3*S*,4*R*,5*R*)-2,3,4,5,6-пентагідроксигексаноат.

Глюконат кальцію існує у вигляді безводної солі та моногідрату.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 178^{0}С, який розчиняється у холодній воді (3,3 г/100 мл при 20^{0}С), кислотах, лугах; не розчиняється у спиртах. pH 5% водного розчину 6,0-8,0. Втрати при висушуванні становлять не більше 3,0% для безводної форми і 2,0% – для моногідрату (105^{0}С, 16 годин).

Джерело. Глюконат кальцію в природних джерелах існує у вигляді глюконатної кислоти.

Добування. Глюконат кальцію одержують з глюконатної кислоти шляхом її взаємодії з гідроксидом кальцію:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, відновлюючих речовин (на зразок *D*-глюкози) – не більше 1,0%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

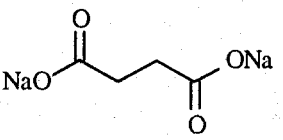
Метаболізм і токсичність. Див. (Е574) *D*-глюконатна кислота. Глюконати вважаються добре розчинними і всмоктуваними сполуками, внаслідок чого вони виконують функції постачальників мінеральних речовин.

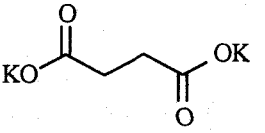
Сукцинати натрію, калію і кальцію

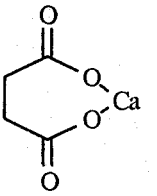
Регулятори кислотності, замінники солі.

Сукцинати натрію наведено в Е364 - мононатрій сукцинат (i) та динатрій сукцинат (ii).

Синоніми: натрієва, калієва, кальцієва солі бурштинової кислоти; натрієва, калієва, кальцієва солі сукцинатної кислоти; succinates, salts of succinic acid.







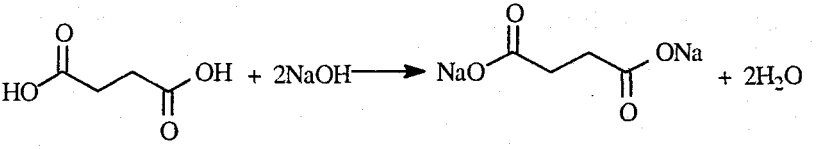
Хімічна назва: натрієва (калієва, кальцієва) сіль бутандіової кислоти.

Сукцинати лужних металів існують у вигляді безводних солей, сукцинат натрію існує також у вигляді гексагідрату.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристали. Натрієва і калієва солі добре розчиняються у холодній воді, кальцієва – середньо. Безводний сукцинат натрію є гігроскопічною речовиною.

Джерело. Сукцинати лужних металів містяться у всіх живих клітинах.

Добування. Наведені сукцинати одержують шляхом взаємодії сукцинатної (бурштинової) кислоти з відповідними лугами:



Метаболізм і токсичність. Сукцинати лужних металів повністю засвоюються людським організмом. Див. (Е363) Сукцинатна кислота.

До регуляторів pH належать також речовини, які за основною технологічною функцією наведені в інших розділах:

(Е261) Ацетати калію – гл. 3.1,

(Е262) Ацетати натрію – гл. 3.1,

(Е263) Ацетат кальцію – 3.1,

(Е264) Ацетат амонію – гл. 3.1,

(Е450) Пірофосфати – гл. 2.5,

(Е503) Карбонати амонію – гл. 4.3,

(Е522) Сульфат алюмінію-калію (галун алюмо-калієвий) – гл. 3.5,

(Е523) Сульфат алюмінію-амонію (галун алюмо-амонієвий) – гл. 3.5,

(Е541) Алюмофосфат натрію – гл. 4.2.

4.2. Емульгуючі солі

Емульгуючі солі – це речовини, добавка яких сприяє утворенню емульсії. Емульгаторами при цьому виступають не самі такі солі, а продукти їх взаємодії з білковими молекулами субстрату, так звана непряма емульгуюча дія таких солей. Наприклад, застосування у виробництві плавлених сирів фосфатів різної будови викликає утворення рідкого натрій-казеїнового золя з підвищеними поверхнево активними властивостями. Це є необхідною умовою формування гомогенного харчового продукту (його гомогенізації), оскільки існуючий у сирі кальцій-казеїновий золь до цього не здатний внаслідок недостатньої розчинності у водній фазі. Аналогічну роль виконують інші соліплавильники – лактати, тартрати, цитрати.

Е541 Алюмофосфат натрію

Алюмофосфати натрію залежно від хімічної будови поділяються на кислі (і) та основні (іі).

Е541(і) Алюмофосфат натрію кислий

Емульгуюча сіль, розрихлювач, регулятор кислотності.

Синоніми: натрій-алюмінійфосфат (кислий), sodium aluminium phosphate (acidic), SALP.

Будова. За хімічною будовою алюмофосфат кислий є сумішами приблизного складу $NaH_2PO_4 \cdot 3AlPO_4 \cdot 4H_3PO_4 \cdot 4H_2O$, або $NaAl_3H_{14}(PO_4)_8 \cdot 4H_2O$, для марки (А) і $Na_3PO_4 \cdot 2AlPO_4 \cdot 5H_3PO_4$, або $Na_3Al_2H_{15}(PO_4)_8$, для марки (В).

Хімічна назва: А – натрій триалюміній тетрадекагідроген октафосфат тетрагідрат і В – тринатрій діалюміній пентадекагідроген октафосфат.

Фізико-хімічні властивості. Це білі порошки, які добре розчиняються в хлоридній кислоті; не розчиняються у воді. Втрати при прокалюванні становлять для $NaAl_3H_{14}(PO_4)_8 \cdot 4H_2O$ 19,5-21,0% і для $Na_3Al_2H_{15}(PO_4)_8$ – 15,0-16,0% (750-800^{0}С, 2 години).

Добування. Алюмофосфат натрію кислий одержують реакцією неповної нейтралізації ортофосфатної кислоти гідроксидами натрію і алюмінію при приблизному співвідношенні реагуючих сполук, наприклад, для марки В:

$$3NaOH + 2Al(OH)_3 + 8H_3PO_4 \longrightarrow Na_3Al_2H_{15}(PO_4)_8 + 9H_2O$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0% для обох марок (А і В), флуоридів – не більше 25 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Е541(ii) Алюмофосфат натрію основний

Емульгуюча сіль, розрихлювач, регулятор кислотності.

Синоніми: натрій-алюмінійфосфат (основний), sodium aluminium phosphate (basic), kasal.

Будова. За хімічною будовою алюмофосфат натрію основний є сумішшю основних фосфатів натрію і алюмінію (неповністю нейтралізованих відповідних гідроксидів) з приблизною формулою $Na_8Al_2(OH)_2(PO_4)_4$, які містять біля 30% гідрогенфосфату натрія Na_2HPO_4.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок, який добре розчиняється у хлоридній кислоті; слабо розчиняється у воді.

Втрати при прокалюванні становлять не більше 9,0% (750-800^{0}С, 2 години).

Добування. Алюмофосфат натрію основний одержують аналогічно кислотному реакцією нейтралізації з необхідним надлишком відповідних гідроксидів приблизно за схемою:

$$8NaOH + 2Al(OH)_3 + 4H_3PO_4 \longrightarrow Na_8Al_2(OH)_2(PO_4)_4 + 12H_2O$$

У кінцевому продукті вміст Al_2O_3 після прокалювання становить 9,5-12,5%, флуоридів – не більше 25 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 4 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Е542 Кістковий фосфат

Емульгуюча сіль, вологоутримувач, антигрудкуючий агент, ущільнювач (рослинних тканин).

Синоніми: фосфат кальцію, харчовий кістковий фосфат, bone phosphate, essentiale calcium phosphate tribasic, edible bone phosphate.

Будова. За хімічною будовою кістковий фосфат є сумішшю фосфатів, переважно ортофосфату, і гідроксиду кальцію:

$$Ca_3(PO_4)_2 \cdot Ca(OH)_2$$

Фізико-хімічні властивості. Це порошок від білого до кремового кольору, який не розчиняється в етанолі, воді. Втрати при висушуванні становлять не більше 2,0%. Втрати при прокалюванні – не більше 20,0%.

Джерело. Наведений фосфат кальцію міститься в кістках тварин.

Добування. Харчовий кістковий фосфат одержують шляхом подрібнення кісток, обробкою гарячою водою і парою під тиском.

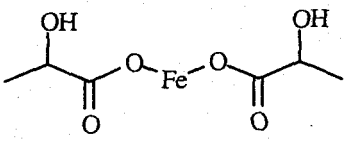
Вміст кальцію у кінцевому продукті становить 30,0-40,0%, вміст P_2O_5 – не менше 32,0%, залишків жирів – не більше 2,0%, залишків протеїнів – не більше 10,0%, флуоридів – не більше 1000 мг/кг,

арсену – не більше 3 мг/кг, купруму – не більше 25 мг/кг, цинку – не більше 250 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

E585* Лактат заліза

Емульгуюча сіль.

Синоніми: молочнокисле залізо (II), сіль заліза (II) молочної кислоти, 2-гідроксипропіонат заліза (II), лактат феруму(II), ferrous lactate, iron (II) 2-hydroxypropanoate, ferrous salt of 2-hydroxypropanoic acid.

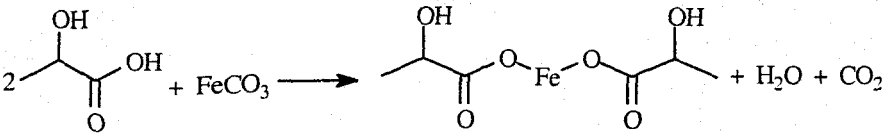


Хімічна назва: 2-гідроксипропаноат феруму(II).

Лактат заліза існує у вигляді ди- або тригідрату.

Фізико-хімічні властивості. Це зеленувато-білі кристали або яскраво-зелений порошок, який добре розчиняється у воді; практично не розчиняється в етанолі. pH 2% водного розчину 4,0-6,0. Втрати при висушуванні становлять не більше 18,0% (100^0C, під вакуумом 700 мм рт. стовп.).

Добування. Лактат заліза одержують взаємодією лактатної (молочної) кислоти з карбонатом феруму(II):



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96,0%, сульфатів – не більше 0,1%, хлоридів – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, феруму(III) – не більше 0,6%, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

До емульгуючих солей належать також речовини, які за основною технологічною функцією наведені в інших главах:

(325) лактат натрію – гл. 4.1,
(326) лактат калію – гл. 4.1,
(327) лактат кальцію – гл. 4.1,
(328) лактат амонію – гл. 4.1,
(329) лактат магнію – гл. 4.1,
(331) цитрати натрію – гл. 4.1,
(332) цитрати калію – гл. 4.1,
(335) тартрати натрію – гл. 1.1,
(336) тартрати калію – гл. 1.1,
(337) тартрат натрію-калію – гл. 1.1,
(339) фосфати натрію – гл. 4.1,
(340) фосфати калію – гл. 4.1,
(341) фосфати кальцію – гл. 4.1,
(354) тартрат кальцію – гл. 1.1,
(450) пірофосфати – гл. 2.5,
(451) трифосфати – гл. 4.1,
(452) поліфосфати – гл. 2.5.

4.3. Розрихлювачі

Розрихлювачі – це речовини, які виділяють гази, переважно вуглекислий, збільшуючи тим самим об'єм виробів з тіста та поліпшуючи його якість. Утворення діоксиду вуглеця можливо як біологічним шляхом у результаті життєдіяльності дріжджів при бродінні, так і хімічним у результаті перебігу відповідних реакцій.

Застосовують розрихлювачі як індивідуально у вигляді безпосередніх носіїв вуглекислого газу (карбонати, гідрокарбонати натрію, калію, амонію), так і у вигляді суміші певних сполук, одна з яких утворює CO_2 при нагріванні, а інша (інші) взаємодіє з основним носієм з утворення додаткової кількості CO_2. З цією метою використовують органічні кислоти, різноманітні фосфати тощо. Наприклад, в присутності дифосфата натрію гідрокарбонат утворює додаткову кількість вуглекислого газу:

$$Na_2H_2P_2O_7 + 2NaHCO_3 \rightarrow Na_4P_2O_7 + 2H_2O + 2CO_2$$

E503* Карбонати амонію

Розрихлювачі, регулятори кислотності, стабілізатори.

Карбонати амонію застосовуються у вигляді (і) карбонату амонію та (іі) гідрокарбонату амонію.

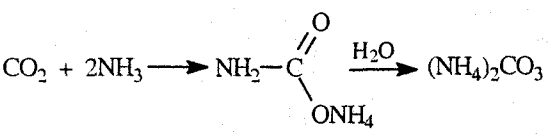
E503*(i) Карбонат амонію

Синоніми: амоній вуглекислий, ammonium carbonate.

Будова. Наведений розрихлювач є сумішшю карбоната амонію $(NH_4)_2CO_3$, гідрокарбоната амонію NH_4HCO_3 та карбамата амонію NH_2-CO-ONH_4 у різному співвідношенні.

Фізико-хімічні властивості. Це білий, сірий, або рожевий порошок; дрібні прозорі кристали з т. топ. 58^{0}C, які добре розчиняються у воді при кімнатній температурі (220 г/л) або 374 г/л при 30^{0}C і розкладаються на амоніак, діоксид вуглецю та воду у гарячій воді (60^{0}C). pH приблизно 8,6 для 5% водного розчину. Карбонат амонію є нестійкою сполукою, поступово починає розкладатися на амоніак і відповідний гідрокарбонат вже при кімнатній температурі.

Добування. Карбонат амонію одержують взаємодією діоксида вуглецю з амоніаком з початковим утворенням карбамату амонія I. Останній у водному середовищі гідролізується до карбонату амонію II:



I II

Вміст амоніаку у кінцевому продукті становить 30,0-34,0%, залишку нелетючих речовин – не більше 500 мг/кг, сульфатів – не більше 30 мг/кг, хлоридів – не більше 30 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

E503*(ii) Гідрокарбонат амонію

Синоніми: бікарбонат амонію, амоній вуглекислий кислий, ammonium bicarbonate, ammonium hydrocarbonate.

NH_4HCO_3

Хімічна назва: гідрогенкарбонат амонію.

Фізико-хімічні властивості. Це білий, сірий або рожевий порошок з т. топ. 106^{0}С, який добре розчиняється у воді (21 г/100 г при 20^{0}С). При розчиненні у воді (40^{0}С) починає розкладатися на амоніак, діоксид вуглецю та відповідний карбонат. pH 5% водного розчину 8,0.

Добування. Гідрокарбонат амонію одержують шляхом пропускання вуглекислого газу крізь водний розчин амоніаку:

$$NH_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow NH_4HCO_3$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0% або амоніаку – 21,7%, водонерозчинних речовин – не більше 0,002%, хлоридів – не більше 30 мг/кг, сульфатів (сірки у вигляді сульфатів, сульфітів, тіосульфатів і сульфідів у перерахунку на SO_4) – не більше 30 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

До розрихлювачів належать також речовини, які за основною технологічною функцією наведені в інших главах:

(E340i) фосфати калію – гл. 4.1,
(E341i) фосфати кальцію – гл. 4.1,
(E342i) фосфати амонію – гл. 4.1,
(E500ii) гідрокарбонат натрію – гл. 4.1,
(E500iii) суміш карбонату і гідрокарбонату натрія – гл. 4.1,
(E501) карбонати калію – гл. 4.1,
(E541) алюмофосфат натрію – гл. 4.2.

4.4. Носії, розчинники, розріджувачі.

Носіями, розчинниками і розріджувачами називають такі речовини, які забезпечують процес внесення рецептурних компонентів до харчового продукту, які їх захищають і стабілізують. Самі вони

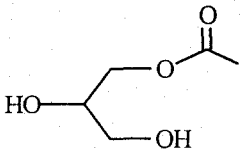
при цьому не виконують ніяких інших технологічних функцій. Носії застосовують при необхідності запобігання розпилювання компонентів, їх зволоження, небажаної дії інших інгредієнтів, особливо на вітаміни – для чого застосовують гранулювання або капсулювання. Розчинники застосовують з метою розведення компонентів для зручності введення (дозування малих кількостей, їх рівномірного розподілення в харчовій системі тощо).

Е1516 Моноацетин

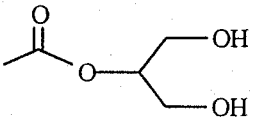
Розчинник, емульгатор, пластифікатор.

Синоніми: гліцерилмоноацетат, ацетин, 2,3-дигідрокси-пропілацетат; 1,2,3-propanetriol, monoacetate; monoacetin, acetyl monoglycerid.

Будова. Моноацетин за хімічною будовою є сумішшю двох ізомерних естерів гліцеролу з ацетатною кислотою:



1-Моноацетин

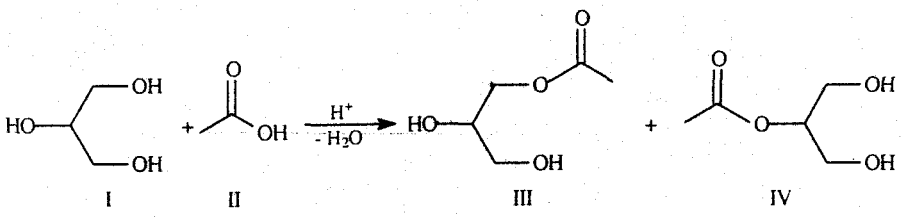


2-Моноацетин

Хімічна назва: 1-ацетокси-2,3-пропандіол і 2-ацетокси-1,3-пропандіол.

Фізико-хімічні властивості. Це прозора гігроскопічна в'язка рідина з т. кип. 158^{0}С при 16,5 мм рт. ст. або 126-131^{0}С при 3 мм рт. ст., яка розчиняється у воді (приблизно 10 г/100 г при 20^{0}С), метанолі (1:1), етанолі; погано розчиняється в діетиловому етері; не розчиняється в бензені, толуені. Густина моноацетину становить 1,206 г/см^3 при 20^{0}С.

Добування. Процес одержання моноацетину III реакцією естерифікації полягає у взаємодії гліцеролу I з льодяною ацетатною кислотою II при молярному співвідношенню 1:1 аналогічно реакції утворення діацетину (Е1517):



I II III IV

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, ацетатної кислоти – не більше 0,01%.

Метаболізм і токсичність. Для моноацетину чітко визначеної токсилогічної дії на організм людини не існує. Вважають, що він швидко гідролізується *in vivo* до гліцеролу й ацетатної кислоти під дією гідролітичних ензимів (естераз) аналогічно іншим естерам гліцеролу та нижчих карбонових кислот.

До носіїв, розчинників, розріджувачів належать речовини, які за основною технологічною функцією наведені в інших главах:

(Е170) карбонати кальцію – гл. 1.7,
(Е304) аскорбілпальмітат – гл. 3.3,
(Е305) аскорбілстеарат – гл. 3.3,
(Е341) фосфати кальцію – гл. 4.1,
(Е420) сорбітол і сорбітоловий сироп – гл. 1.3,
(Е421) *D*-манітол – гл. 1.3,
(Е422) гліцерол – гл. 3.6,
(Е459) β-циклодекстрин – гл. 2.5,
(Е460) целюлоза – гл. 2.3,
(Е461) метилцелюлоза – гл. 2.3,
(Е462) етилцелюлоза – гл. 2.6,
(Е466) натрієва сіль карбоксиметилцелюлози – гл. 2.3,
(Е468) кроскарамелоза – гл. 2.5,
(Е511) хлорид магнію – гл. 3.5,
(Е514) сульфат натрію – гл. 4.1,
(Е515) сульфат калію – гл. 1.4,
(Е516) сульфат кальцію – гл. 4.1,
(Е529) оксид кальцію – гл. 4.1,
(Е530) оксид магнію – гл. 3.7,
(Е550) силікати натрію – гл. 3.7,

(Е551) діоксид силіцію аморфний – гл. 3.7,
(Е552) силікат кальцію – гл. 3.7,
(Е553) силікати магнію – гл. 3.7,
(Е554) алюмосилікат натрію – гл. 3.7,
(Е555) алюмосилікат калію – гл. 3.7,
(Е556) алюмосилікат кальцію – гл. 3.7,
(Е558) бентоніт – гл. 3.7,
(Е559) алюмосилікат – гл. 3.7,
(Е560) силікат калію – гл. 3.7,
(Е570) вищі карбонові (жирні) кислоти – гл. 4.8,
(Е640) гліцин та його натрієва сіль – гл. 1.6,
(Е900) полідиметилсилоксан – гл. 4.8,
(Е905а) вазелінова олива харчова – гл. 3.8,
(Е905b) вазелін – гл. 3.8,
(Е905с) мікрокристалічний віск (парафін) – гл. 3.8,
(Е913) ланолін – гл. 3.8,
(Е1200) полідекстрози А і N – гл. 2.6,
(Е1400) декстрини харчові та їх похідні – гл. 2.3,
(Е1401) крохмаль, оброблений кислотою – гл. 2.3;
(Е1402) крохмаль, оброблений лугом – гл. 2.3;
(Е1404) оксидований крохмаль – гл. 2.3,
(Е1405) крохмаль, оброблений ферментними препаратами – гл. 2.3;
(Е1410) монокрохмальфосфат – гл. 2.3,
(Е1412) дикрохмальфосфат – гл. 2.3,
(Е1413) фосфатований дикрохмальфосфат – гл. 2.3,
(Е1414) ацетильований дикрохмальфосфат – гл. 2.3,
(Е1422) ацетильований дикрохмальадипат – гл. 2.3,
(Е1440) гідроксипропільований крохмаль – гл. 2.3,
(Е1442) гідроксипропільований дикрохмальфосфат – гл. 2.3,
(Е1443) гідроксипропільований дикрохмальгліцерол – гл. 2.3,
(Е1503) рицинолева (касторова) олія – гл. 4.7,
(Е1505) триетилцитрат – гл. 2.2,
(Е1518) триацетин – гл. 3.6,
(Е1520) пропіленгліколь – гл. 3.6,
(Е1521) поліетиленгліколі – гл. 4.8,
желатин – гл.2.4.

4.5. Засоби для капсулювання

Засоби для капсулювання – це речовини, які здатні утворювати захисну оболонку (шар) на поверхні харчових продуктів у формі капсули або мікрокапсули з метою збільшення терміну їх придатності. Така оболонка захищає продукцію від дії повітря (окиснення і висихання), вологи, частково світла, УФ-опромінювання; запобігає хімічним взаємодіям між різними компонентами харчового продукту тощо. Капсулюють як тверді речовини, так і рідкі та газоподібні.

Для капсулювання застосовують переважно полісахариди на зразок крохмалів, гуміарабіку, пектинів, різні камеді, модифіковані целюлози, а також білковий желатин, жири тощо.

До засобів капсулювання належать речовини, які за основною технологічною функцією (метою) були наведені в інших главах:

(Е405) пропіленглікольальгінат – гл. 2.3,
(Е406) агар – гл. 2.3,
(Е407) карагінан та його натрієва, калієва, амонійна солі, включаючи фурцелеран – гл. 2.3,
(Е407а) карагінан з водоростей *Euchema* – гл. 2.3,
(Е410) камедь ріжкового дерева – гл. 2.3,
(Е412) гуарова камедь – гл. 2.3,
(Е414) гуміарабік – гл. 2.5,
(Е415) ксантанова камедь – гл. 2.3,
(Е417) тари камедь – гл. 2.3,
(Е419) гхаті камедь – гл. 2.3,
(Е440) пектини – гл. 2.4,
(Е1204) пулулан – гл. 3.8.

4.6. Пігулкоутворювачі

Пігулкоутворювачі – це речовини, які полегшують виготовлення пігулок і цілеспрямовано впливають на їх властивості. До них належать широкий спектр речовин з різноманітними технологічними функціями – наповнювачі (гл. 2.6), розділювачі (гл. 4.7),

вологоутримувачі (гл. 3.6), адсорбенти (гл. 4.6), прискорювачі та інгібітори розчинення, стабілізатори (гл. 2.5), покриття (гл. 3.8), барвники (гл. 1.7) і смакоароматні речовини (гл. 1.5).

Основою пігулок є наповнювачі, з яких найчастіше використовують різні види крохмалю, амілозу, (Е460) мікрокристалічну целюлозу, (Е1521) поліетиленгліколі, (Е421) манітол, лактозу, сахарозу, (Е341) кальцій фосфат, (Е530) оксид магнію тощо.

Розділювачі (антиадгезиви) запобігають склеювання пігулок з поверхнею матриці та поліпшують ковзання мас наповнювача в матриці, внаслідок чого їх ще називають мастилами. Із розділювачів використовують (Е460) порошкоподібну целюлозу, (Е905с) парафін, цетиловий спирт, (Е570) стеаринову кислоту, (Е1521) поліетиленгліколі, різні поверхнево активні речовини, (Е553iii) тальк тощо.

Вологоутримуючі речовини надають пігулкам оптимальну вологість, внаслідок чого їх ще називають регуляторами вологи. З вологоутримуючих агентів заслуговують на увагу різнопланові крохмалі з вмістом вологи приблизно 15%, (Е422) гліцерол, (Е420) сорбітоловий сироп або низькомолекулярні поліетиленгліколі.

Функція адсорбентів полягає у всмоктуванні рідини до відповідної маси, з якої формуються пігулки. До адсорбентів з ефективною дією належать різного виду крохмалі, целюлоза, каолін, (Е558) бентоніт, лактоза (молочний цукор), а також високодисперсні силікатні (кремнієві) кислоти.

Прискорювачі розчинення (розривні агенти) повинні викликати швидке розщеплення поверхні пігулок (їх руйнацію) у воді або інших рідинах. Для цього вони повинні бути гідрофільними речовинами, здатними значною мірою швидко набрякати. З прискорювачів розділення застосовують модифіковані крохмалі, (Е460) порошкову та мікрокристалічну целюлози, (Е468) кроскарамелозу, (Е400) альгінатні кислоти, (Е404) альгінат кальцію. Меншою мірою використовують (Е440) пектини, (Е413) трагакант, (Е406) агар, (Е401) альгінат натрію тощо. Також застосовують менш ефективні суміші гідрогенкарбонатів (бікарбонатів) з органічними кислотами на зразок цитратної, тартратної та інших.

Застосування інгібіторів розчинення передбачає поступове розчинення пігулок (відповідне розщеплення захисного шару), особливо тих, які розсмоктуються у роті. До ефективних інгібіторів розчинення належать (Е905с) парафін, стеарин, (Е466) натрієва сіль карбоксиметилцелюлози, (Е1521) поліетиленгліколі, масло какао, (Е1201) полівінілпіролідон тощо.

4.7. Розділювачі

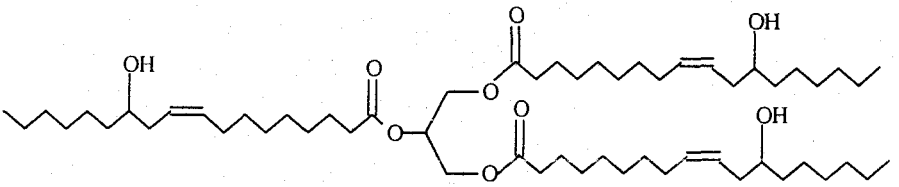
Розділювачі, розділяючі агенти, антиадгезиви – це речовини, які полегшують виймання (виїмку) різноманітних харчових продуктів з відповідних механічних поверхонь (форм, листів тощо); запобігають небажаному контакту складових продуктів між собою. Вони зменшують сили адгезії між двома контактуючими поверхнями завдяки створенню відповідного шару з олії, жиру, воску, порошкоподібних речовин, а також емульсій і дисперсій на основі здебільшого жирів. Як розділювачі застосовують речовини різної хімічної будови – полісахариди на зразок крохмалю, жири, воскі, солі мінеральних і органічних кислот та інші, про що наведено нижче.

Е1503 Рицинолева (касторова) олія

Розділювач, розчинник.

Синоніми: олія насіння рицини, ricinus oil, castor oil.

Будова. Рицинолева олія за хімічною будовою – це триацилгліцероли, до складу яких входять вищі карбонові кислоти: насичені C_{16} і C_{18} (стеаринова, пальмітинова) 3,0-6,0%, дигідроксистеаринова 0,5%; ненасичені – рицинолева, або(*R*)-(+)-12-гідрокси-*цис*-9-октадеценова 80,0-94,0% (основний компонент), олеїнова 3-9%, ліноленова 3,0-10,0%, ліноленова 0,5-1,0%:



Фізико-хімічні властивості. Це прозора або жовтувата в'язка рідина з т. топ. 31,3^{0}С, яка добре розчиняється в етанолі; не розчиняється у воді, слабо розчиняється в петролейному ефірі. Густина олії 0,952-0,966 г/см^3. Кислотне число становить не більше 2 мг КОН/г, гідроксильне число – 160-168 мг КОН/г, число омилення – 176-185 мг КОН/г, йодне число – 83-88 г I_2/100 г.

Джерело. Рицинолева олія міститься у насінні рицини *Ricinus Communis* L., родини Euphorbiaceae.

Добування. Рицинолеву олію виділяють із відповідного насіння методом пресування або екстракцією дозволеними органічними розчинниками.

Вміст у кінцевому продукті плюмбуму становить не більше 2 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

До розділювачів належать також речовини, які за основною технологічною функцією наведені в інших главах:

(Е170) карбонати кальцію – гл. 1.7,

(Е341) фосфати кальцію – гл. 4.1,

(Е421) *D*-манітол – гл. 1.3,

(Е422) гліцерол – гл. 3.6,

(Е460) целюлоза – гл. 2.3,

(Е470а) солі вищих карбонових (жирних) кислот алюмінію, кальцію, натрію, калію, амонію – гл. 2.1;

(Е470b) магнієві солі вищих карбонових кислот – гл. 3.7,

(Е472а) естери гліцеролу з ацетатною та вищими карбоновими кислотами – гл. 2.1,

(Е476) естери полігліцеролу і взаємоестерифікованих рицинолевих кислот – гл. 2.1,

(Е479b) термічно окиснена соєва олива з моно- і діацилгліцеролами – гл. 2.1,

(Е550) силікати натрію – гл. 3.7,

(Е551) діоксид силіцію аморфний – гл. 3.7,

(Е552) силікат кальцію – гл. 3.7,

(Е553) силікати магнію – гл. 3.7,

(Е554) алюмосилікат натрію – гл. 3.7,

(Е555) алюмосилікат калію – гл. 3.7,

(Е556) алюмосилікат кальцію – гл. 3.7,
(Е558) бентоніт – гл. 3.7,
(Е559) алюмосилікат – гл. 3.7,
(Е560) силікат калію – гл. 3.7,
(Е570) вищі карбонові (жирні) кислоти – гл. 4.8,
(Е900) полідиметилсилоксан – гл. 4.8,
(Е901) бджолиний віск, білий і жовтий – гл. 3.8;
(Е902) свічковий віск – гл. 3.8,
(Е903) карнаубський віск – гл. 3.8,
(Е904) шелак – гл. 3.8,
(Е905а) вазелінова олива харчова – гл. 3,8,
(Е905b) вазелін – гл. 3.8,
(Е905с) мікрокристалічний віск (парафін) – гл. 3.8,
(Е908) віск рисових висівок – гл. 3.8,
(Е909) спермацетовий віск – гл. 3.8,
(Е910) воскові естери – гл. 3.8,
(Е911) метилові естери вищих карбонових кислот – гл. 3.8,
(Е913) ланолін – гл. 3.8.

4.8. Піногасники та антивспінюючі агенти

Піногасники та антивспінюючі агенти – це речовини, які впливають як на процес утворення піни (антивспінюючі – запобігають або знижують утворення піни), так і на стабільність вже утвореної піни (піногасники – руйнують утворену піну). Це особливо важливо при застосуванні таких технологічних прийомів як фільтрування, дозування, перекачування і розлив рідких продуктів. Фізична дія антивспінюючих речовин полягає в заміщенні молекул піноутворювачів на межі розділу фаз (газової і рідкої), утворенні там непроникливої поверхневої плівки, збільшуючи тим самим поверхневий натяг. Аналогічну дію проявляють також піногасники, які за хімічною будовою подібні до перших. Внаслідок утворення такої поверхневої плівки руйнуються бульбашки газу, що призводить до зменшення розміру поверхні газової фази і система переходить у термодинамічно стійкіший стан з меншою вільною енергією.

Негативно впливають на піноутворення вищі спирти, полісилоксани, нативні рослинні олії та жири, естери вищих карбонових кислот і гліцеролу тощо.

E570* Вищі карбонові (жирні) кислоти

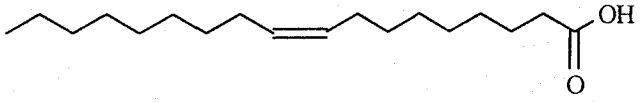
До вищих карбонових кислот як харчові добавки належать дві з найрозповсюдженіших у тваринних жирах і рослинних оліях кислот – олеїнова (а) і стеаринова (б). Зауважимо, наведений поділ таких кислот на олеїнову та стеаринову для добавки E570 не означає, що це чисто індивідуальні сполуки. У реальності кожна з них („а" або „б") містить також певну кількість (меншу) інших аналогічних насичених і ненасичених харчових кислот на зразок каприлової, лауринової, міристинової, пальмітинової та інших.

а) Олеїнова кислота

Піногасник.

Синоніми: ЖК, харчові жирні кислоти, харчові вищі карбонові кислоти, олеїн, fatty acids, oleic acid.

Будова. Олеїнова кислота належить до так званих омега-9 кислот, сполук з розташуванням подвійного зв'язку від дев'ятого атому вуглеця з аліфатичного кінця (від групи CH_3-) молекули. Існуюча *цис*-конфігурація має неабияке важливе значення для засвоєння таких кислот людським організмом (аналогічні *транс*-кислоти шкідливі):



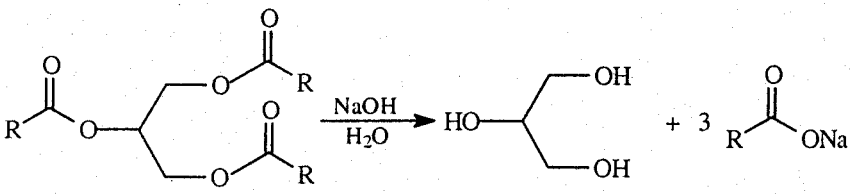
Хімічна назва: *цис*-9-октадеценова кислота.

Фізико-хімічні властивості. Це оліїста рідина від прозорого до жовтого забарвлення з т. топ. (застигання) 10-34^{0}C і т. кип. 360^{0}C або 223^{0}C (10 мм рт. стовп.), яка розчиняється в метанолі (25,0 г/100 г при 0^{0}C), діетиловому етері (195 г/100 г при 0^{0}C), рослинних оліях; не розчиняється у воді. Чиста олеїнова кислота

кристалізується у двох формах (α і β), кожна з яких має свої фізичні характеристики (т. топ. 13,4^{0}С для α-форми і 16,3^{0}С – для β). Олеїнова кислота окиснюється на повітрі по подвійному зв'язку та темніє. Кислотне число цієї харчової добавки становить 195-205 мг КОН/г, число омилення – 197-205 мг КОН/г, йодне число – 80-115 г I_2/100 г.

Джерело. Олеїнова кислота міститься у вигляді ацилгліцеролів у значній кількості в рослинних оліях (соняшникової і рапсової – до 40%, арахісової – до 66%, оливкової – до 80%) та тваринних жирах (тріскovому – до 30%, баранячому – до 40%, свинячому – до 44% тощо).

Добування. Олеїнову кислоту одержують методом лужного гідролізу нативних і гідрованих олій і жирів з подальшим фракціонуванням суміші утворених кислот і багатократною кристалізацією з метанолу або ацетону при –40^{0}С, а також окисненням відповідних алканів киснем повітря в присутності каталізатора:



Вміст вищих карбонових кислот, переважно олеїнової, у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, води – не більше 0,2% (за Фішером), речовин, які не гідролізуються (не омилюються) – не більше 1,5%, попелу після прокалювання – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

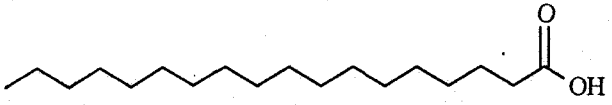
Метаболізм і токсичність. Олеїнова кислота в організмі людини всмоктується та засвоюється як звичайні вищі карбонові кислоти.

б) Стеаринова кислота

Піногасник, покриття, розділювач, носій.

Синоніми: ЖК, харчові жирні кислоти, харчові карбонові кислоти, fatty acids, stearinic acid.

Будова. Стеаринова кислота за хімічною будовою є насиченим аналогом олеїнової:

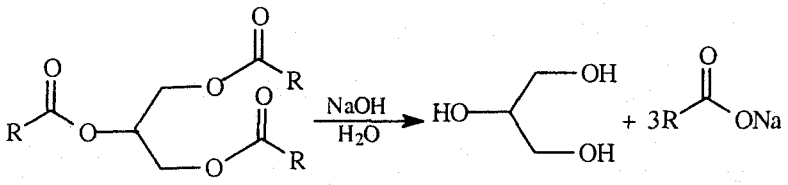


Хімічна назва: октадеканова кислота.

Фізико-хімічні властивості. Це тверда біла речовина або порошок від білого до жовтуватого кольору з т. топ. 69,2-69,9^{0}С і т. кип. 376^{0}С (183-184^{0}С при 1-2 мм рт. стовп.), який розчиняється в хлороформі (6,0 г/100 г), етанолі (2,25 г/100 г), бензені (2,4 г/100 г) та інших органічних розчинниках; практично не розчиняється у воді (0,03 г/100 г). Кислотне число становить 192-220 мг КОН/г, число омилення – 193-222 мг КОН/г, йодне число – 0,5-8,0 г I_2/100 г.

Джерело. Стеаринова кислота міститься у вигляді ацилгліцеролів у значній кількості в рослинних оліях та тваринних жирах, у деяких покладах нафти.

Добування. Стеаринову кислоту одержують методом дистиляції і кристалізації вищих карбонових кислот, отриманих шляхом лужного гідролізу нативних і гідрованих бавовняної і соняшникової олій і тваринних жирів, а також окисненням відповідних алканів киснем повітря в присутності каталізатора:



Крім того, чисту стеаринову кислоту можна одержати дробним висаджуванням із спиртового розчину стеарина (продукту лужного гідролізу нативних жирів у виробництві мила), який є сумішшю насичених вищих карбонових кислот, переважно стеариновою

$C_{17}H_{35}COOH$ і пальмітиновою $C_{15}H_{31}COOH$, або каталітичним гідруванням олеїнової кислоти.

Вміст вищих карбонових кислот, переважно стеаринової, у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, води – не більше 0,3%, неорганічних кислот – не більше 0,001%, попелу після прокалювання – не більше 0,1%, важких металів - не більше 0,001%.

Метаболізм і токсичність. Стеаринова кислота у людини може викликати подразнення шкіри.

Е387 Оксистеарин

Антивспінювач, інгибітор кристалізації жирів.

Синоніми: 12-гідроксистеаринова кислота, oxystearin.

Будова. Оксистеарин є сумішшю триацилгліцеролів, у молекулах яких фрагменти стеаринової та інших вищих карбонових кислот на зразок 12-гідроксистеаринової кислоти частково окисненні переважно до гідроксипохідних.

Фізико-хімічні властивості. Це воскоподібна речовина від жовтувато-коричневого до яскраво-коричневого кольору, яка добре розчиняється в етанолі; не розчиняється у воді. Показник заломлення n_D^{48} становить 1,465-1,467. Оксистеарин повинен мати речовин, нездатних до лужного гідролізу, не більше 0,8%. Кислотне число становить не більше 15 мг КОН/г, йодне число – не більше 15 г I_2/100 г, число омилення – 225 – 240 мг КОН/г і гідроксильне число – 30 – 45 мг КОН/г.

Джерело. Оксистеарин може утворюватися у фритюрі при його використанні. За кількістю оксистеарина слідкують за придатністю фритюра.

Добування. Оксистеарин одержують м'яким окисненням повітрям гідрованої рослинної (касторової, соєвої або бавовняної) олії в контрольованих умовах в присутності каталізатора.

Вміст у кінцевому продукті вищих карбонових кислот становить не менше 99,0%, арсену – не більше 3 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

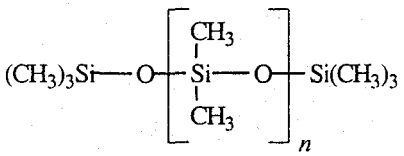
Метаболізм і токсичність. Вважають, що оксистеарин в організмі людини перетравлюється незначно і виводиться у незмінному стані.

E900 Полідиметилсилоксан

Піногасник, розділювач, носій

Синоніми: кремнійорганічні рідини, диметилсилоксанова олія, силікони, силіконова олія, ПМС, poly(dimethylsiloxane), dimethicone, dimethylpolysiloxane, dimethylsilicone fluid, dimethylsilicone oil PDMS, dimethylpolysiloxane, dimethyl silicone.

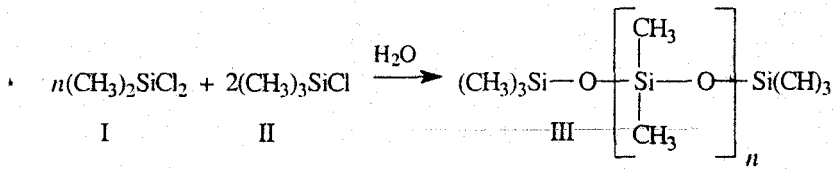
Будова. Макромолекули поліорганосилоксанів побудовані з -$Si(CH_3)_2O$- фрагментів і мають лінійну будову з кінцевими триметилсилільними групами (n = 90-410):



Хімічна назва: α-(триметилсиліл)-ω-метилполі[окси(диметилсилілен)], або полідиметилсилоксани.

Фізико-хімічні властивості. Це прозора в'язка рідина з густиною 0,964-0,977 г/см^3 (25^{0}C), яка добре розчиняється в бензені, тетрахлорометані, хлороформі, діетиловому етері, толуені та інших органічних розчинниках; не розчиняється у воді, етанолі. Показник заломлення n_D^{25} 1,400-1,405. В'язкість наведених силіційорганічних рідин становить 100-1500 сСт. Поліорганосилоксани є гідрофобними речовинами, хімічно інертними, із значною термічною (до 240-350^{0}C) і термооксидаційною (до 150-300^{0}C) стійкістю. Значення молекулярної маси коливається в межах 6 800 – 30 000. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,5% (150^{0}C, 4 години).

Добування. Полідиметилсилоксан III одержують методом каталітичною полімеризацією диметилциклосилоксанів в присутності мінеральних кислот або лугів; гетеролітичною поліконденсацією відповідних мономерів або гідролітичною поліконденсацією диметилдихлоросилану I в присутності невеликої кількості регулятора зростання ланцюга триметилхлоросилану II:



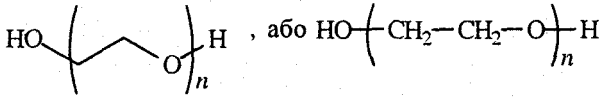
У комерційних препаратах до рідкого поліорганосилоксану додають силикагель.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить 37,3-38,5%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг.

Е1521 Поліетиленгліколі

Піногасники, носії, розчинники.

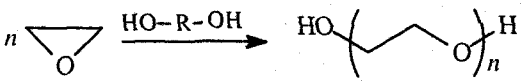
Синоніми: ПЕГ, поліоксиетиленгліколь, polyethylene glycol, PEG, macrogol.



Хімічна назва: α-гідро-ω-гідроксиполі(окси-1,2-етандіол).

Фізико-хімічні властивості. Значення молекулярної маси таких сполук коливається у широких межах від 200 до 9500. Поліетиленгліколі (ПЕГ) з молекулярною масою менше 700 – це прозорі гігроскопічні в'язкі рідини. ПЕГ (700-900) – майже тверда речовина. ПЕГ (> 1000) – воскова маса або порошок кремового кольору з т. топ. 65-72^{0}С, ПЕГ (6000) – воскова маса з т. топ. 55-61^{0}С. ПЕГ (до 600) добре розчиняється у воді, з молекулярною масою від 1000 – обмежено. Поліетиленгліколі не розчиняються в діетиловому етері і більшості аліфатичних вуглеводнях. pH 5% водного розчину 4,5-7,5. В'язкість таких поліґліколів (сСт, 100^{0}С) залежить від ступеня полімеризації (*n*) і становить для молекулярної маси 200 – 4,1-4,8; 400 – 6,8-8,0; 700 – 11,5-13,0; 900 – 15,0-17,0; 1000 – 16,0-19,0; 1200 – 20,0-24,5; 6000 – 250-900 тощо.

Добування. Поліетиленгліколі одержують методом полімеризації оксиду етилена в масі при 100-150^{0}С в присутності так званої стартової речовини (етиленгліколю) під дією лужних каталізаторів на зразок NaOH або Na_2CO_3:



У кінцевому продукті вміст етиленгліколю і діетиленгліколю становить не більше 0,25%, оксиду етилена – не більше 0,02%, 1,4-діоксану – не більше 10 мг/кг, кислот (ацетатної) – не більше 0,05%, сульфатного попелу – не більше 0,1%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 1 мг/кг.

До піногасників та антивспінюючих агентів належать також речовини, які за основною технологічною функцією наведені в інших главах:

(Е432) поліоксиетилен(20)сорбітану монолаурат – гл. 2.1,

(Е433) поліоксиетилен(20)сорбітану моноолеат – гл. 2.1,

(Е434) поліоксиетилен(20)сорбітану монопальмітат – гл. 2.1,

(Е435) поліоксиетилен(20)сорбітану моностеарат – гл. 2.1,

(Е436) поліоксиетилен(20)сорбітану тристеарат – гл. 2.1,

(Е471) моно- і діацилгліцероли вищих карбонових кислот – гл. 2.1,

(Е475) естери полігліцеролу і вищих карбонових кислот – гл. 2.1,

(Е479b) термічно окиснена соєва олія з моно- і діацилгліцеролами – гл. 2.1,

(Е491) сорбітану моностеарат (СПЕН 60) – гл. 2.1,

(Е492) сорбітану тристеарат (СПЕН 65) – 2.1,

(Е493) сорбітану монолаурат (СПЕН 20) – гл. 2.1,

(Е494) сорбітану моноолеат (СПЕН 80) – гл. 2.1,

(Е495) сорбітану монопальмітат (СПЕН 40) – гл. 2.1,

(Е496) сорбітану триолеат (СПЕН 85) – гл. 2.1,

(Е551) діоксид силіцію аморфний – гл. 3.7,

(Е905b) вазелін – гл. 3.8,

(Е905c) мікрокристалічний віск (парафін) – гл. 3.8,

(Е911) метилові естери вищих карбонових кислот - гл. 3.8.

4.9. Поліпшувачі борошна та хліба

Поліпшувачі борошна та хліба (хлібопекарські поліпшувачі, або засоби обробки борошна) є групою речовин з широким спектром і принципами технологічної дії. До таких речовин належать суха клейковина та продукти її модифікації, ензимні препарати, поверхнево активні речовини, різні гідроколоїди, модифіковані крохмалі, органічні кислоти, мінеральні солі, консерванти, запашні та смакові речовини, підкислювачі; чисельні комплексні поліпшувачі, розроблені останнім часом, тощо.

Поліпшувачі борошна та хліба виконують різноманітні функції з метою: формування певних реологічних властивостей тіста (збільшення газоутримуючої здатності, надання еластичності, в'язко пластичних властивостей, зменшення адгезії заготовок з тіста); можливості переробки борошна з нестабільними хлібопекарськими властивостями; поліпшення якості хлібобулочних виробів; інтенсифікації технологічних процесів для прискорення процесу вироблення кінцевої продукції; запобігання мікробіологічного псування продукції тощо.

Найчисельнішою групою таких харчових добавок є поліпшувачі оксидаційної дії, до яких належать (Е927а) азодикарбонамід, (Е930) пероксид кальцію, (Е928) пероксид бензоїлу, (Е922 і Е923) персульфати, (Е300) аскорбатна кислота та інші. Особливість їхньої дії полягає у здатності змінювати білково-протеїназний комплекс борошна; впливати на білкові складові борошна, активатори ензимів; відбілювати м'якушку хліба.

Поліпшувачі відновлювальної дії, до яких належать (Е920) натрієві та калієві солі цистеїну, глютатіон, (Е539) тіосульфат натрію, ензимні препарати протеолітичної дії та інші, сприяють необхідній зміні реологічних властивостей тіста внаслідок зміни співвідношення сульфідних -S-S- і сульфгідрильних груп –S-H у бік останніх. Це призводить до поліпшення структурно-механічних властивостей тіста з борошна, яке має міцну клейковину.

Хлорид феруму(III)

Поліпшувач борошна та хліба, барвник.

Синоніми: хлорид заліза(III), хлористе залізо, трихлорид заліза, залізо хлорне, iron trichloride, iron (III) chloride, ferric chloride.

$FeCl_3$

Хімічна назва: хлорид феруму(III).

Хлорид феруму(III) існує у вигляді безводної солі та переважно гексагідрату.

Фізико-хімічні властивості. Це гігроскопічні червоно-коричневі кристали або кристалічна паста з т. топ. 309^{0}С для безводної солі і 37^{0}С для гексагідрату, яка добре розчиняється у воді при 20^{0}С (92,3 г/100 г для безводної солі і 47,9 г/100 г для гексагідрату з одночасним гідролізом до основних хлоридів і багатоядерних гідроксикомплексів; метанолі та етанолі при 20^{0}С (83 г/100 г для безводної форми і 144 г/100 г для гексагідрату), діетиловому етері, ацетоні при 18^{0}С (63 г/100 г для безводної форми). Із насичених водних розчинів кристалізується у вигляді відповідних кристалогідратів $FeCl_3 \cdot nH_2O$, де n = 2, 2,5, 3,5, 6, найвідомішим з яких є гексагідрат.

Джерело. Хлорид феруму(III) міститься в мінералі молізиті.

Добування. Наведений хлорид одержують методом хлорування заліза при 400-500^{0}С, при дії хлоридної кислоти на Fe_2O_3 при 500^{0}С або хлоруванні розчину хлорида феруму(II):

$$2Fe + 3Cl_2 \rightarrow 2FeCl_3$$
$$2FeCl_2 + Cl_2 \rightarrow 2FeCl_3$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, хлорида феруму(II) – не більше 1,5%, хлоридної кислоти – не більше 0,2%, нерозчинних речовин – не більше 0,5%.

Е517 Сульфат амонію

Поліпшувачі борошна та хліба, стабілізатори, поживне середовище для дріжджів.

Синоніми: сірчанокислий амоній, ammonium sulfate.

$(NH_4)_2SO_4$

Хімічна назва: амонію сульфат, або тетраоксосульфат(VI) амонію.

Фізико-хімічні властивості. Це дрібний кристалічний порошок або прозорі кристали з т. топ. 235-280^{0}С (розкл.), які розчиняються у воді (76,4 г/100 г при 25^{0}С) і не розчиняються в спирті. Вони слабо гігроскопічні і поглинають воду при відносній вологості > 81% (20^{0}С). При нагріванні до 147^{0}С починають розкладатися до гідрогенсульфату й амоніаку. pH 0,1*M* водного розчину 5,5. Втрати при висушуванні – не більше 0,25%.

Добування. Сульфат амонію одержують взаємодією концентрованого розчину амоніака з сульфатною кислотою з подальшою перекристалізацією:

$$H_2SO_4 + 2NH_3 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0% або азоту – 21,0%, сірки (сульфуру) – 24,0%, води – не більше 0,8%, сульфатної кислоти – не більше 0,05%, селену – не більше 30 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, важких металів – не більше 10 мг/кг.

Е922 Персульфат калію

Поліпшувач борошна та хліба, відбілювач.

Синоніми: пероксосульфат калію, potassium persulphate.

$K_2S_2O_8$ або $KO\text{-}SO_2\text{-}O\text{-}O\text{-}SO_2\text{-}OK$

Хімічна назва: пероксодисульфат калію, або октаоксодисульфат(VI) калію.

Фізико-хімічні властивості. Це дрібні триклінічні призми або прозорі пластинчасті кристали з т. топ. 100^0C (розкл.), які середньо розчиняються у воді (4,68 г/100 г при 20^0C або 11 г/100 г ри 40^0C); практично не розчиняються в етанолі. Вміст активного кисню становить 5,85%. Він стійкий тільки в сухому стані, в присутності води розкладається на гідрогенсульфат калію і пероксид водню, при нагріванні до 65-70^0C розкладається на піросульфат $K_2S_2O_7$ і кисень.

Добування. Персульфат калію одержують методом електролізу насичених розчинів гідрогенсульфату калія при 0-7^0C або розчинів суміші $(NH_4)_2SO_4$, H_2SO_4 і K_2SO_4; реакціями обміну між $(NH_4)_2S_2O_8$ і $KHSO_4$ або KCl:

$$(NH_4)_2S_2O_8 + 2KHSO_4 \longrightarrow K_2S_2O_8 + 2NH_4HSO_4$$

Отриманий продукт очищують перекристалізацією з водного розчину з подальшим висушуванням при 50^0C.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, води – не більше 0,15%, кислоти (сульфатної) – не більше 0,1%, хлоридів і хлоратів – не більше 0,02%, феруму – не більше 20 мг/кг, мангану – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

E923 Персульфат амонію

Поліпшувач борошна та хліба, відбілювач.

Синоніми: персульфат амонію, пероксодисульфат, ammonium persulphate.

$(NH_4)_2S_2O_8$

Хімічна назва: пероксодисульфат амонію, або октаоксодисульфат(VI) амонію.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі зеленуваті пластинчасті кристали або кристалічний порошок з т. топ. 120^0C (розкл.), який розчиняється у воді (83,5 г/100 г при 25^0C) і не розчиняється в

органічних розчинниках. Персульфат амонію є сильним окисником, у присутності вологи розкладається з виділенням кисню та озону.

Добування. Персульфат амонію одержують електролітичним окисненням насиченого розчину сульфату амонія в сульфатній кислоті. При цьому процеси, що відбуваються на електродах виглядають:

$$\text{анод: } 2SO_4^{2-} \rightarrow S_2O_8^{2-} + 2e^-$$
$$\text{катод: } 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$$
$$(NH_4)_2SO_4 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2S_2O_8 + H_2$$

Отриманий продукт після фільтрування очищують перекристалізацією з водного розчину, промивають льодяною водою і висушують при 40^0С до постійної маси.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 85,0%, водонерозчинних речовин – не більше 0,005%, попелу після прокалювання – не більше 0,05%, хлоридів – не більше 0,002%, феруму – не більше 0,001%, плюмбуму – не більше 0,001%.

E539* Тіосульфат натрію

Поліпшувач борошна та хліба, стабілізатор.

Синоніми: гіпосульфіт натрію, натрій сірчуватистокислий, sodium thiosulfate, sodium hyposulfite.

$Na_2S_2O_3$

Тіосульфат натрію існує у вигляді безводної солі, моно- та переважно пентагідрату.

Хімічна назва: триоксотіосульфат(IV) натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі кристали, гранули або білий гігроскопічний порошок, який добре розчиняється у воді (70,2 г/100 г при 20^0С) для пентагідрату; не розчиняється в етанолі. При 49^0С пентагідрат починає перетоплюватися у своїй кристалізаційній воді і приблизно при 100^0С зневоднюється. Як

відновник, окиснюється на повітрі при температурі більше 120^0C (до 80^0C – стабільний).

Добування. Тіосульфат натрію одержують взаємодією сірководню і діоксиду сірки з гідроксидом натрію; окисненням дисульфіду (полісульфідів) натрію повітрям або взаємодією сірки з сульфітом натрію в киплячому водному розчині:

$$Na_2SO_3 + S \longrightarrow Na_2S_2O_3, \text{ або}$$

$$2Na_2S_2 + 3O_2 \longrightarrow 2Na_2S_2O_3$$

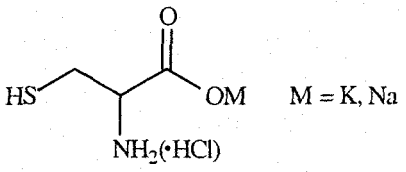
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, водонерозчинних речовин – не більше 0,01%, кальцію – не більше 0,005%, сульфатів – не більше 0,15%.

E920* Натрієва і калієва солі *L*-цистеїну і його гідрохлорид

Поліпшувач борошна та хліба, стабілізатор кольору.

Синоніми: натрієва і калієва солі *L*-α-аміно-β-меркаптопропіонової кислоти, натрієва і калієва солі *L*-α-аміно-β-меркаптопропіонатної кислоти, *L*-cysteine and its hydrochlorides – sodium and potassium salts.

Будова. L-цистеїн у харчовій галузі застосовується як у вигляді відповідного гідрохлориду (амонійної солі) з незаміщеною карбоксильною групою, так і у вигляді натрієвої або калієвої солей з вільною аміногрупою:



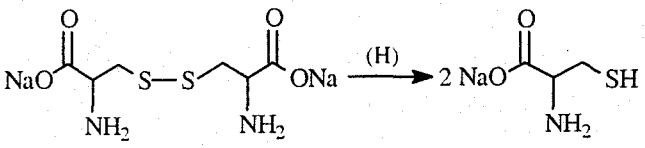
Гідрохлорид цистеїну існує у вигляді безводної форми та моногідрату, калієві і натрієві солі цистеїну – у вигляді моногідрату.

Хімічна назва: (*R*)-2-аміно-3-меркаптопропаноат калію (натрію) моногідрат.

Фізико-хімічні властивості. Це порошки від білого до кремового забарвлення з т. топ. 175^{0}с для гідрохлориду цистеїна, які добре розчиняються у воді (28 г/100 г при 20^{0}С), толуені; не розчиняються в діетиловому етері, бензені. Для СООН-групи pK_a = 1,80; для NH_2-групи pK_b = 10,8, кислотності SH-групи відповідає pK_b = 8,33. Значення pI становить 5,02. Такі солі обертають площину поляризованого світла направо, значення питомого обертання $[\alpha]_D^{25}$ становить від +4,9^0 до +7,9^0. Втрати при висушуванні – не більше 8,0-12,0% для моногідрату і 2,0% – для безводної форми. Вони легко окиснюються до відповідних солей цистину (HOOC-CH(NH_2)-CH_2-S-S-CH_2-CH(NH_2)-COOH) з утворенням дисульфідної групи. Цистеїн в умовах *in vivo* вважається одним з найкращих антиоксидантів.

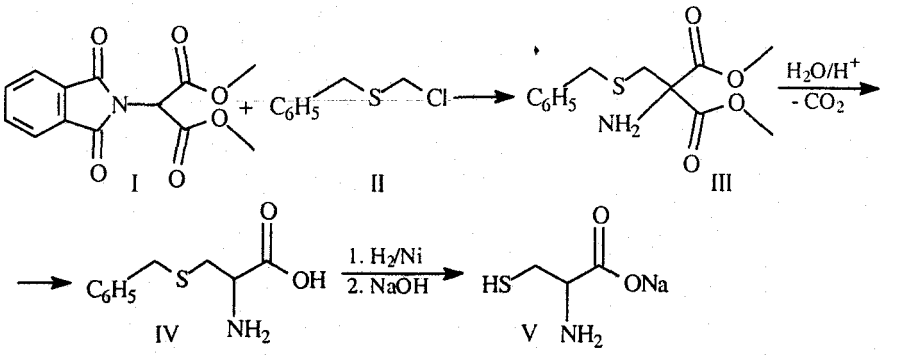
Джерело. Наведені солі містяться у вигляді відповідної амінокислоти в нативних білках і пептидах. Так, цистеїн міститься в α-кератині - основного білка шкіри, волосся, рогових речовин тощо. Він сприяє формуванню важливого білка колагену та покращує текстуру та еластичність шкіри.

Добування. Натрієву і калієву солі *L*-цистеїну і його гідрохлорид одержують методом відновлення відповідних солей цистину:



Необхідні для цього солі цистину добувають з відповідних природних джерел – див. Е921 Натрієва і калієва солі *L*-цистину і його гідрохлорид.

Розроблений також синтетичний метод одержання цистеїну, хімізм процесу якого полягає у взаємодії 2-(N-фталімідо)малонового естеру I з бензилхлорометилсульфідом II:



Утворений проміжний амінотіоестер III гідролізують у кислому середовищі (HCl) і декарбоксилюють при нагріванні до амінотіокислоти IV, з якої знімають S-бензильний захист за допомогою каталітичного гідрування з утворенням рацемічного цистеїну. Останній дією лугу переводять у відповідну натрієву сіль V.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, загального попелу після прокалювання – не більше 0,1%, катіонів амонію – не більше 200 мг/кг, арсену – не більше 1,5 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, важких металів – не більше 20 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Цистеїн належить до протеїногенних амінокислот. Він широко використовується при лікуванні ряду захворювань на зразок ревматоїдного артриту, легенів, артерій, онкологічних тощо.

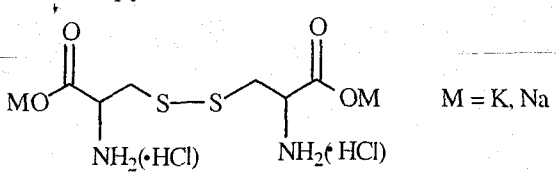
Е921 Натрієва і калієва солі *L*-цистину і його гідрохлорид

Поліпшувач борошна та хліба, стабілізатор кольору.

Синоніми: натрієва і калієва солі *L*-3,3′-дитіо-*біс*-2-амінопропіонової кислоти, *L*-cystine and its hydrochlorides – sodium and potassium salts.

Будова. L-цистин у харчовій галузі застосовується як у вигляді відповідного гідрохлориду (амонійної солі) з незаміщеною карбо-

ксильною групою, так і у вигляді натрієвої або калієвої солей з вільною аміногрупою:



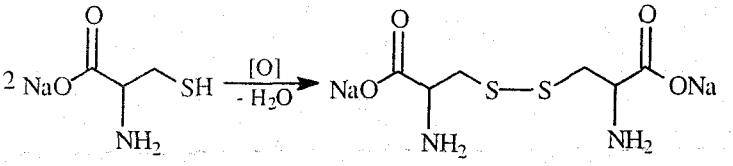
Хімічна назва: натрієва (калієва) сіль (2*R*, 7*R*)-3,3′-дитіо-*біс*-2-амінопропіонатної кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це порошки від білого до кремового кольору, які добре розчиняються у воді (19 г/100 г при 20^0C); не розчиняються в діетиловому етері. При відновленні утворюють відповідні солі цистеїну. Значення питомого обертання $[\alpha]_D^{25}$ становить від -215^0 до -225^0. Втрати при висушуванні – не більше 0,2%.

Джерело. Солі *L*-цистину містяться у вигляді амінокислоти в нативних білках і пептидах, але у вигляді мономерної форми – цистеїну. Високий вміст цистину спостерігається у кератині.

Добування. Наведені речовини одержують шляхом виділення з природних білків (кератинів). Наприклад, чисту вовняну шерсть нагрівають у 20% водному розчині хлоридної кислоти, фільтрують і до одержаного гідролізату додають ацетат натрію. При охолоджені цистин кристалізується. Надалі осад розчиняють у 3% хлоридній кислоті при кип'ятінні, знебарвлюють активованим вугіллям, осаджують ацетатом натрію та промивають гарячою водою.

Цистин також одержують м'яким окисненням цистеїну чи його відповідних солей:

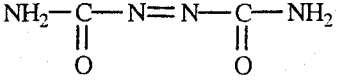


Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,5%, загального попелу після прокалювання – не більше 0,1%, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, важких металів – не більше 20 мг/кг.

Е927а Азодикарбонамід

Поліпшувач борошна та хліба окисної дії.

Синоніми: азобісформамід, діамід азодикарбонової кислоти, азокарбамоїл, порофор, azodicarbonamide, azobisformamide.

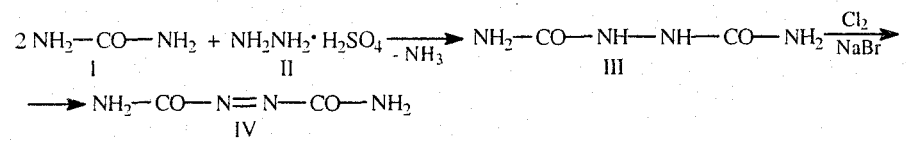


Хімічна назва: азодикарбоксамід.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічний порошок від жовтого до помаранчевого кольору з т. топ. 180-210^{0}С (розкл.), який середньо розчиняється в гліколях, диметилсульфоксиді; не розчиняється у воді, етанолі, бензені. pH 5,0 для 2% водної суспензії після 5 хв. попереднього перемішування. Втрати при висушуванні становлять не більше 0,5% (50^{0}С, 2 години під вакуумом).

При нагріванні в процесі виготовлення хлібо-булочних виробів (приготуванні опари) азодикарбонамід розкладається на азот і діоксид вуглецю.

Добування. Азодикарбонамід одержують взаємодією карбаміду (сечовини) I з сульфатом гідразину II. Надалі при дії на карбамоїлгідразин III хлору в присутності броміду натрія утворюється кінцевий продукт IV:



Крім того, азодикарбонамід можна отримати в одну стадію з карбаміду шляхом оксидаційного дегідрування в присутності оксиду мангана(IV).

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0% або 47,2-48,7% азоту, сульфатного попелу – не більше 0,15%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

E927b* Карбамід (сечовина)

Поліпшувач борошна та хліба, поживне середовище для дріжджів.

Синоніми: амід вугільної кислоти, амід карбамінової кислоти, carbamide, urea.

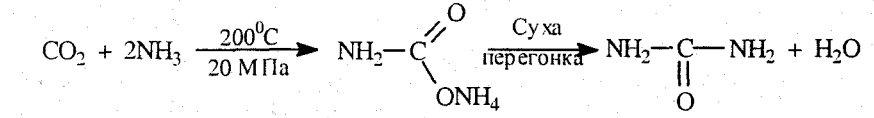
NH_2-CO-NH_2

Хімічна назва: повний амід карбонатної кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі кристали або кристалічний порошок білого кольору з т. топ. 132,7^{0}С, який розчиняється у воді (51,8 г/100 г при 20^{0}С або 71,7 г/100 г при 60^{0}С), спиртах (метанолі – 22 г/100 г при 20^{0}С, етанолі – 5,4 г/100 г при 20^{0}С); етилацетаті – 0,08 г/100 г при 25^{0}С; не розчиняється в хлороформі. У водних розчинах карбамід гідролізується з утворенням амоніаку і діоксиду вуглеця. Втрати при висушуванні становлять не більше 1,0% (105^{0}С, 1 година).

Джерело. Сечовина міститься в продуктах життєдіяльності організмів людини і тварин. Він є кінцевим продуктом метаболізму білків.

Добування. Карбамід одержують реакцією Базарова з амоніаку та діоксиду вуглеця через стадію утворення карбамату амонію, який при нагріванні без доступу повітря перетворюється до необхідної сполуки:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0% або 46,0% азоту, води – не більше 0,5% (за

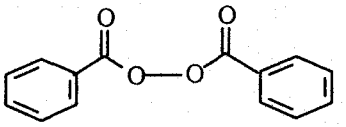
Фішером), сульфатного попелу – не більше 0,1%, біурету – не більше 0,1%, нерозчинних в етанолі речовин – не більше 0,04%, катіонів амонію – не більше 500 мг/кг, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг.

Е928 Пероксид бензоїлу

Поліпшувач борошна та хліба, відбілювач.

Синоніми: перекис бензоїлу, benzoyl peroxide.

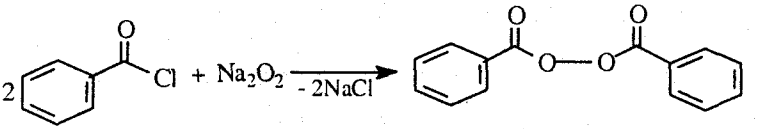
Будова. Пероксид бензоїлу належить до ацилпероксидів, сполук з лабільним (нестійким) О-О-зв'язком:



Хімічна назва: бензоїлпероксид.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі ромбічні кристали, гранули або білий порошок з т. топ. 106-107^{0}С (розкл.), який добре розчиняється в аліфатичних та ароматичних вуглеводнях та їх галогенопохідних (ацетоні – 15,7%, етилметилкетоні – 16,0%, бензені – 15,8%, діетиловому етері, хлороформі); слабо – у спиртах (етанолі – 1,2%), петролейному ефірі; не розчиняється у воді, діетиленгліколі. Пероксид бензоїлу є сильним окисником. Містить 6,5% активного кисню. Вибухає при нагріванні та механічної дії.

Добування. Пероксид бензоїлу синтезують реакцією ацилювання при взаємодії бензоїлхлориду з пероксидом натрію або барію або з пероксидом водню в лужному середовищі:



Отриманий продукт відфільтровують, промивають холодною водою і висушують під вакуумом до постійної маси.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96,0%, бензоатної кислоти – не більше 1,5%, хлоридів –

не більше 0,25%, арсену – не більше 0,0003%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Пероксид бензоїлу випускають у вигляді пасти на основі диметилфталату, силіконової оливи (50-66% пероксиду) або водного порошку (22-28% води).

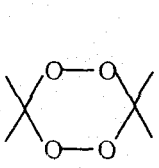
Метаболізм і токсичність. Пероксид бензоїлу подразнює слизові оболонки та шкіру людини.

Е929 Пероксид ацетону

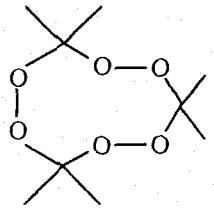
Поліпшувач борошна та хлібу.

Синоніми: диперoксид ацетону, триперoксид ацетону, трициклоацетонпероксид, ТА, ДА, ТЦАП, acetone peroxide, triacetone triperoxide, diacetone diperoxide, TATP, TCAP.

Будова. Пероксид ацетону належить до лабільних пероксидних сполук та існує у циклічній димерній і, переважно, тримерній формах:



Димер



Тример

Хімічна назва: димер – 3,3,6,6-тетраметил-1,2,4,5-тетраоксациклононан, тример – 3,3,6,6,9,9-гексаметил-1,2,4,5,7,8-гексаоксациклононан.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок з т. топ. 97^0С тримеру і 132^0С димеру. Він розчиняється в ацетоні, діетиловому етері, етилацетаті, гексані, бензені; мало розчиняється в етанолі, ізопропіловому спирті, гліцеролі, льодяній ацетатній кислоті; практично не розчиняється у воді. Пероксид ацетону при одержанні, зберіганні та використанні є небезпечною речовиною, здатної при нагріванні або механічному струсі, терті до вибуху. Наведені пероксиди вже при нормальних умовах сублімується з утворенням в процесі рекристалізації

високочутливих до струсу кристалів. Втрати при сублімації досягають 68,6% за два тижні. Пероксид ацетону чутливий також до дії важких металів (Pb, Fe, Cr, Mn тощо), які каталізують його розклад.

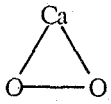
Добування. Пероксид ацетону одержують дією 10-30% пероксида водню на ацетон в кислому середовищі в діапазоні температур 0-10^{0}C. З мінеральних кислот застосовують переважно хлоридну, а також сульфатну, фосфатну, надкислоту Каро H_2SO_5. При застосуванні сульфатної кислоти утворюється здебільшого триперoксид ацетону, надкислоти Каро – диперoксид. Кінцевий продукт промивають холодною водою до нейтрального стану і висушують при кімнатній температурі під вакуумом до постійної маси.

Метаболізм і токсичність. Пероксид ацетону подразнює слизові оболонки та шкіру людини.

E930* Пероксид кальцію

Поліпшувач борошна та хліба.

Синоніми: перкис кальцію, calcium peroxide, calcium dioxide.



Хімічна назва: кальцію пероксид.

Фізико-хімічні властивості. Це кристалічна речовина або порошок з т. топ. 200^{0}C (розкл.), який практично не розчиняється у воді (< 0,01%); не розчиняється в органічних розчинниках; розчиняється в мінеральних кислотах. pH 10,5-11,8 для 1% водної суспензії при 25^{0}C. Вміст активного кисню становить не менше 16,6%. При контакті із вологою (водою) починає повільно гідролізуватися із виділенням молекулярного кисню. При взаємодії з кислотами утворює пероксид водню. Здатний до самоспалахування при контакті з органічними речовинами.

Добування. Пероксид кальцію одержують з гідроксида кальцію і пероксида водню:

$$Ca(OH)_2 + H_2O_2 \longrightarrow CaO_2 + 2H_2O$$

По завершенні реакції, утворений осад, який складається з пероксиду кальція, оксиду кальція та гідроксиду кальція, відфільтровують і висушують до постійної маси.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить 60,0-75,0% (приблизно 25,0-40,0% залишки CaO і $Ca(OH)_2$), води – не більше 2,0%, хлоридної кислоти – не більше 0,2%, сульфатів – не більше 0,3%, феруму – не більше 0,02%, важких металів – не більше 0,003%.

E919 Нітрозилхлорид

Поліпшувач борошна та хліба.

Синоніми: хлористий нітрозил, хлорид нітрозилу, nitrogen chloride, chlorine nitride.

NOCl або O=N-Cl

Хімічна назва: нітрозилхлорид.

Фізико-хімічні властивості. За нормальних умов – це газ жовто-помаранчевого забарвлення з т. топ. -61^{0}C і т. кип. -5,7^{0}C. У водних розчинах він гідролізується до хлоридної та нітритної кислот; розчиняється у хлороформі, ацетонітрилі. При нагріванні більше 100^{0}C розкладається на молекулярний хлор і монооксид NO.

Добування. Існує кілька методів одержання нітрозилхлориду: взаємодією при нагріванні нітрозилсульфату з хлоридом натрію (*а*), взаємодією при нагріванні хлоридної та нітратної кислот (*б*), дією діоксиду азота на хлорид калію (*в*) або взаємодією при -50^{0}C хлору та монооксиду азота (*г*):

$$NaCl + NOHSO_4 \longrightarrow NOCl + NaHSO_4 \quad (а)$$

$$HNO_3 + 3HCl \longrightarrow NOCl + Cl_2 + 2H_2O \quad (б)$$

$$KCl + 2NO_2 \longrightarrow NOCl + KNO_3 \quad (в)$$

$$2NO + Cl_2 \longrightarrow 2NOCl \quad (г)$$

Метаболізм і токсичність. Нітрозилхлорид для людини є токсичною речовиною, подразнює нирки. У багатьох країнах заборонений до використання у харчовій промисловості.

Е918 Оксиди азоту

Поліпшувачі борошна та хліба.

Синоніми загальні: окиси азоту, оксиди нітрогену, nitrogen oxides.

Будова та синоніми. Існують п'ять основних видів оксидів азоту залежно від ступеня окиснення атома азоту: 1) N_2O, 2) NO, 3) N_2O_3, 4) NO_2 (N_2O_4), 5) N_2O_5.

1) N_2O оксид азоту(I), оксид нітрогену(I), закис азоту, монооксид динітрогену, геміоксид азоту, „газ, що веселить", nitrogen(I) oxide, nitrous oxide - (Е942) Оксид азоту(I).

2) NO оксид азоту(II), окис азоту, монооксид нітрогену, nitrogen(II) oxide, nitric oxide.

3) N_2O_3 оксид азоту(III), азотистий ангідрид, сесквіоксид нітрогену, nitrogen(III) oxide, dinitrogen trioxide.

4) NO_2 оксид азоту(IV), двуокис азоту, діоксид нітрогену, nitrogen(IV) oxide, nitrogen dioxide; N_2O_4 dinitrogen tetroxide,

5) N_2O_5 оксид азоту(V), азотний ангідрид, пентаоксид динітрогену, nitrogen(V) oxide, dinitrogen pentoxide.

Фізико-хімічні властивості.

1) Див. Е942.

2) Це прозорий газ з т. топ. -163,7^{0}С і т. кип. -151,8^{0}С, який мало розчиняється у воді (4,7 мл/100 г при 20^{0}С або 3 мл/100 г при 50^{0}С); розчиняється в етанолі. Монооксид азоту проявляє високу реакційну здатність, взаємодіючи з галогенами, деякими солями, органічними сполуками. Не взаємодіє з водою, кислотами та практично з лугами. При кімнатній температурі окиснюється до діоксиду азота.

3) Це прозорий газ з т. топ. -102^{0}С і т. кип. -40^{0}С (розкл.), який розчиняється в кислотах, діетиловому етері. При низьких температурах (до -101^{0}С) такий оксид є рідиною темно-синього забарвлення. Починаючи з температури -10^{0}С і вище N_2O_3

розкладається на NO і NO_2, наприклад при 25^0C він містить 10% N_2O_3 і 90% суміші NO, NO_2. При взаємодії з водою та лугами утворює нітритну кислоту HNO_2 і відповідні нітрити.

4) Це бурий газ з т. топ. -11^0C, який розчиняється у хлороформі та водних розчинах лугів з утворенням суміші нітратів і нітритів. За нормальних умов діоксид нітрогену існує у вигляді рівноважної суміші зі своїм прозорим на вигляд димером $NO_2 \leftrightarrows N_2O_4$, наприклад, при 40^0C і нормальному тиску 31% становить NO_2 і 69% N_2O_4 (при 140^0C і більше це тільки NO_2, при -12^0C і нижче – тільки білий кристалічний N_2O_4). При розчинені у воді утворює суміш нітратної і нітритної кислот.

5) Це прозора легколетюча кристалічна речовина з т. возг. приблизно 33^0C, яка вже при кімнатній температурі розкладається на діоксид азоту і молекулярний кисень. Такий оксид азоту розчиняється в хлороформі, взаємодіє з водою з утворенням нітратної кислоти. Оксид азоту (V) є сильним окисником.

Добування.

1) Див. Е942 Оксид азоту(I).

2) Монооксид азоту в промислових умовах одержують високотемпературним окисненням амоніаку в присутності каталізаторів на зразок Cr_2O_3 або Pt:

$$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$$

Крім того, його можна отримати при $1200\text{-}1300^0$C безпосередньо з азоту і кисню:

$$N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$$

3) Наведений оксид азоту одержують при пропусканні електричного розряду крізь рідке повітря з утворенням блакитного порошку внаслідок перебігу реакцій:

$$N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$$
$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$
$$NO + NO_2 \rightarrow N_2O_3$$

4) Діоксид азоту є проміжним продуктом у виробництві нітратної кислоти. Крім того, його можна одержувати шляхом взаємодії концентрованої нітратної кислоти, наприклад, з купрумом, або обережним термічним розкладом деяких нітратів:

$$Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$
$$2Pb(NO_3)_2 \rightarrow 2PbO + 4NO_2 + O_2$$

5) Пентаоксид діазоту можна отримувати методом дегідратації нітратної кислоти в присутності P_2O_5, окисненням діоксиду азота озоном або при пропусканні над сухим нітратом аргентуму сухого хлору з урахуванням його вибухонебезпечності:

$$2HNO_3 + P_2O_5 \rightarrow 2HPO_3 + N_2O_5$$
$$6NO_2 + O_3 \rightarrow 3N_2O_5$$
$$4AgNO_3 + 2Cl_2 \rightarrow 4AgCl + O_2 + 2N_2O_5$$

Метаболізм і токсичність. Всі оксиди азоту проявляють фізіологічну дію на людину, проявляючи переважно токсичну. Так, NO діє на центральну нервову систему, NO_2 подразнює дихальні шляхи. Останнім часом встановлено, що оксид NO, який утворюється *in vivo* з *L*-аргініну під дією ензиму NO-синтази, проявляє широкий спектр біологічної дії (регуляторної, захисної і токсичної) і є необхідним компонентом багатьох внутриклітинних хімічних процесів.

Е916 Йодат кальцію

Поліпшувач борошна та хліба, відбілювач.

Синоніми: кальцій йодат, кальцієва сіль йодатної кислоти, лаутарит, calcium iodate.

$Ca(IO_3)_2$

Йодат кальцію існує у вигляді безводної солі, моно- та гексагідрату.

Хімічна назва: триоксойодат(V) кальцію.

Фізико-хімічні властивості. Це переважно білий гранульований порошок із т. топ. 540^{0}С для безводної солі, який мало розчиняється у воді (для моногідрату 0,52% при 40^{0}С або 0,80% при 80^{0}С), краще розчиняється у воді в присутності йодидів лужних металів або амінокислот; розчиняється у нітратній кислоті. Відповідний гексагідрат розчинність має аналогічну – у воді 0,25% при 18^{0}С. Втрати при висушуванні для безводної солі становлять не більше 0,5%.

Джерело. Наведена речовина входить до складу розсіяних у гірських породах мінералів лаутариту $Ca(IO_3)_2$ та бругеніту (гідратованого йодату кальція) $Ca(IO_3)_2 \cdot (H_2O)_x$.

Добування. Йодат кальцію одержують шляхом окиснення молекулярним хлором при його пропусканні крізь гарячий розчин гідроксиду кальція в присутності йодидів лужних металів або методом електролітичного окиснення розчинів гідроксиду кальція в присутності йоду:

$$6Ca(OH)_2 + 6I_2 \rightarrow Ca(IO_3)_2 + 5CaI + 6H_2O$$

Вміст основної речовини становить не менше 99,0% (йоду – не менше 62,0%), галогенідів (сумарно) – не більше 0,01%, сульфатів – 50-100 мг/кг, феруму – не більше 0,01%, арсену – не більше 3 мг/кг, важких металів – 5-10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Йодат кальцію у багатьох країнах заборонений до використання у харчовій промисловості. Вважається, що у незначних дозах він нешкідливий для людини. Дозволяється до застосування у кількості 0,0045 частин на 100 частин борошна. У більших дозах йодат кальцію може проявляти негативний вплив на організм людини. Використовується також у фармацевтичній промисловості як антисептик, дезодорант.

До поліпшувачів борошна та хліба належать також речовини, які за основною технологічною функцією наведені в інших главах:

(Е300) аскорбатна кислота – гл. 1.1,

(Е301) аскорбат натрію – гл. 3.3,

(Е302) аскорбат кальцію – гл. 3.3,

(Е303) аскорбат калію – гл. 3.3,

(Е322) лецитини – 2.1,
(Е435) поліоксиетилен(20)сорбітану моностеарат – гл. 2.1,
(Е471) моно- і діацилгліцероли вищих карбонових кислот – гл. 2.1,
(Е472b) естери гліцеролу з лактатною та вищими карбоновими кислотами – гл. 2.1,
(Е472е) естери гліцеролу з діацетилтартратною і вищими карбоновими кислотами – гл. 2.1,
(Е472f) змішані естери гліцеролу з тартратною, ацетатною і вищими карбоновими кислотами – гл. 2.1;
(Е472g) сукцинільовані моноацилгліцероли – гл. 2.1,
(Е473) естери сахарози і вищих карбонових кислот – гл. 2.1,
(Е474) сахарогліцероли – гл. 2.1,
(Е481) лактилати натрію – гл. 2.1,
(Е482) лактилати кальцію – гл. 2.1,
(Е483) стеарилтартрат – гл. 2.1,
набрякаючі крохмалі – гл. 2.3,
(Е1100) амілази – гл. 5.8,
(Е1101) протеази – гл. 5.8,
(Е1102) глюкозооксидаза – гл. 3.3,
(Е1104) ліпази – гл. 5.8,
(Е1404) оксидований крохмаль – гл. 2.3,
(Е1410) монокрохмальфосфат – гл. 2.3,
(Е1412) дикрохмальфосфат – гл. 2.3,
(Е1413) фосфатований дикрохмальфосфат – гл. 2.3.

4.10. Пропеленти

Пропеленти – це газоподібні речовини, які видавлюють або розпилюють харчові продукти з ємкості (контейнеру, балончика, танка або сховища для сипучих продуктів). При цьому гази вступають у безпосередній контакт з харчовими продуктами, тому вони повинні бути хімічно інертними, нетоксичними, не повинні містити вологи, грибкових спор, мінеральних олив, пилу та інших забруднювачів.

Е949 Водень

Пропелент
Синоніми: гідроген, hydrogen.

H_2

Хімічна назва: гідроген.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорий газ з т. топ. -257,2^{0}С, т. кип. -252,8^{0}С; густиною при 0^{0}С і атмосферному тиску 0,0899 кг/м^3, який розчиняється у воді 0,0215% за об'ємом або 2,15 мл/100 мл (0^{0}С і атм. тиск) і 1,73 мл/г (25^{0}С і 102 атм.); у метанолі – 11,0 мл/г (25^{0}С і 102 атм.). Молекулярний водень має здатність розчинятися в деяких металах: для Pd (1 об'єм металу поглинає 850 об'ємів водню), Fe (1 об'єм металу – 0,37 об'ємів водню при 900^{0}С). Ця речовина у суміші з повітрям (киснем) є вибухонебезпечною

Джерело. У вільному стані молекулярний водень зустрічається достатньо рідко (вулканічні гази, продукти деструкції органічних залишків).

Добування. Існує кілька методів технічного одержання водню, виходячи з природного газу (метану), вугілля, вуглеводнів. За одним з них суміш природного газу і водяної пари пропускають над каталізатором Ni на Al_2O_3 при 760-880^{0}С з наступною очисткою. За другим – до наведеної суміші додають молекулярний кисень при 830-1000^{0}С:

$$CH_4 + H_2O \longrightarrow CO + 3H_2$$

$$2CH_4 + O_2 \longrightarrow 2CO + 4H_2$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті в об'ємних частках становить не менше 99,9%, води – не більше 0,005%, кисню – не більше 0,001%, азоту – не більше 0,75%.

Метаболізм і токсичність. Молекулярний водень є нетоксичним для людини. При великій кількості може викликати задуху.

E940* Дихлородифлуорометан

Пропелент.

Синоніми: дихлордифторметан, дифлуородихлорометан, дифтордихлорметан, фреон-12, хладон-12, dichlorodifluoromethane, fluorocarbon-12, Food Freezant-12.

CCl_2F_2

Хімічна назва: дихлородифлуорометан.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорий зріджений під тиском газ з т. кип. -29,8^{0}С і т. топ. –157,7^{0}С, який розчиняється у багатьох органічних розчинниках; практично не розчиняється у воді (0,028 г/100 г при 20^{0}С).

Добування. Дихлородифлуорометан одержують шляхом взаємодії тетрахлорометану з флуороводнем в присутності кислот Льюіса під тиском у рідкій фазі (50-100^{0}С) або газовій (200-430^{0}С):

$$CCl_4 + 2HF \xrightarrow{SbF_5} CF_2Cl_2 + 2HCl$$

Після охолодження кінцевий продукт виділяють з реакційної суміші шляхом ректифікації.

$$3CO + 7H_2 \xrightarrow[300^0C]{Fe—Co} CH_3—CH_2—CH_3 + 3H_2O$$

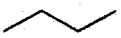
Вміст основної речовини у кінцевому продукті в об'ємних частках становить не менше 99,7%, домішок, які визначаються хроматографічно (сумарно) –не більше 0,3%; масова частка нелетючих речовин – не більше 0,004%, води – не більше 0,0003%.

Метаболізм і токсичність. Цей пропелент у великих дозах на людину проявляє наркотичну дію.

E943a Бутан

Пропелент.

Синоніми: *н*-бутан, butane, *n*-butane.

 , або C_4H_{10}

Хімічна назва: *н*-бутан.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорий газ з т. кип. –0,5^{0}С і т. топ. –138,4^{0}С, який розчиняється в етанолі, діетиловому етері; практично не розчиняється у воді (6,1 мг/100 г при 20^{0}С). Бутан є вибухонебезпечним газом. Температура його самоспалахування 405^{0}С. За хімічною будовою бутан належить до насичених вуглеводнів і проявляє значну інертність в багатьох хімічних реакціях.

Джерело. Бутан міститься у природному газі та нафті.

Добування. Добувають бутан з природного газу (газового конденсату) та газів нафтопереробки з подальшою ректифікацією.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96,0%, метану – не більше 0,15%, етану – не більше 0,5%, пропану – не більше 1,5%, ізобутану – не більше 3,0%, 1,3-бутадієну – не більше 0,1%, води – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Бутан має незначну наркотичну дію на організм людини. Відчуття запаху для людини становить 0,33 мг/л. При значних концентраціях можливе отруєння (збудження, сповільнення пульсу до 40-50 ударів за хвилину, звуження зіниці тощо).

E943b Ізобутан

Пропелент.

Синоніми: метилпропан, триметилметан, isobutane.

 , або $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{CH}}-CH_3$

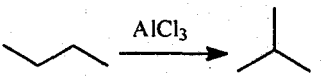
Хімічна назва: 2-метилпропан.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорий газ з т. кип. –11,7^{0}С і т. топ. –159.6^{0}С, який розчиняється у спирті, діетиловому

етері; практично не розчиняється у воді (13,1 мл (газ.)/100 мл при 17^{0}С). Температура самоспалахування ізобутану 462,2^{0}С, він є вибухонебезпечний. Аналогічно бутану, ізобутан є інертною в хімічному відношені сполукою.

Джерело. Ізобутан міститься у природному газі та нафті.

Добування. Одержують ізобутан із природного газу (газового конденсату), газів нафтопереробки, а також шляхом каталітичної ізомеризації нормального бутану в рідкій фазі під тиском, при 80-90^{0}С за йонним механізмом або в присутності паладію на оксиді алюмінія в паровій фазі (300-400^{0}С) за радикальним:



Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 94,0%, метану – не більше 0,15%, етану – не більше 0,5%, пропану – не більше 2,0%, бутану – не більше 4,0%, 1,3-бутадієну – не більше 0,1%, води – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Ізобутан має незначну наркотичну дію на організм людини.

Е944 Пропан

Пропелент

Синоніми: диметилметан, propane, liquefied petroleum gas, LPG.


, або $CH_3—CH_2—CH_3$

Хімічна назва: пропан.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорий газ з т. кип. –42,07^{0}С і т. топ. –189,9^{0}С, який розчиняється в спирту, діетиловому етері; практично не розчиняється у воді (7,5 мг/100 г при 20^{0}С). Температура самоспалахування пропану 466^{0}С.

Джерело. Наведений алкан міститься у природному газі та нафті.

Добування. Одержують пропан із природного газу (газового конденсату), попутних газів нафти і газів нафтопереробки; із суміші продуктів, які утворюються в реакції Фішера – Тропша:

$$3CO + 7H_2 \xrightarrow[300^0C]{Fe—Co} CH_3—CH_2—CH_3 + 3H_2O$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 95,0%, метану – не більше 0,15%, етану – не більше 1,5%, ізобутану – не більше 2,0%, *н*-бутану – не більше 1,0%, 1,3-бутадієну – не більше 0,1%, води – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Пропан має незначну наркотичну дію на організм людини. Відчуття запаху для людини становить 0,33 мг/л. При значних концентраціях можливе отруєння.

Е945 Хлоропентафлуороетан

Пропелент.

Синоніми: хлорпентафторетан, пентафлуорохлороетан, пентафторхлоретан, фреон-115, хладон-115, chlorohentafluoroethane.

$Cl\text{-}CF_2\text{-}CF_3$

Хімічна назва: хлоропентафлуороетан.

Фізико-хімічні властивості. Це газ з т. кип. $-38{,}97^0C$, який розчиняється в спирті, діетиловому етері; не розчиняється у воді.

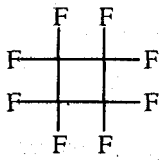
Добування. Цей пропелент одержують дією безводного флуороводню на перхлороетан в присутності галогенідів стибію у газовій або рідкій фазах:

$$CCl_3—CCl_3 + 5HF \xrightarrow{SbF_5} CF_3—CF_2Cl + 5HCl$$

Е946 Октафлуороциклобутан

Пропелент.

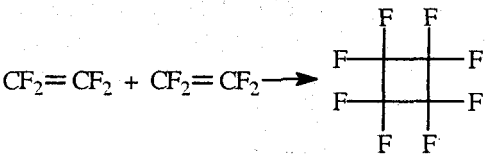
Синоніми: октафторциклобутан, перфлуороциклобутан, перфторциклобутан, хладо́н С318, фреон-318С, octafluorocyclobutane.



Хімічна назва: октафлуороциклобутан.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорий газ з т. кип. -5,8^{0}С і т. топ. –41,4^{0}С, який розчиняється в діетиловому етері. Октафлуороциклобутан є хімічно інертним і починає змінювати свою структуру при значних температурах (550-650^{0}С) в умовах піролізу.

Добування. Одержують цей пропелент методом циклодимеризації тетрафлуороетилену при 200-500^{0}С під тиском в присутності інгібіторів полімеризації:



Метаболізм і токсичність. Октафлуороциклобутан вважається нетоксичною речовиною для людини.

Е948 Кисень

Пропелент.

Синоніми: молекулярний кисень, oxygen.

O_2

Хімічна назва: оксиген.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорий газ з т. кип. – 192,98^{0}С, який погано розчиняється в етанолі, метанолі, ацетоні; практично не розчиняється у воді. Ефективними поглиначами кисню вважають деревинне вугілля та платинову „чернь".

Джерело. Кисень є найрозповсюдженим елементом на Землі. В атмосфері його вміст становить 23,1% мас. Він входить до складу приблизно 1400 відомих мінералів. Молекулярний кисень виділяють рослини при фотосинтезі.

Добування. Одержують кисень методом низькотемпературної ректифікації рідкого повітря.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить в об'ємних частках не менше 99,0%, водяних парів – не більше 0,05%, алканів (метану, етану тощо сумарно) – не більше 100 мл/л, діоксиду вуглеця – не більше 0,01%.

Е942 Оксид азоту(I)

Пропелент, захисний газ.

Синоніми: геміоксид азоту, оксид нітрогену(I), „газ, що веселить", nitrous oxide, nitrogen(I) oxide, dinitrogen monoxide.

N_2O

Хімічна назва: оксид нітрогену(I).

Фізико-хімічні властивості. Це прозорий газ з т. топ. -90,7^{0}С і т. кип. –88,5^{0}С, який добре розчиняється у воді (130 мл/100 г при 0^{0}С або 57 мл/100 г при 25^{0}С), етанолі, діетиловому етері.

Добування. Наведений оксид азоту одержують методом термічного розкладу нітрата амонію при 250^{0}С:

$$NH_4NO_3 \longrightarrow N_2O + 2H_2O$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, води – не більше 0,05%, оксиду вуглеця(II) – не більше 30 мл/л, оксидів азоту(II і IV) – не більше 10 мл/л, галоген- та гідрогенсульфідів – не більше 5 мл/л.

Метаболізм і токсичність. Оксид азоту(I) проявляє фізіологічну дію, за що дістав назву „газ, що веселить". У суміші з киснем у медицині використовується як наркотичний засіб.

До пропелентів належать також речовини, які за основною технологічною функцією наведені в інших главах:

(Е290) діоксид вуглецю – гл. 1.1,
(Е938) аргон – гл. 3.2,
(Е939) гелій – гл. 3.2,
(Е941) азот – гл. 3.2.

4.11. Диспергатори

Диспергатори (диспергуючі агенти, солюбілізатори, змочуючі агенти) – це міцелоутворюючі поверхнево активні речовини (ПАР), які здатні формувати стійкі багатокомпонентні колоїдні системи (мікродисперсії) з розміром частинок 10-100 нм. До них належать солюбілізатори та інстантизатори (змочуючі агенти). Солюбілізатори сприяють утворенню мікроемульсій, з використанням нерозчинних у воді речовин, при виготовленні прозорих напоїв, а також внесенню в жировмісні продукти водорозчинних харчових і біологічно активних добавок. Інстантизатори сприяють швидкому утворенні мікродисперсій, особливо в процесах розчинення сухих продуктів при виробництві сухого молока, вершків, безалкогольних напоїв, соків, нектарів, розчиненої кави, чаю тощо.

До диспергатарів належать речовини, які за основною технологічною функцією наведені в інших главах:

(Е322) лецитини – гл. 2.1,
(Е432) поліоксиетилен(20)сорбітану монолаурат – гл. 2.1,
(Е433) поліоксиетилен(20)сорбітану моноолеат – гл. 2.1,
(Е434) поліоксиетилен(20)сорбітану монопальмітат гл. 2.1,
(Е435) поліоксиетилен(20)сорбітану моностеарат – гл. 2.1,
(Е436) поліоксиетилен(20)сорбітану тристеарат – гл. 2.1,
(Е470а) солі вищих карбонових (жирних) кислот алюмінію, кальцію, натрію, калію, амонію – гл. 2.1;

(Е471) моно- і діацилгліцероли вищих карбонових кислот – гл. 2.1,
(Е475) естери полігліцеролу і вищих карбонових кислот – гл. 2.1,
(Е480) діоктилсульфосукцинат натрію – гл. 2.1,
(Е482) лактилати кальцію – гл. 2.1,
(Е491) сорбітану моностеарат (СПЕН 60) – гл. 2.1,
(Е492) сорбітану тристеарат (СПЕН 65) – гл. 2.1,
(Е493) сорбітану монолаурат (СПЕН 20) – гл. 2.1,
(Е495) сорбітану монопальмітат (СПЕН 40) – гл. 2.1,
(Е496) сорбітану триолеат (СПЕН 85) – гл. 2.1.

Глава 5. Допоміжні матеріали

Допоміжними матеріалами вважають такі, які не вступають у хімічну взаємодію з харчовими продуктами або їхніми компонентами і, які повністю виділяються з них після виконання своїх технологічних функцій. Такі матеріали не повинні залишатися в харчових продуктах або певним чином регламентуватись на залишковий вміст. До таких допоміжних матеріалів належать висушувачі; речовини, що полегшують фільтрування (освітлювачі, адсорбенти, флокулянти); екстрагенти, каталізатори гідролізу та інверсії, охолоджуючі та заморожуючі агенти; речовини, які сприяють життєдіяльності корисних мікроорганізмів, каталізатори, ензими та ензимні препарати, засоби для зняття шкірки з плодів.

5.1. Висушувачі

Висушувачі – це речовини, які вилучають воду (вологу) з газів, рідин, твердих продуктів у закритих ємкостях, а також підтримують у них необхідну вологість повітря при зберіганні. Вони зв'язують воду як хімічним чином в результаті відповідних реакцій, так і фізичним при адсорбції або розчиненні. Наприклад, хімічному зв'язуванню молекул води відповідають такі реакції:

$$K_2CO_3 + H_2O \rightarrow KHCO_3 + KOH$$
$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

До найпоширеніших висушувачів, що застосовуються в харчовій галузі належать (501і) карбонат калію, (Е509) хлорид кальцію, (Е513) сульфатна кислота (концентрована), (Е514) сульфат натрію (прожарений, або зневоднений), (Е516) сульфат кальцію, (518) сульфат магнію (зневоднений), (Е524) гідроксид натрію, (Е525) гідроксид калію, (Е529) оксид кальцію, силікагель, оксид алюмінію тощо.

5.2. Речовини, що полегшують фільтрування

Речовини, що полегшують фільтрування (освітлювачі, адсорбенти, флокулянти) – це такі, які є нерозчинними у робочому середовищі, збільшують ефективність процесу, не змінюють хімічну будову речовини, яку фільтрують тощо.

До освітлювачів належать речовини, які вилучають дрібнодисперсні частинки і колоїдні компоненти, що неможливо зробити прямим фільтруванням. Освітлювачі зв'язуються з такими частинками каламуті внаслідок адсорбції, коагуляції або утворення важкорозчинних споук і висаджуються разом з ними.

Адсорбенти, переважно тверді речовини, селективно адсорбують певні речовини внаслідок великої питомої поверхні і разом з ними випадають в осад.

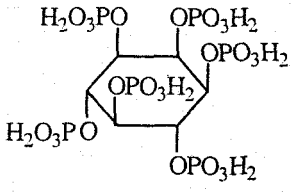
Флокулянти (коагулянти) – речовини, добавка яких викликає флокуляцію, тобто перетворення золя (колоїдного розчину твердої речовини) в гель.

Е391 Фітинова кислота

Флокулянт.

Синоніми: інозитгексафосфорна кислота, гексафосфат *міо*-інозиту, фітин, phytinic acid, phytin.

Будова. Основною речовиною такого флокулянта є фітинова кислота, яка за хімічною будовою є повним естером фосфатної кислоти з одним із стереоізомерів гексагідроксициклогексана - *міо*-інозитолу (1,2,3,5/4,6-ізомеру):



Хімічна назва: гексафосфат *міо*-інозитолу.

Фітинова кислота має брутто-формулу $C_6H_{26}O_{24}P_6$. Основною товарною формою фітину є суміш кальцієвих і магнієвих солей різних іноситолфосфатних кислот, переважно фітинової кислоти.

Фізико-хімічні властивості. Фітинова кислота – прозора або жовтувата в'язка рідина, яка легко рзчиняється у воді і 95% етанолі; слабо розчиняється в абсолютному етанолі; практично не розчиняється в абсолютному діетиловому етері, гексані. Кальцієво-магнієві солі – білий аморфний порошок, який слабо розчиняється у воді, розчиняється у розведених мінеральних кислотах і деяких органічних.

Джерело. Фітинова кислота міститься у рослинах, переважно в насінні злаків, у формі кальцієвих і магнієвих солей, як фосфорне депо.

Добування. Фітин добувають з рослин методом екстракції за допомогою відповідних розчинників.

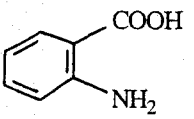
Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить для фітинової кислоти не менше 50,0%, фосфатів – не більше 0,02%, хлоридів – не більше 0,02%, сульфатів – не більше 0,02%, кальцію – не більше 0,02%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 30 мг/кг.

Для кальцієво-магнієвих солей відповідно вміст P_2O_5 становить не менше 40,0%, кальцію – не менше 17,0%, магнію – 0,5-5,0%, залишку після прокалювання – 68,0-78,0%, арсену – не більше 5 мг/кг, плюмбуму – не більще 20 мг/кг.

Антранілова кислота

Флокулянт, освітлювач.

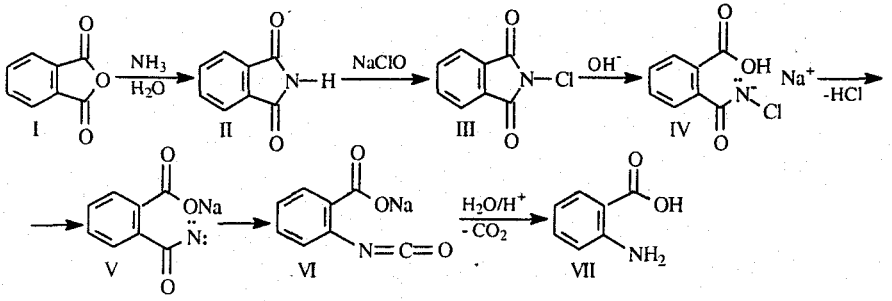
Синоніми: *орто*-амінобензойна, *орто*-амінобензоатна, antranylic acid.



Хімічна назва: 2-амінобензоатна кислота.

Фізико-хімічні властивості. Це листочки від білого до жовтуватого кольору або прозорий кристалічний порошок з т. топ. 145-147^{0}С (субл.), який розчиняється у гарячій воді, 90% етанолі (10,7% при 9,6^{0}С), діетиловому етері (16,0% при 6,8^{0}С), бензені (1,8% при 12^{0}С); погано розчиняється у воді (0,35% при 14^{0}С). Солі антранілової кислоти з лужними металами та мінеральними кислотами добре розчиняються у воді. Значення pK_a 2,05. Внаслідок наявності двох функціональних груп (кислотної та основної), антранілова кислота проявляє амфотерні властивості. З важкими металами в середовищі ацетатної кислоти при pH 2,5-5,0 вона утворює малорозчинні комплексні сполуки, які можуть викликати відповідне забарвлення (з іоном Cu(II) спостерігається яскраво-зелений колір).

Добування. Антранілову кислоту одержують дією гіпохлорита калію або натрію на фталімід у лужному середовищі завдяки перегрупуванню А. Гофмана:



При цьому, фталімід II, одержаний переважно з фталевого ангідриду I, в присутності гіпохлориту утворює N-хлорофталімід III, імідне кільце якого у лужному середовищі розщеплюється на відповідний N-хлорамід IV. Останній при нагріванні відщеплює хлороводень і утворює реакційноздатний інтермедіат нітрен V. Оскільки атому азота нітрену до стійкого октету не вистачає двох електронів, він швидко перегруповується до ізоціанату VI, який легко гідролізується і декарбоксилюється до антранілової кислоти VII.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 98,0%, нерозчинних речовин у водному розчині карбонату натрія – не більше 0,1%, нерозчинних речовин у хлоридній кислоті – не більше 0,5%.

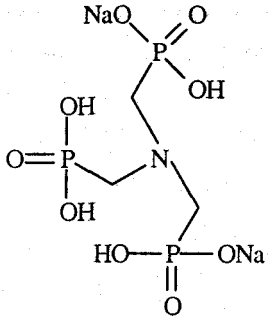
Метаболізм і токсичність. Антранілова кислота подразнює слизові оболонки дихальних шляхів і очей людини.

Натрієві солі нітрилотриметиленфосфонової кислоти

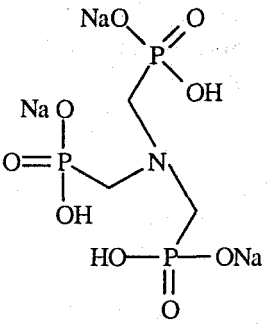
Флокулянти.

Синоніми: НТФ, ди- і тринатрієві солі *трис*-(метилфосфоно)аміна, нітрилотриметиленфосфоноат ди- і тринатрію, нітрило-*трис*-(метилен)трифосфонової кислоти ди- і тринатрієві солі, di, trisodium salt of nitrilotrimethylenephosphonic acid.

Як флокулянти застосовуються відповідні динатрієва сіль у вигляді моногідрату, а також тринатрієва у вигляді дигідрату:



Динатрієва сіль



Тринатрієва сіль

Хімічна назва: нітрило-*трис*(метиленфосфонати) натрію.

Фізико-хімічні властивості. Це білі кристалічні гігроскопічні речовини, які добре розчиняються у воді, розчинах лугів і кислот; не розчиняються в органічних розчинниках. Утворюють нерозчинні комплексні сполуки з важкими металами, що використовують для деметалізації соків, виноматеріалів, наприклад, для вилучення іонів феруму.

Добування. У промислових умовах такі флокулянти одержують за допомогою так званої каскадної конденсації при взаємодії амоніака, формальдегіда та хлориду фосфора(III) у присутності води при 60-100^{0}C:

$$NH_3 + 3CH_2{=}O + 3PCl_3 + 6H_2O \xrightarrow{80^0C} N[CH_2P(O)(OH)_2]_3 + 9HCl$$

$$N[CH_2P(O)(OH)_2]_3 + 3NaOH \longrightarrow N[CH_2P(O)(OH)(ONa)]_3 + 3H_2O$$

Наведена взаємодія компонентів полягає у початковому гідролізі хлорида фосфору до фосфітної кислоти H_3PO_3 з подальшим її ступінчастим амінометилюванням. На другій стадії процесу проводять нейтралізацію отриманої кислоти відповідною кількістю гідроксида натрію.

Замість амоніаку можна використовувати хлорид амонію, уротропін, карбамід, ацетамід, а замість PCl_3 – фосфітну кислоту або її естери на зразок диметилфосфіту $(CH_3O)_2POH$.

Метаболізм і токсичність. Натрієві солі нітрилотриметилен-фосфонової кислоти для людини вважаються нетоксичними.

Поліоксиетилен

Речовина, що полегшує фільтрування; освітлювач, плівкоутворювач.

Синоніми: поліетиленоксид, поліокс, алкокс, polyoxyethylene.

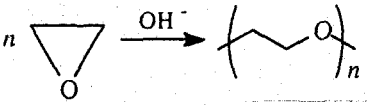
$$\left(CH_2-CH_2-O\right)_n$$

Хімічна назва: поліетиленоксид.

Фізико-хімічні властивості.

Це білий кристалічний порошок з т. топ. 65-67^{0}C, який розчиняється у воді, органічних розчинниках (бензені, CCl_4, хлороформі; при нагріванні – в етанолі, ацетоні, діоксані тощо); не розчиняється в парафінах, гліцеролі, багатоатомних спиртах. Значення молекулярної маси становить від 100 000 до 3 000 000. Втрати при висушуванні – не більше 1,0%.

Добування. Поліоксиетилен одержують методом полімеризації оксиду етилена в масі або суспензії у середовищі осаджувача в присутності сполук Al, Ca або магнійорганічних сполук з невеликою кількістю хелатоутворюючих речовин:



Метаболізм і токсичність. У готовому харчовому продукті поліоксиетилен повинен бути відсутнім.

До речовин, які полегшують фільтрування належать також такі, які за основною технологічною функцією наведені у відповідних главах:

(Е152) вугілля - гл. 1.7,

(Е153) вугілля рослинне – гл. 1.7,

(Е181) таніни харчові – гл. 1.7,

(Е406) агар – гл. 2.3,

(Е407) карагінан та його натрієва, калієва, амонійна солі, включаючи фурцелеран – гл. 2.3;

(Е407а) карагінан з водоростей *Euchema* – гл. 2.3,

(Е440) пектини – гл. 2.4,

(Е460) целюлоза – гл. 2.3,

(Е535) фероціанід натрію – гл. 3.7,

(Е536) фероціанід калію – гл. 3.7,

(Е538) фероціанід кальцію – гл. 3.7,

(Е551) діоксид силіцію аморфний – гл. 3.7,

(Е553) силікати магнію - гл. 3.7,

(Е558) бентоніт – гл. 3.7,

(Е559) алюмосилікат – гл. 3.7,

(Е1202) полівінілполіпіролідон – гл.2.5,

желатин – гл. 2.4,

іонообмінні смоли і багато інших неорганічних і органічних сполук.

5.3. Екстрагенти.

Екстрагенти – це рідини або скраплені гази, які здатні екстрагувати з рослинної або тваринної сировини певні хімічні компоненти. При цьому естрагент і екстрагована речовина не

повинні хімічно взаємодіяти між собою. Екстракцію проводять за одним із варіантів: рідиною з твердої речовини, рідиною з рідини і скрапленим газом із твердих речовин. Як рідкий екстрагент найчастіше застосовують воду, нативні харчові рослинні олії, етиловий та інші спирти (бензиловий, *трет*-бутиловий, бутиловий, *втор*-бутиловий, ізопропіловий, октиловий, пропіловий, 1,3-бутандіол); етери (діетиловий, дибутиловий), кетони (ацетон, етилметилкетон,), естери (етилацетат, амілацетат, бутилацетат, діетилцитрат, метилацетат, трипропіонат гліцеролу, трибутират гліцеролу); гексан та інші як аліфатичні, так і ароматичні вуглеводні (гептан, пентан, петролейний ефір, толуен, циклогексан), в тому числі і хлоровані (дихлорометан, дихлоротетрафлуороетан, дихлорофлуорометан, дихлороетан, трихлорофлуорометан, 1,1,2-трихлороетилен). У вигляді скрапленого газу як екстрагент широко застосовують діоксид вуглецю (Е290) – гл. 1.1, оксид азоту (Е942) – гл. 4.10, пропан (Е944) – гл. 4.10.

До екстрагентів належать також речовини, які за основною технологічною функцією були наведені у відповідних главах:

(Е943а) бутан – гл. 4.10,

(Е943b) ізобутан – гл. 4.10,

(Е940) дихлородифлуорометан – гл. 4.10,

(Е1520) пропіленгліколь – гл. 3.6.

5.4. Каталізатори гідролізу та інверсії

Каталізатори гідролізу та інверсії – це речовини, які каталізують розщеплення білків, дисахаридів (сахарози), полісахаридів (крохмалю). Такими властивостями володіють переважно неорганічні кислоти (хлоридна, сульфатна) та органічні (цитратна, тартратна тощо), луги і ензими (ферменти). Залежно від умов розщеплення (хімічна природа каталізатора, температура, pH, час перебігу реакцій) вони змінюють глибину перетворення вихідних переважно високомолекулярних сполук на кінцеві низькомолекулярні. Так з білків одержують пептиди

або амінокислоти, з крохмалю – декстрини, мальтоолігосахариди, мальтотриозу, мальтозу, глюкозу.

E1103* Інвертази

Каталізатори інверсії, стабілізатори.

Синоніми: β-*D*-фруктофуранозид фруктогідролаза – систематична назва, сахараза, β-фруктофуранозидаза, інвертаза, β-фруктозидаза, invertase, β-fructosidase, β-fructofuranosidase, saccharase, invertin.

Систематичний номер – 3.2.1.26 (гідролази).

Реакції, що каталізуються: гідроліз кінцевих β-*D*-фруктофуранозидних ланок у β-*D*-фруктофуранозидах, наприклад, розщеплення сахарози на глюкозу і фруктозу.

Фізико-хімічні властивості. Це слабо жовтий порошок, який розчиняється у воді і практично не розчиняється в етанолі та діетиловому етері, або слабко жовта прозора рідина. Такі ензими інактивуються при температурі більше 65^0C в присутності до 20% і більше етилового спирту. Оптимум дії спостерігається при pH 4,5-5,9 і температурі 55^0C.

Джерело. Інвертази виділяються стінками дванадцятиперсної і тонкої кишок.

Добування. Інвертази одержують контрольованою ферментацією *Saccharomyces sp. (Kluyveromyces)* з наступними операціями екстракції, промивки та висушування.

Вміст арсену в кінцевому продукті становить не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, кадмію – не більше 0,5 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Ензими вважаються безпечними продуктами харчування, більшість з них інактивується при обробці. Проте існує потенційна небезпека утворення інших за хімічною будовою токсинів в процесі росту мікроорганізмів, які використовували для біосинтезу конкретних ензимів.

До каталізаторів гідролізу та інверсії належать також речовини, які за основною технологічною функцією були висвітлені у відповідних главах:

(Е260) ацетатна кислота – гл. 1.1,
(Е270) лактатна (молочна) кислота – гл. 1.1,
(Е330) цитратна кислота – гл. 1.1,
(Е334) тартратна (винна) кислота – гл. 1.1,
(Е338) ортофосфатна кислота – гл. 1.1,
(Е507) хлоридна кислота – гл. 1.1,
(Е513) сульфатна кислота – гл. 1.1,
(Е524) гідроксид натрію – гл. 4.1,
(Е525) гідроксид калію – гл. 4.1,
(Е529) оксид кальцію – гл. 4.1,
(Е530) оксид магнію – гл. 3.7,
(Е1100) амілази – гл. 5.8,
(Е1101) протеази – гл. 5.8,
(Е1104) ліпази – гл. 5.8.

5.5. Охолоджуючі та заморожуючі агенти

Охолоджуючі та заморожуючі агенти – це речовини, які понижують температуру харчового продукту при прямому контакті з ним. Вони застосовуються у формі газу, рідини або твердого тіла. Процес заморожування може бути повільним, швидким і надшвидким залежно від виду застосованого заморожуючого агента. Найефективнішим є надшвидке заморожування харчових продуктів шляхом зрошення або занурення в середовище рідких азоту або вуглекислого газу. При цьому вода, що міститься у клітинах харчового продукту, кристалізується так швидко, що не встигає утворити значних за розмірами кристалів. Останні здатні пошкодити клітини, що і спостерігається при повільному заморожуванні, але не при надшвидкому.

Загалом, для охолодження та заморожування найчастіше застосовують, дихлорофлуорометан, крижану воду, повітря, фреони, некиплячі рідкі середовища (розчини хлориду натрію, хлориду кальцію, глюкози, фруктози і сахарози, цукрово-спиртові водні розчини).

До охолоджуючих та заморожуючих агентів належать також речовини, які за основною технологічною функцією були наведені у відповідних главах:

(Е290) діоксид вуглецю – гл. 1.1,

(Е940) дихлородифлуорометан – гл. 4.10.

(Е941) азот – гл. 3.2,

5.6. Речовини, які сприяють життєдіяльності корисних мікроорганізмів.

Для існування і розвитку клітин мікроорганізмів (плісняві гриби, бактерії) вони повинні постійно підживлюватись водою, вуглецем, азотом, мікроелементами, амінокислотами, вітамінами, піримідиновими та пуриновими сполуками тощо.

Речовини, які сприяють життєдіяльності корисних гетеротрофних мікроорганізмів, необхідні для підтримування їхньої певної концентрації в біотехнологічних процесах виготовлення хліба та хлібобулочних виробів, вина, пива, спирту, молочнокислих продуктів, виробів з овочів, м'яса тощо.

Джерелом харчування для мікроорганізмів (джерелом вуглецю) слугують моносахариди (глюкоза, фруктоза, галактоза тощо), дисахариди (лактоза, сахароза, мальтоза, целобіоза), трисахариди (рафіноза), полісахариди на зразок целюлози, амінокислоти, оліго- і поліпептиди, а також природна сировина (гідролізати крохмалю та целюлози, цукрова меляса, борошно, буряк, етиловий спирт та інші).

Джерелом азоту виступають амоніак та його похідні, карбамід (сечовина), амінокислоти (гліцин, аланін, валін та інші), білкові продукти, м'ясний екстракт тощо.

Джерелом фосфору, сірки, калію, кальцію, магнію і натрію, а також мікроелементів (мангану, кобальту, цинку, молібдену, хрому та інших металів) є відповідні неорганічні солі.

Важливим джерелом вважають вітаміни (тіамін, рибофлавін, піридоксин, біотин, фолієва кислота, пантотенова кислота, кобаламін), які входять до складу ензимів у формі коензимів при розмноженні мікроорганізмів.

Зауважимо, що плісняві гриби вирощують переважно за допомогою цукровмісних середовищ, а бактерії – білкових.

E508* Хлорид калію

Поживне середовище для дріжджів, стабілізатор, замінник солі

Синоніми: сильвін, калій хлористий, хлорид калію, солянокислий калій, potassium chloride, sylvine, sylvite.

KCl

Хімічна назва: калію хлорид.

Фізико-хімічні властивості. Це безбарвна кристалічна речовина або білий порошок з т. топ. 768^{0}С, який добре розчиняється у воді (34,3 г/100 г при 20^{0}С), погано розчиняється в метанолі та рідкому амоніаку; не розчиняється в етанолі, діетиловому етері. Втрати при висушуванні становлять не більше 1,0% (105^{0}С, 2 години).

Джерело. Найбільш всього хлорид калію міститься у мінералах на зразок сильвіну KCl, карналіту $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$, сильвініту $KCl \cdot NaCl$ з вмістом 20-40% хлориду калія тощо.

Добування. Хлорид калію добувають з природних копалин сильвіну або карналіту. Наприклад, при обробці останнього водою або відповідним лужним розчином (золою) хлорид магнію переходить в розчин, а KCl залишається в осаді.

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, водонерозчинних речовин – не більше 0,003%, фосфатів – не більше 0,001%, сульфатів – не більше 0,002%, кальцію – не більше 0,005%, магнію – не більше 0,002%, арсену – не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 5 мг/кг, меркурію – не більше 1 мг/кг, кадмію – не більше 1 мг/кг, інших важких металів – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Калій відіграє важливу біологічну роль, будучи основним внутрішньоклітинним катіоном. Внаслідок своєї здатності проникати крізь клітинні мембрани, іони калію регулюють передачу імпульсу по нервовим волокнам, скорочування м'язів, осмотичний тиск у клітині та інші функції

організму. Хлорид калію швидко всмоктується в людському організмі і достатньо швидко виводиться через нирки.

E510* Хлорид амонію

Поживне середовище для дріжджів, замінник солі, регулятор кислотності.

Синоніми: солянокислий амоній, амонійна сіль хлоридної кислоти, хлористий амоній, ammonium chloride, sal ammoniac, ammonium muriate, ammonium salt of chlorogenic acid.

NH_4Cl

Хімічна назва: амонія хлорид.

Фізико-хімічні властивості. Це білий порошок з т. возг. 337,6^{0}C (з розк.), який добре розчиняється у воді (37,2 г/100 г при 20^{0}C), середньо в етанолі. pH 5% водного розчину 4,5-6,0. Втрати при висушуванні становлять не більше 2,0% (над силікагелем, 4 години).

Добування. Хлорид амонію є побічним продуктом у виробництві соди і його одержують шляхом випарювання відповідного маточного розчину. Крім того, застосовують пряму взаємодію амоніака з хлороводнем, які пропускають через водний розчин хлориду амонія:

$$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, нелетючих речовин – не більше 0,06%, водонерозчинних речовин – не більше 0,01%, сульфатного попелу – не більше 0,5%, кальцію і магнію – не більше 0,01%, плюмбуму – не більше 2 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Хлорид амонію у людському організмі швидко всмоктується і в печінці перетворюється у сечовину. Застосовується як лікарський засіб, проявляючи діуретичну дію.

Е429 Пептони

Речовини, що сприяють життєдіяльності корисних організмів.

Синоніми: гідролізати білків, peptones.

Будова. Це продукти (складні суміші) кислотного або ензиматичного гідролізу нативних білкових речовин рослинного і тваринного походження. До складу пептонів входять амінокислоти, пептиди, неорганічні солі, метали, вітаміни, жири тощо. Залежно від джерела білків існують пептони казеїну, желатину, м'яса, сої, дріжджів, агар-агару, мікроорганізмів тощо.

Кожний з пептонів має свій унікальний амінокислотний склад, згідно з їх вмістом у білкових речовинах. Наприклад, пептон казеїну (тип I), або триптон, містить, %: глутаматної кислоти – 18,74, проліну – 8,65, лейцину – 7,62, аспарагінатної кислоти – 6,99, лізину – 6,60, валіну – 5,51, серину – 5,08, ізолейцину – 4,45, фенілаланіну – 4,11, треоніну – 3,91, аргініну – 3,30, аланіну – 2,51, гістидину – 2,38, метіоніну – 2,32, гліцину – 1,86, тирозину – 1,86, триптофану – 0,95 і цистину – 0,44. У складі інших пептонів кількість таких або інших протеїногенних амінокислот змінюється у певних межах.

Фізико-хімічні властивості. Це гігроскопічні рідини, порошки або гранули. Вони добре розчиняються у воді. Пептони не випадають в осад при нагріванні, дії лугу або насичених розчинів сульфату алюмінія.

Добування. Тепер відома значна кількість різних за хімічним складом пептонів, виробництво яких збільшується з кожним роком. Існують різні технології їх одержання залежно від типу каталізатора реакцій гідролізу (мінеральні кислоти або ензими). Наприклад, пептони сої (порошок від білого до жовтого кольору) добувають шляхом гідролізу соєвого борошна в присутності ензимів виду гідролаз пептидних зв'язків. По закінченню процесу робочий розчин фільтрують, збільшують вміст утворених амінокислот шляхом концентрування при нагріванні у вакуумі, надалі такі концентрати при необхідності висушують розпилювальним методом або гранулють.

Пептони казеїну (триптон) одержують аналогічним чином з казеїну (молочного білка) під дією іншого пептид-гідролазного

ензима - трипсину. Утворений при цьому пептон казеїну (тип I) характеризується вмістом інгредієнтів, %: амінного азоту – 4,2, загального азоту – 13,13, натрію – 2,1, калію – 1,3, кальцію – 0,019, попелу – 6,0. pH 6,8 для 2% водного розчину. Амінокислотний склад цієї суміші наведений вище.

Основний напрямок застосування пептонів – слугувати амінокислотним джерелом для різних мікроорганізмів у сучасних біотехнологічних процесах одержання вітамінів, ліків, фармпрепаратів, кормів для тварин тощо.

До речовин, які сприяють життєдіяльності корисних мікроорганізмів, належать також інші, які за основною технологічною функцією були висвітлені у відповідних главах:

(E101) рибофлавіни – гл. 1.7,
(E170) карбонати кальцію – гл. 1.7,
(E327) лактат кальцію – гл. 4.1,
(E338) ортофосфатна кислота – гл. 1.1,
(E339i) ортофосфат натрію однозаміщений – гл. 4.1,
(E340) фосфати калію – гл. 4.1,
(E342) фосфати амонію – гл. 4.1,
(E450) пірофосфати – гл. 2.5,
(E501) карбонати калію – гл. 4.1,
(E509) хлорид кальцію – гл. 3.5,
(E511) хлорид магнію – гл. 3.5,
(E515) сульфат калію – гл. 1.4,
(E516) сульфат кальцію – гл. 4.1,
(E517) сульфат амонію – гл. 4.9,
(E518) сульфат магнію – гл. 3.5,
(E529) оксид кальцію – гл. 4.1,
(E640) гліцин та його натрієва сіль – гл. 1.6,
(E641) *L*-лейцин – гл. 1.6,
(E927b) карбамід – гл. 4.9.

5.7. Каталізатори

Каталізатори – це речовини, які прискорюють перебіг хімічної реакції, понижуючи ентальпію активації, але не вступають до складу кінцевого продукту. Вони застосовуються для таких процесів, як гідрогенізація рослинних олій (наприклад, в присутності нікелю), переестерифікація жирів (етилатів лужних металів), розклад пероксида водню (оксидів купруму або магнію) тощо.

Залежно від природи агрегатного стану реагуючих сполук (сполуки) і каталізатора їх поділяють на гомогенні, гетерогенні та змішанні. Каталізаторами переважно слугують метали (Ni, Pt, Pd, Na, K, Cu, Cr, Zr, Mn), їхні оксиди (натрію, магнію), а також інші хімічні сполуки (хромати і хроміти купруму, етилат і метилат натрію або калію, аміди натрію або калію, трифлуорометансульфонова кислота тощо).

Оксид натрію*

Каталізатор.
Синоніми: окис натрію, sodium oxide.

Na_2O

Хімічна назва: оксид натрію.
Фізико-хімічні властивості. Це прозорі кристали з т. топ. 1132^{0}C (в інертній атмосфері), які енергійно взаємодіють з водою (вологою) з утворенням NaOH. Оксид натрію не розчиняється в етанолі та інших органічних розчинниках.
Добування. Оксид натрію одержують шляхом взаємодії гідроксиду натрія з металічним натрієм або відновленням відповідного пероксиду металічним натрієм:

$$2NaOH + 2Na \rightarrow 2Na_2O + H_2$$
$$Na_2O_2 + 2Na \rightarrow 2Na_2O$$

У кінцевій суміші як домішка міститься пероксид натрію.

До каталізаторів належать також речовини, які за основною технологічною функцією були висвітлені у відповідних главах:

(Е173) алюміній – гл. 1.7,

(Е174) срібло – гл. 1.7.

суміш гідроксиду натрія (Е524) – гл. 4.1 і гліцеролу (Е422) – гл. 3.6,

(Е529) оксид кальцію – гл. 4.1,

(Е530) оксид магнію – гл. 3.7.

5.8. Ензими та ензимні засоби.

Ензими (ферменти) – це біологічні каталізатори переважно білкової природи, які суттєво прискорюють хімічні реакції *in vivo* в клітині рослинних і тваринних об'єктів або *in vitro* у ферментаторах. Вони здавна застосовувалися людиною для прискорення процесів виготовлення тіста, сиру, вина, пива тощо. Швидкості реакцій в присутності ензимів переважають швидкості аналогічних процесів *in vitro* на декілька порядків, вони мають високу стереоселективність, відбуваються в м'яких умовах і зі значним виходом кінцевої сполуки.

За хімічною будовою це переважно складні молекулярні комплекси органічних сполук білкової (поліпептидної) будови і небілкових складових. За аналогією з білками для ензимів притаманні різні рівні структурної організації: первинна, вторинна, третинна і четвертинна будови. При цьому вторинна структура у вигляді α-спіралей або β-структур становить основу будови ензимів. Зовнішнє втручання на зразок дії мінеральних кислот, лугів, солей важких металів, алкалоїдів, кип'ятіння, різноманітного опромінювання призводить до їх повної інактивації.

Відповідно до сучасної класифікації ензимів IUPAC/IUBMB вони поділяються на 6 класів, залежно від типу реакцій і природи субстрату:

1 клас – оксидоредуктази – каталізують окисно-відновні реакції;

2 клас – трансферази – каталізують перенесення атомів, хімічних груп або вільних радикалів з однієї сполуки на іншу, або в межах однієї сполуки;

3 клас – гідролази – каталізують реакції гідролізу складніших молекул на простіші при дії води;

4 клас – ліази – каталізують реакції негідролітичного розщеплення з утворенням подвійних зв'язків або приєднання певних хімічних груп до подвійного зв'язку;

5 клас – ізомерази – каталізують реакції ізомеризації;

6 клас – лігази (синтетази) – каталізують реакції синтезу із використанням енергії пірофосфатного зв'язку АТФ та подібних сполук.

У свою чергу наведені класи поділяються на підкласи, а далі ще на підпідкласи. Підклас уточнює основний вид субстрату, на який діє ензим, а підпідклас показує хімічну природу субстрату чи акцептора, що беруть участь у реакції.

Для кожного ензиму існує чотирикодовий шифр К.Е.: перша цифра означає клас, друга – підклас, третя – підпідклас, четверта – порядковий номер (К.Е. – класифікація ензимів, або К.Ф. – ферментів).

Зазначимо, що назви ензимів наведені згідно з рекомендаціями номенклатурного комітету міжнародної спілки біохімії та молекулярної біології NC-IUBMB у співпраці зі спільною комісією біохімічної номенклатури JCBN при IUPAC-IUBMB.

У харчовій промисловості ензими використовують у процесах одержання вина, пива, хліба та хлібобулочних виробів, сирів, етанолу, харчових органічних кислот, вітамінів тощо. У масложировій промисловості їх застосовують для гідролізу жирів, добування гліцеролу і вищих карбонових кислот, вилучення неповних ацилгліцеролів з олій. Крім того, в присутності ензимів відбуваються процеси синтезу ацилгліцеролів різної будови, трансестерифікації жирів (алкоголіз, ацидоліз), вилучення олій з рослинної сировини.

У харчових технологіях їх використовують переважно у вигляді ензимних препаратів, так званих мультіензимних комплексів, які містять крім активної білкової складової ще різні баластні

речовини. Для утворення ензимів допускається використання непатогенних і нетоксичних штамів різних продуцентів (мікроорганізмів, бактерій і нижчих грибів), а також органів і тканин здорових сільськогосподарських тварин і рослин.

Відбувається постійний пошук нових ензимних систем та їхніх продуцентів з використанням хімічної, біологічної та фізичної модифікації відомих ферментів з метою поліпшення їхньої каталітичної активності, селективності, стійкості до дії температури, кислот, інгібуючих речовин тощо. При цьому суворо слідкують за показниками безпеки нових форм ензимів на зразок наявності мікотоксинів, антибіотичної активності, вмісту життєдіяльних форм їхніх продуцентів, інших мікробіологічних показників.

Останнім часом за допомогою ензимів розроблено у промислових масштабах виробництво важливих глюкозо-фруктозних сиропів з крохмалю, глюкозо-галактозних сиропів з молочної сироватки, етилового спирту з целюлозовмісної сировини.

E1100* Амілази

Ензим (фермент), каталізатор гідролізу, поліпшувач борошна (клас гідролази: глікозидази).

До цієї групи ензимів амілази належать: 1) α-амілаза, 2) β-амілаза і 3) глюкоамілаза.

Синоніми: 1) 4-α-*D*-глюкан глюканогідролаза – систематична назва, *ендо*-1,4-α-*D*-глюкозидаза), α-амілаза, ендоамілаза, глюкогеназа, α-amylase, endoamylase, glycogenase;

2) 4-α-*D*-глюкан мальтогідролаза – систематична назва, β-амілаза, α-1,4-глюкан мальтогідролаза, глюкогеназа, β-amylase, glycogenase, saccharogen amylase;

3) 4-α-*D*-глюкан глюкогідролаза – систематична назва, глюкан 1,4-α-глюкозидаза, *екзо*-1,4-α-*D*-глюкозидаза, γ-амілаза, амілоглюкозидаза, amylases, glycogenase, glucoamylase, γ-amylase, γ-1,4-glucan glucohydrolase, acid maltase.

Систематичні номери: 1) 3.2.1.1 - α-амілаза; 2) 3.2.1.2 - β-амілаза; 3) 3.2.1.3 – глюкоамілаза.

Реакції, що каталізуються: 1) α-амілаза – ендогідроліз 1,4-α-*D*-глюкозидних зв'язків в подісахаридах, які містять більше двох, сполучених α-1,4-зв'язками ланок *D*-глюкози, з утворенням мальтози і глюкози;

2) β-амілаза – гідроліз 1,4-α-*D*-глюкозидних зв'язків з утворенням мальтози;

3) глюкоамілаза – гідроліз амілозних та амілопектинових кінцевих α-*D*-глюкозних залишків з нередукуючого кінця макромолекули крохмалю, сполучених 1,4-, а також 1,6-глікозидними зв'язками, з утворенням β-*D*-глюкози.

Фізико-хімічні властивості. Це аморфні порошки від білого до жовтувато-коричневого кольору, бурштинові пасти або водні розчини від бурштинового до коричневого кольору. Вони розчиняються у воді; практично не розчиняються в етанолі, хлороформі, діетиловому етері. α-Амілази стійкі: до pH 5,7 (амілаза ячмінного солоду); 5,2 (бактеріальна); 3,5-4,5 (грибна). Оптимум дії β-амілази спостерігається при pH 4,8-5,0, стабільність при pH 4,5-8,0. Оптимум активності глюкоамілази - при pH 4,0-5,0 і температурі 50-60^{0}C. Останні мають високу термо- і кислотостійкість. Різні види глюкоамілаз відрізняються один від одного швидкістю реакції гідролізу крохмалю, термічною і кислотною стійкістю.

Джерело. α-Амілаза міститься в організмах тварин, вищих рослин, мікроміцетах і бактеріях; β-амілаза і глюкоамілаза містяться у тканинах вищих рослин.

Добування. Такі ензими одержують контрольованою ферментацією різних видів пліснявих грибів *Aspergillus oryzae, A. awamori, Bacillus Subtilis, B. stearothermophilus, B. amylolique-faciens,B. Licheniformis,* а також екстракцією ячмінного солоду. Здебільшого культивування продуцента проводять при 24-32^{0}C протягом 24-48 годин. По закінченню процесу ензими виділяють за допомогою екстракції водою, висолювання, електрофореза, сорбційної хроматографії з використанням іонообмінних смол.

Вміст у кінцевому продукті арсену становить не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, важких металів – не більше 40 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Ензими вважаються безпечними продуктами харчування, більшість з них інактивується при температурній

обробці. Проте існує потенційна небезпека утворення інших за хімічною будовою токсинів в процесі росту мікроорганізмів, які використовували для біосинтеза конкретних ензимів.

Е1101* Протеази

Ензими (гідролази), поліпшувачі борошна та хліба, підсилювачі смаку та аромату, прискорювачі дозрівання м'яса та риби, каталізатори гідролізу.

Протеази (протеїнази) належать до протеолітичних ензимів класу гідролаз, сприяють гідролізу пептидних зв'язків білкових молекул, пептидів, амідів. Такі ензими поділяють на протеазу (і), папаїн (іі), бромелайн (ііі) і фіцин (іv).

Е1101*(і) Протеаза

Основними видами ензимів цього типу є: а) хімозин, б) протеаза рослинна і в) пепсин.

а) хімозин

Ензим (фермент) – гідролаза.

Синоніми: ренін, „ренет", сичужний фермент, rennett, rennin, chymosin, aspartyl proteinase, milk-clotting enzyme.

Систематичний номер 3.4.23.4.

Призначення. Хімозин використовується у процесах виготовлення сирів для згортання молока, що пов'язано з каталізом реакцій гідролізу капа-казеїну молока і утворення нерозчинного пара-капа-казеїну.

Фізико-хімічні властивості. Це прозорі рідини від бурштинового до темно-коричневого кольору або аморфні порошки від білого до жовтувато-коричневого кольору. Вони розчиняються у воді; практично не розчиняються в етанолі, хлороформі, діетиловому етері. Оптимальна каталітична дія відбувається при pH 3,7; максимальна стабільність у розчині спостерігається при pH 4,8.

Джерело. Хімозин міститься в травному соці четвертого шлунка (сичузі) молодих жуйних тварин.

Добування. Хімозин без домішок пепсину добувають методом водної екстракції 10% розчином NaCl із висушеної сичуги телят та ягнят, яких годували тільки молоком, з подальшим висолюванням за допомогою сульфату амонія. Якщо хімозин отримують із сичуги цих тварин без спецхарчування, то поряд з основним ензимом, у ньому міститься ще пепсин та інші ензими.

Зауважимо, що джерело хімозину (шлунок тварин) є обмеженим і це вимагає створення подібних за каталітичною дією нових протеаз.

Метаболізм і токсичність. Ензими вважаються безпечними продуктами харчування, більшість з них інактивується при термічній обробці. Але існує потенційна небезпека утворення інших за хімічною будовою токсинів в процесі росту мікроорганізмів, які використовували для біосинтеза конкретних ензимів.

б)протеаза рослинна

Ензим (гідролаза), підсилювач смаку та аромату, каталізатор гідролізу, поліпшувач борошна та хліба.

Синоніми: протеолітичні ферменти, пептидгідролази, протеінази, proteases, protease.

Систематичний номер 3.4.23.1.

Призначення. Протеаза рослинна гідролізує білки до пептидів меншої молекулярної маси в процесах виготовлення хліба та пива.

Фізико-хімічні властивості. Це аморфні порошки від сіро-білого до жовтувато-коричневого кольору, які розчиняються у воді; практично не розчиняються в етанолі, діетиловому етері. Оптимальні каталітичні властивості ензиму проявляються при pH 3,5-5,0. При температурі більшій, ніж 60^0C, він інактивується. В присутності ціанідів і тіольних (сульфгідрильних) сполук протеаза рослинна також інактивується.

Джерело. Протеаза рослинна міститься переважно в насінні злакових.

Добування. Протеазу рослинну добувають шляхом екстракції пророщеного насіння ячменю та пшениці.

Вміст у кінцевому продукті арсену становить не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, важких металів – не більше 40 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (E1101) Хімозин.

в) пепсин

Ензим (гідролаза), освітлювач.

Синоніми: пепсин А, pepsin, lactated pepsin, pepsin fortior, fundus-pepsin.

Систематичний номер 3.4.23.1.

Призначення. Пепсин гідролізує білки до пептидів меншої молекулярної маси в процесах виготовлення сиру та пива.

Фізико-хімічні властивості. Це аморфні порошки від білого до жовтувато-коричневого кольору, бурштинові пасти або водні екстракти від бурштинового до коричневого кольору. Пепсин розчиняється у воді; практично не розчиняється в етанолі, діетиловому етері, хлороформі. Оптимальні властивості ензиму проявляються при pH 2,0.

Джерело. Пепсин міститься у протеазі шлункового соку свиней, рогатої худоби.

Добування. Пепсин неочищений добувають з кислотного екстракту (автолізату) слизової оболонки шлунків тварин шляхом висалювання 15% водним розчином натрій хлориду. Для чистішого пепсину його осаджують етанолом або виділяють за допомогою іонообмінної хроматографії.

Вміст у кінцевому продукті арсену становить не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, важких металів – не більше 40 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (E1101) Хімозин.

E1101*(ii) Папаїн

Ензими (гідролази), поліпшувачі борошна та хліба, підсилювачі смаку та аромату, прискорювачі дозрівання м'яса та риби, каталізатори гідролізу.

Синоніми: цистеїн протеіназа, papayotin, papaya peptidase I, velardon, proteases, papain.

Систематичний номер 3.4.22.2.

Призначення. При виготовленні м'ясопродуктів вони викликають гідроліз поліпептидів, амідів, естерів у м'язових білків, колагені, еластині з утворенням пептидів меншої молекулярної маси.

Фізико-хімічні властивості. Це порошки від білого до жовтувато-коричневого кольору або водні розчини від прозорих до ясно-жовтих. Для папаїну оптимальним є діапазон pH 5,0-8,0; він стійкий при нагріванні до 70^0C, а при 80-85^0C і в кислому середовищі (pH < 5,0) інактивується. Наведений ензим добре розчиняється у воді; практично не розчиняється в етанолі, діетиловому етері, трихлорометані.

Джерело. Папаїн міститься у молочному соці плодів дерева (папаї) *Carica papaya* L.

Добування. Папаїн одержують із відповідної рослинної сировини шляхом простого висушування молочного соку папаї з подальшим осадженням домішок і фракціонуванням.

Вміст у кінцевому продукті арсену становить не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, важких металів – не більше 40 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е1101) Хімозин.

Е1101*(iii) Бромелайн

Відомі дві форми бромелайну: 1) бромелайн зі стеблів (*stem bromelain*) і 2) бромелайн з фруктів (*fruit bromelain*). Вони належать до ензимів пептидаз підкласу (3.4), до підпідкласу цистеїн ендопептидаз (3.4.22) і відрізняються будовою та каталітичною дією.

Синоніми: 1) бромелін, proteases, bromelain, pineapple stem bromelain; 2) фруктовий бромелайн, бромелаза, ананасовий ензим, juice bromelain, ananase, bromelase, pineapple enzyme.

Систематичний номер 10 3.4.22.32 і 2) 3.4.22.33.

Призначення. При виготовленні м'ясопродуктів вони викликають гідроліз поліпептидів, амідів, естерів у м'язових білків, колагені, еластині з утворенням пептидів меншої молекулярної маси.

Фізико-хімічні властивості. Це порошки від білого до жовтувато-коричневого кольору або водні розчини від прозорих до ясно-жовтих.

Наведені ензими добре розчиняється у воді; практично не розчиняється в етанолі, діетиловому етері, трихлорометані. Бромелайн має високу термічну стабільність. Оптимальним значенням pH для нього є 6,0-7,0.

Джерело. Бромелайн обох типів міститься в плодах ананасу *Ananas comosus, A. bracteatus* L.

Добування. Бромелайн одержують з наведеної рослинної сировини шляхом фільтруванням відповідного соку після пресування плодів або стебла ананасу і подальшим фракційним осадженням ензиму ацетоном.

Вміст у кінцевому продукті арсену становить не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, важких металів – не більше 40 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (E1101) Хімозин.

E1101*(iv) Фіцин

Синоніми: proteases, ficin, debricin, hgueroxyl delabarre.

Систематичний номер 3.4.22.3.

Призначення. При виготовленні м'ясопродуктів він викликає гідроліз поліпептидів, амідів, естерів у м'язових білків, колагені, еластині з утворенням пептидів меншої молекулярної маси подібно до дії папаїну.

Фізико-хімічні властивості. Це порошки від білого до жовтувато-коричневого кольору або водні розчини від прозорих до ясно-жовтих. Наведений ензим добре розчиняється у воді; практично не розчиняється в етанолі, діетиловому етері, трихлорометані. Фіцин проявляє оптимальну ензиматичну дію при температурі 60-65^{0}C і значенні pH 7,0.

Джерело. Фіцин міститься у соці стеблин та листків плодового дерева інжиру *Ficus glabrata, F. Carica, F. sp.* тощо.

Добування. Фіцин одержують з наведеної рослинної сировини шляхом фільтрування відповідного соку стеблів і листків інжирного дерева аналогічно добуванню E1101*(iii) Бромелайн.

Вміст у кінцевому продукті арсену становить не більше 3 мг/кг, плюмбуму – не більше 10 мг/кг, важких металів – не більше 40 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Див. (E1101) Хімозин.

Е1104* Ліпази

Ензими (гідролази), каталізатори гідролізу, підсилювачі смаку та аромату, поліпшувачі борошна і хліба.

Синоніми: триацилгліцерол ацилгідролаза – систематична назва, ліполітичні ферменти, триацилгліцерин ліпаза, триацилгліцерин ацилгідролаза, трибутираза, тригліцерин ліпази, бутириназа, lipase, tributyrase, triglyceride lipase, butyrinase, glicerol ester hydrolase.

Систематичний номер 3.1.1.3.

Призначення. Ліпази гідролізують триацилгліцероли, або естери вищих (жирних) карбонових кислот, з утворенням ди- або моноацилгліцеролів і вільних вищих карбонових кислот у процесах виготовлення сирів і хліба.

Фізико-хімічні властивості. Це аморфні порошки або рідини від сірого до жовто-коричневого кольору. Вони розчиняються у воді; практично не розчиняються в етанолі, діетиловому етері, трихлорометані. Оптимальну каталітичну дію проявляють при pH 9 і температурі 35-40^{0}С. При температурі 70^{0}С за 15 секунд повністю інактивуються.

Джерело. Ліпази містяться у молоці, багатьох живих організмах.

Добування. Ліпази добувають мікробіологічним методом при контрольованій ферментації *Aspergillus flavus, A. oryzae, A. niger* тощо. Крім того, їх добувають з тваринної панкреатинної тканини або з їстивних частин шлунку телят, ягнят.

Метаболізм і токсичність. Див. (Е1101) Хімозин.

Пектинази*

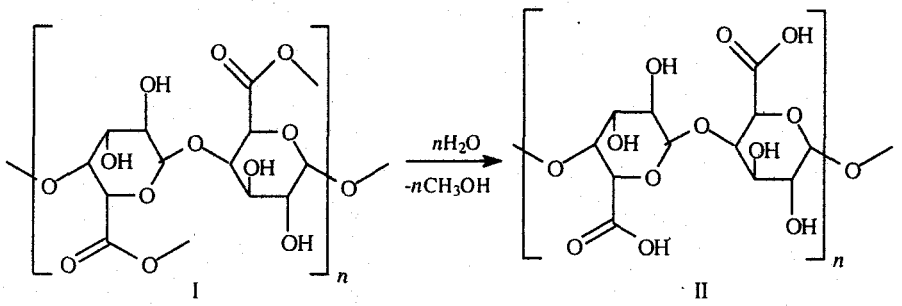
Ензими, каталізатори гідролізу, освітлювачі.

Призначення. Пектинази належать до пектинолітичних ензимів, які гідролізують пектинові речовини (полісахариди) до нижчих за молекулярною масою продуктів, розчинних у воді (будову пектинів див. Е440). По суті це суміші кількох ензимів різного класу з певною каталітичною функцією: 1) естерази (підклас 3.1.1) – клас гідролаз, 2) протопектинази (підклас 3.2.1) – клас гідролаз і 3) деполімерази (підклас 4.2.2) – клас ліаз. Каталітична функція становить: 1) естерази гідролізують естерні

зв'язки ланок галактуронової кислоти в пектинах з утворенням галактуронової кислоти та виділенням метанолу; 2) протопектинази гідролізують О-глікозидний зв'язок протопектинів і пектинів, переводячи їх з нерозчинного стану у водорозчинний; 3) деполімерази, або транселімінази, утворюють ненасичені моно-, ди- і олігогалактуронати внаслідок відщеплення ланок галактуронової кислоти від основного кору пектинового полісахариду.

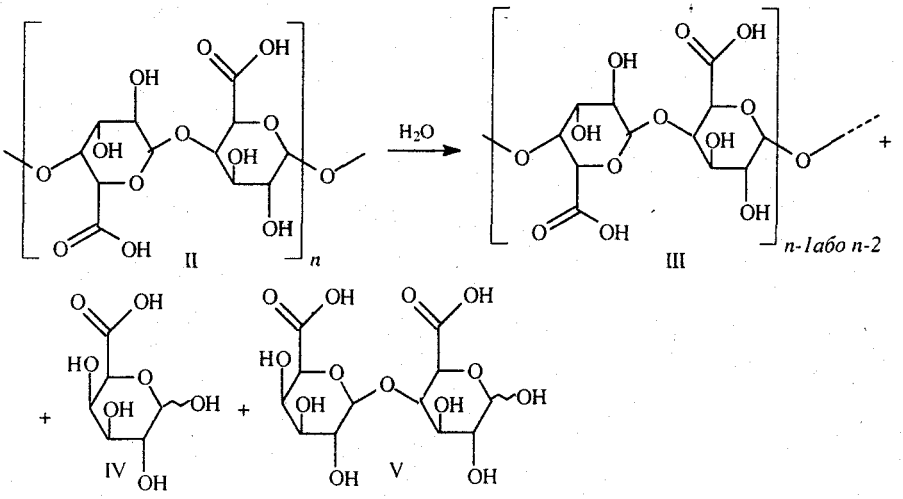
Конкретна дія кожного з таких ензимів розглянута окремо.

Так, ензим *пектинестераза* (3.1.1.11) гідролізує естерні зв'язки ланок пектинової кислоти I з утворенням метанолу та пектової кислоти II:



I II

Ензим *полігалактуроназа* (3.2.1.15) гідролізує статистично (випадково) О-глікозидні зв'язки протопектинів і пектових кислот II з утворенням пектових кислот з меншою молекулярною масою III та мономерних IV або димерних V галактуронових кислот:

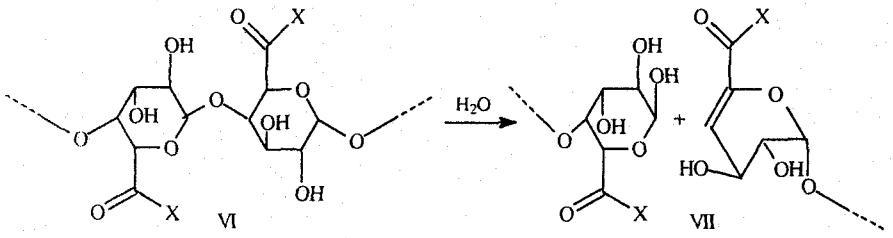


II III IV V

Ензим *галактуран* 1,4-α-*галактуронідаза* (3.2.1.67) каталізує гідроліз глікозидних зв'язків аналогічно ензиму 3.2.1.15 з відщепленням однієї ланки галактуронової кислоти IV від основного кору полісахариду або розщеплення димеру V до відповідних мономерних сполук IV.

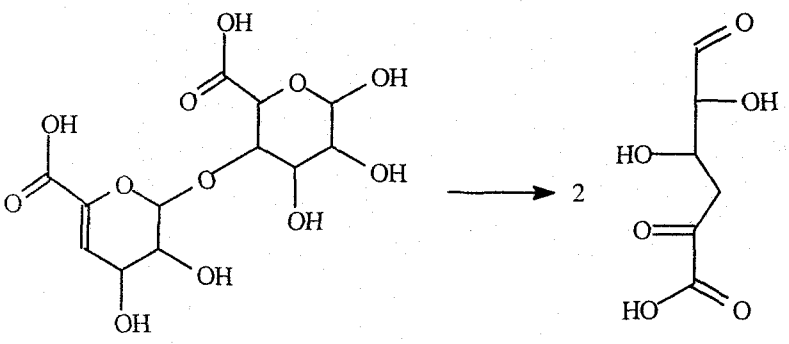
Ензим *екзо-полі*-α-*галактуронозидаза* (3.2.1.82) гідролізує пектинові кислоти з невідновлюючого кінця основного кору з відщепленням димерної ланки V.

Ензим *пектат ліаза* (4.2.2.2) каталізує реакію розщеплення пектинових і пектових кислот VI з утворенням олігосахаридів, які містять 4-дезокси-α-*D*-галакт-4-енуронозильні фрагменти VII.



X = —OH або —OCH_3

Ензим *олігогалактуронід ліаза* (4.2.2.6) каталізує реакцію розщеплення ненасиченого димеру 4-(4-дезокси-β-*D*-глюк-4-енуронозил)-*D*-галактуронової кислоти VIII на дві молекули 5-дегідро-4-дезокси-*D*-глюкуронової кислоти IX:



VIII IX

Крім того, такий ензим каталізує також ряд інших реакцій: 1) утворення двох сполук IX з аналогічного ненасиченого димеру VIII, в якому ланка глюкуронової кислоти є α-аномером - 4-(4-дезокси-α-*D*-глюк-4-енуронозил)-*D*-галактуронової кислоти; 2) утворення двох сполук IX з насиченого димеру 4-β-*D*-ГлюК-1,4-*D*-ГалК і 3) утворення 5-дегідро-4-дезокси-*D*-глюкуронової кислоти IX та сполуки IV з насиченого димеру 4-α-*D*-ГлюК-1,4-*D*-ГалК.

Ензим *пектат дисахарид-ліаза* (4.2.2.9) каталізує реакцію відщеплення 4-(4-дезокси-α-*D*-галакт-4-енуронозил)-*D*-галактуронової кислоти з відновлюючого кінця пектових кислот.

Ензим *пектин ліаза* (4.2.2.10) каталізує реакцію розщеплення пектинових кислот з утворенням олігосахаридів, які містять 4-дезокси-6-О-метил-α-*D*-галакт-4-енуронозильні фрагменти на своїх невідновлюючих кінцях.

Синоніми пектинових ензимів.

1) Естераза (3.1.1.11): пектин пектилгідролаза – систематична назва, пектин метилестераза, пектаза, пектин деметоксилаза, пектин метоксилаза, пектин метил естераза.

2) Протопектинази.

(3.2.1.15): 1,4-α-*D*-галактуронан глюканогідролаза – систематична назва, пектин полігалактуроназа, пектиназа, пектин гідролаза, пектолаза, ендо-полігалактуроназа, пектин деполімераза, ендогалактуроназа, полі-α-1,4-галактуронід глюканогідролаза, ендо-*D*-галактуроназа, полі(1,4-α-*D*-галактуронід) глюканогідролаза;

(3.2.1.67): полі[(1,4)-α-*D*-галактуронід] галактуроногідролаза – систематична назва, екзополігалактуроназа, полі(галактуронат) гідролаза, екзо-*D*-галактуроназа, екзо-*D*-галактуронаназа, екзополі-*D*-галактуроназа, полі(1,4-α- *D*-галактуронід) галактуроногідролаза, галактуран 1,4-α-галактуронідаза;

(3.2.1.82): полі[(1,4)-α-*D*-галактозидуронат] дигалактуроногідролаза – систематична назва, екзополігалактуронозидаза, екзополігалактуранозидаза, екзополі-α-галактуронозидаза, екзополігалактуронан-дигалактуроногідролаза, полі(1,4-α-*D*-галактозидуронат) дигалактуроногідролаза.

3) Деполімерази. (4.2.2.2): 1,4-α-*D*-галактуронан ліаза – систематична назва, пектит ліаза, полігалактуронат ліаза, полігалактуронова кислота *транс*-еліміназа, полігалактуронік транселіміназа, пектинова кислота транселіміназа, полігалактуронат ліаза, ендопектин метилтранселіміназа, пектат транселіміназа, ендогалактуронат транселіміназа, пектинова кислота ліаза, пектин-*транс*-еліміназа, α-1,4-*D*-ендополігалактуронова кислота ліаза;

(4.2.2.6): олігогалактуронід ліаза – систематична назва, олігогалактуронат ліаза, ненасичений олігогалактуронат транселіміназа;

(4.2.2.9): 1,4-α-*D*-галактуронан відновлюючий кінець дисахарид ліаза – систематична назва, екзопектинова кислота транселіміназа, екзопектат ліаза, пектат дисахарид ліаза, пектат екзо-ліаза, екзополігалактуронова кислота-*транс*-еліміназа;

(4.2.2.10): (1,4)-6-О-метил-α-*D*-галактуронан ліаза – систематична назва, пектин *транс*-еліміназа, ендо-пектин ліаза, пектинтранселіміназа, пектин метилтранселіміназа, поліметил-галактуронік транселіміназа.

Фізико-хімічні властивості. Пектинові ензими або їхні препарати існують у різноманітних формах – у вигляді культуральних рідин, водно-гліцеролових розчинів та ліофілізованих порошків. Вони проявляють максимальну каталітичну активність при 45-55^{0}С і pH 4,0-5,0. При кип'ятінні інактивуються (денатурують). Температура зберігання ензимних препаратів становить 2-8^{0}С.

Джерело. Наведені пектолітичні ензими синтезуються вищими рослинами, пліснявими грибами, бактеріями і дріжджами

Добування. Відповідні ензими добуваються мікробіологічним методом при контрольованій ферментації переважно пліснявих грибів різної природи: полігалактуроназа (3.2.1.15) – *Aspergillus aculeatus, A. niger, Penicillium canescens;* пектинестераза (3.1.1.11) – *A. niger*, *A. awamori*, *Rhizopus species*; пектин ліаза (4.2.2.10) – *A. niger* тощо. Очистку отриманих ензимів виконують за допомогою процесів освітлення, вилучення неактивних білкових речовин.

Каталази*

Ензими (оксидоредуктази), каталізатори розкладу пероксида водню, підсилювачі смаку та аромату, поліпшувачі борошна і хліба.

Синоніми: гідроген-пероксид: гідроген-пероксид оксидоредуктаза – систематична назва, еквілаза, катаназа, оптидаза, каталаза-пероксидаза, catalases, equilase, caperase, optidase, catalase-peroxidase.

Систематичний номер 1.11.1.6.

Призначення. Каталаза виконує роль захисника клітини від дії пероксида водню. Вона каталізує розклад пероксида водню, окиснюючи одну молекулу H_2O_2 до молекулярного кисню із одночасним відновленням іншої молекули пероксида до H_2O:

$$2H_2O_2 \rightarrow O_2 + 2H_2O$$

Вважають, що одна молекула каталази здатна розкласти за 1 с приблизно 44 тис. молекул пероксида водню.

Будова. За хімічною будовою каталаза належить до групи гемопротеїнових ензимів, складається з чотирьох ідентичних угруповань (субодиниць), кожне з яких містить гем з іоном Fe^{3+} (0,009%). Молекулярна маса каталази становить 225 000 – 250 000 залежно від джерела, з якого вони були добуті.

Фізико-хімічні властивості. Це коричневі рідини або порошки, які не розчиняються у воді. Оптимальна каталітична дія проявляється при pH 2-9 залежно від джерела виділення. Від останнього залежить також їхня термостабільність.

Джерело. Каталази містяться в усіх рослинних і тваринних клітинах (печінці, еритроцитах ссавців – до 2% від сухої маси), багатьох аеробних мікроорганізмів.

Добування. Наведений тип ензимів одержують мікробіологічним методом з культуральних рідин відповідних мікроорганізмів на зразок *Micrococcus lysodeicticus, Penicillium simplicissimum* або з печінки великої рогатої худоби з подальшою ретельною очисткою.

Целюлази

Ензими (гідролази), освітлювачі.

Синоніми: 4-β-*D*-глюкан 4-глюканогідролаза – систематична назва, ендо-1,4-β-глюканаза, бета-1,4-глюканаза, целюлаза А, целюлозин АР, ендоглюканаза D, cellulase, celluase A, cellulosin AP, beta-1,4-endoglucan hydrolase.

Систематичний номер 3.2.1.4.

Призначення. Целюлази невпорядковано гідролізують β-1,4-глікозидні зв'язки похідних целюлози з високим ступенем заміщення і циклодекстринів. На початкових стадіях гідролізу такі ензими атакують переважно аморфні ділянки целюлозних фібрил і тим самим спрощують структуру целюлози (зменшують довжину основного кору).

Фізико-хімічні властивості. Це порошки, які не розчиняються у воді. За хімічною будовою вони належать до глікопротеїнів. Проявляють високу активність до гідролізу целюлози у комбінації з іншими целюлолітичними ензимами (целобіогідролазами, β-глюкозидазами).

Джерело. Целюлази містяться в багатьох бактеріях, актиноміцетах, грибах, рослинах.

Добування. Наведений ензим одержують мікробіологічним методом з культуральних рідин відповідних мікроорганізмів на зразок гриба з грунту *Trichoderma virrde* (*reesci*) або аеробних бактерій *Clostridium thermosellum* тощо.

Бета-галактозидази

Ензими (гідролази).

Синоніми: β-*D*-галактозид галактогідролаза – систематична назва, лактаза, бета-лактозидаза, β-*D*-лактозидаза, максилакт, гідролакт, beta-galactosidase, lactase, maxilact, hydrolact, β-*D*-lactosidase, lactozym.

Систематичний номер 3.2.1.23.

Призначення. Каталізує реакцію гідролітичного відщеплення нередукуючих залишків β-*D*-галактози в β-галактозидах, наприклад, в лактозі (молочному цукрі).

Фізико-хімічні властивості. Це порошки або кристалічні речовини, які не розчиняються у воді. Їхні фізико-хімічні властивості залежать від джерела добування. Так, β-галактозидаза з *E. coli* є

кристалічною речовиною з молекулярною масою приблизно 85 000. Залежно від джерела добування розрізняються також оптимальні температури каталітичної дії, які становлять діапазон 37-50^{0}C. Оптимум pH становить: для бактеріальних ензимів – приблизно 7,0, з грибів – 5,0 і з дріжджів – 6,0.

Джерело. β-Галактозидази містяться в грибах, бактеріях, входять до складу дріжджів.

Добування. β-Галактозидази одержують біотехнологічним методом з різних продуцентів: з бактерій (*E. coli, Lactobacillus*), мікроскопічних грибів (*A. oryzae, A. niger*), дріжджів (*S. Fragilis, S. psedotropicalis*).

До ензимів належать також речовини, які за основною технологічною функцією були наведені у відповідних главах:

(E1102) глюкозооксидаза – гл. 3.3,

(E1103) інвертази – гл. 5.4.

5.9. Засоби для зняття шкірки з плодів

Засоби для зняття шкірки з плодів – це речовини, які хімічним шляхом допомагають вилучати шкірку з певних фруктів та овочів. Вони розм'якшують оболонку рослинних продуктів таким чином, що після обробки вона легко відділяється від плоду за допомогою різних методів (механічного, вакуумування, за допомогою водяної пари або лугів)

E917* Йодат калію

Засіб для зняття шкірки, засіб для йодування.

Синоніми: калій йодноватокислий; potassium iodate, potassium salt, iodic acid.

Фізико-хімічні властивості. Це білий кристалічний порошок з т. топ. 560^{0}C (част. розклд.), який розчиняється у воді (9,2 г/100 мл при 25^{0}C і 32 г/100 мл (100^{0}C) і не розчиняється в органічних розчинниках. pH 5,0-8,0 для 5% водного розчину при 20^{0}C.

Добування. Йодат калію одержують взаємодією гідроксиду калія з йодатною кислотою або при додаванні йоду до концентрованого гарячого розчину КОН:

$$KOH + HIO_3 \rightarrow KIO_3 + H_2O$$
$$3I_2 + 6KOH \rightarrow KIO_3 + 5KI + 3H_2O$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, водонерозчинних речовин – не більше 0,01%, йодидів – не більше 0,005%, сульфатів – не більше 0,02%, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Йодат калію застосовують у багатьох країнах для йодування повареної солі, оскільки йод визначає загальний темп розвитку та життєдіяльності організму. В умовах *in vivo* під дією відповідних ензимів він швидко розщеплюється до необхідного аніону I^-. Вважається, що у певних дозах (40 мг „чистого" йоду/кг солі NaCl) йодат калію нетоксичний. У більших дозах може проявляти негативний вплив на організм людини. Максимально допустима добова доза йоду складає приблизно 1 мг.

Йодид калію*

Засіб для зняття шкірки, засіб для йодування.

Синоніми: йодистий калій, potassium iodide.

Фізико-хімічні властивості. Це біла кристалічна речовина з т. топ. 686^{0}С і т. кип. 1330^{0}С. Вона розчиняється у воді (144 г/100 г при 20^{0}С і 208 г/100 г при 100^{0}С), метанолі, етанолі, ацетоні (2,38 г/100 г при 22^{0}С), гліцеролі. Під дією вологи на світлі КІ окиснюється молекулярним киснем до відповідного гіпойодиту та йодату з виділенням забарвленого I_2. Для запобігання цьому до повареної солі додають відновники на зразок тіосульфату натрія.

Добування. Йодит калію одержують взаємодією йоду з гідроксидом калію в присутності пероксида водню або форміатної кислоти, а також за допомогою реакції обміну солей феруму і калію:

$$I_2 + 2KOH + HCOOH \rightarrow 2KI + CO_2 + 2H_2O$$
$$FeI_2 + 2KCl \rightarrow 2KI + FeCl_2$$

Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,0%, водонерозчинних речовин – не більше 0,02%, сульфатів – не більше 0,02%, йодатів – не більше 0,01%, кальцію – не більше 0,01%, плюмбуму – не більше 10 мг/кг.

Метаболізм і токсичність. Йодид калію застосовують у багатьох країнах для йодування повареної солі, оскільки йод визначає загальний темп розвитку та життєдіяльності організму. В умовах *in vivo* під дією відповідних ензимів він швидко розщеплюється до необхідного аніону I^-. Вважається, що у певних дозах (40 мг „чистого" йоду/кг солі NaCl) йодид калію нетоксичний. У більших дозах може проявляти негативний вплив на організм людини. Максимально допустима добова доза йоду складає 1 мг.

До подібних за дією засобів належать також речовини, які за основною технологічною функцією були висвітлені у відповідних главах:

(E500) карбонати натрію – гл. 4.1,

(E520) сульфат алюмінію – гл. 3.5,

(E521) сульфат алюмінію-натрію (галун алюмо-натрієвий) – гл. 3.5,

(E522) сульфат алюмінію-калію (галун алюмо-калієвий) – гл. 3.5,

(E523) сульфат алюмінію-амонію (галун алюмо-амонієвий) – гл. 3.5,

(E524) гідроксид натрію – 4.1,

(E525) гідроксид калію – гл. 4.1.

Додаток. Перелік харчових добавок

E100* Куркуміни ... 193
E100*(i) Куркуміни ... 193
E100*(ii) Турмерик ... 197
E101* Рибофлавіни ... 235
E101*(i) Рибофлавін синтетичний ... 235
E101*(ii) Рибофлавін-5'-фосфат натрію ... 238
E101*(iii) Рибофлавін з *Bacillus subtilis* ... 238
E102* Тартразин ... 155
E103 Алканет ... 250
E104* Хіноліновий жовтий ... 258
E107 Жовтий 2G ... 158
E110* Жовтий „сонячний захід" ... 159
E120* Карміни ... 251
E121 Цитрусовий червоний 2 ... 161
E122*. Азорубін (кармуазин) ... 162
E123 Амарант ... 164
E124* Понсо 4R ... 165
E125 Понсо SX ... 167
E127 Еритрозин ... 197
E128 Червоний 2G ... 168
E129* Червоний спеціальний AC ... 170
E130 Індантреновий синій ... 267
E131* Синій патентований V ... 181
E132* Індигокармін ... 240
E133* Діамантовий синій FCF ... 183
E140* Хлорофіли ... 261
E140*(i) Хлорофіл ... 261
E140*(ii) Хлорофілін ... 263
E141* Мідні комплекси хлорофілів ... 263
E141*(i) Мідні комплекси хлорофілів ... 264
E141*(ii) Мідні комплекси хлорофілінів ... 265
E142* Зелений S ... 185
E143 Зелений міцний FCF ... 187
E150a* Цукровий колер I простий ... 269
E150b* Цукровий колер II ... 270
E150c* Цукровий колер III ... 271
E150d* Цукровий колер IV ... 271
E151 Чорний діамантовий PN ... 171
E152* Вугілля ... 275

E153* Вугілля рослинне 276
E154 Коричневий FK 173
E155 Коричневий HT 175
E160a* Каротини 205
E160a*(i) β-каротин синтетичний (натурально-ідентичний) 205
E160a*(ii) Екстракти рослинних каротинів 207
E160a*(iii) β-каротин мікробіологічний з грибів *Blakeslea trispora* 209
E160a*(iv) β-каротин з водоростей *Dunaliella salina* 210
E160b* Екстракти анато 210
E160b*(i) Екстракти біксину 210
E160b*(ii) Екстракти норбіксину 212
E160c* Масло смоли паприки 214
E160d Лікопіни 216
E160d(i) Лікопін синтетичний 216
E160d (ii) Лікопін з томатів 218
E160d (iii) Лікопін мікробіологічний 219
E160f Метиловий або етиловий естери β-апо-8'-каротинової кислоти. 219
E160e* β-апо-8'-каротиновий альдегід 220
E161a Флавоксантин 222
E161b Лютеїн 223
E161b(i) Лютеїн з *Tagetes erecta* 223
E161b(ii) Екстракт лютеїну з *Tagetes* 224
E161c Криптоксантин 225
E161d Рубіксантин 226
E161e Віолоксантин 226
E161f Родоксантин 227
E161g Кантаксантин 228
E161h Зеаксантин 229
E161h(i) Зеаксантин синтетичний 229
E161h(ii) Зеаксантин збагачений з *Tagetes erecta* 231
E162* Червоний буряковий 265
E163* Антоціани 242
E163*(i) Антоціани 242
E163*(ii) Екстракт з вичавок червоного винограду 246
E163*(iii) Екстракт з чорної смородини 246
E163*(iv) Барвник з багряного маїсу 247
E163*(v) Барвник з червоної капусти 248
E164* Шафран 233
E166 Санталін 201
E170* Карбонати кальцію 276
E170*(i) Карбонат кальцію 276
E170*(ii) Гідрокарбонат кальцію 277
E171* Діоксид титану 278

Е172* Оксиди заліза 278
Е172*(і) Оксид заліза(II, III) чорний 279
Е172*(іі) Оксид заліза(III) червоний 280
Е172*(ііі) Оксид заліза(III) жовтий 280
Е173 Алюміній 282
Е174 Срібло 283
Е175* Золото 284
Е180 Літолрубін 177
Е181* Таніни харчові 249
Е182 Орцин 272
Е200* Сорбатна кислота 529
Е201* Сорбат натрію 530
Е202* Сорбат калію 531
Е203 Сорбат кальцію 532
Е209 Гептиловий естер *пара*-гідроксибензоатної кислоти 542
Е210* Бензоатна кислота 533
Е211* Бензоат натрію 534
Е212 Бензоат калію 535
Е213 Бензоат кальцію 536
Е214 Етиловий естер *пара*-гідроксибензоатної кислоти 537
Е215 Натрієва сіль етилового естеру *пара*-гідроксибензоатної кислоти 538
Е216 Пропіловий естер *пара*-гідроксибензоатної кислоти 539
Е217 Натрієва сіль пропілового естеру *пара*-гідроксибензоатної кислоти 540
Е218 Метиловий естер *пара*-гідроксибензоатної кислоти 541
Е219 Натрієва сіль метилового естеру *пара*-гідроксибензоатної кислоти 542
Е220* Діоксид сірки 495
Е221 Сульфіт натрію 495
Е222* Гідросульфіт натрію 499
Е223* Піросульфіт натрію 500
Е224* Піросульфіт калію 501
Е225 Сульфіт калію 496
Е226 Сульфіт кальцію 497
Е227 Гідросульфіт кальцію 498
Е228 Гідросульфіт калію 500
Е230 Біфеніл 543
Е231 *орто*-Фенілфенол 544
Е232 *орто*-Фенілфенолят натрію 546
Е233 Тіабендазол 550
Е234* Нізин 551
Е235* Натаміцин (пімарицин) 552
Е236 Форміатна (мурашина) кислота 515
Е237 Форміат натрію 516

Е238 Форміат кальцію 517
Е239* Гексаметилентетрамін 511
Е240 Формальдегід 509
Е241 Гваякова камедь (gum guaiac) 596
Е242 Диметилдикарбонат 512
Е249 Нітрит калію 503
Е250* Нітрит натрію 504
Е251* Нітрат натрію 505
Е252* Нітрат калію 506
Е260* Ацетатна кислота (оцтова кислота) 20
Е261 Ацетати калію 518
Е261(і) Ацетат калію 518
Е261(іі) Діацетат калію 519
Е262* Ацетати натрію 520
Е262*(і) Ацетат натрію 520
Е262*(іі) Діацетат натрію 521
Е263* Ацетат кальцію 521
Е264 Ацетат амонію 522
Е265 Дегідрацетова кислота 523
Е266 Дегідрацетат натрію 524
Е270* *L*-, *D*-, і *D*,*L*-Лактатна кислота (*L*-, *D*-, і *D*,*L*-молочна кислота) 26
Е280 Пропіонатна кислота 525
Е281 Пропіонат натрію 526
Е282 Пропіонат кальцію 527
Е283 Пропіонат калію 528
Е284 Боратна кислота 507
Е285* Бура 508
Е290* Діоксид вуглецю 46
Е296* Малатна кислота (яблучна кислота) 28
Е297 Фумаратна кислота (фумарова кислота) 24
Е300* Аскорбатна кислота (аскорбінова кислота) 34
Е301* Аскорбат натрію 562
Е302 Аскорбат кальцію 563
Е303 Аскорбат калію 564
Е304* Аскорбілпальмітат 565
Е305* Аскорбілстеарат 567
Е306* Концентрат суміші токоферолів 571
Е307* α-Токоферол 575
Е308* γ-Токоферол синтетичний 579
Е309* δ-Токоферол синтетичний 580
Е310 Пропілгалат 582
Е311 Октилгалат 583
Е312 Додецилгалат 584
Е313 Етилгалат 581

Е314 Гваякова смола 106
Е315 Ізоаскорбатна кислота 585
Е316* Ізоаскорбат натрію 586
Е317 Ізоаскорбат калію 587
Е318 Ізоаскорбат кальцію 588
Е319 *трет*-Бутилгідрохінон 589
Е320* *трет*-Бутилгідроксианізол 590
Е321* Ди-*трет*-бутилгідрокситолуен 591
Е322* Лецитини 366
Е323 Аноксомер 594
Е324 Етоксиквін 549
Е325* Лактат натрію 595
Е326* Лактат калію 696
Е327* Лактат кальцію 697
Е328 Лактат амонію 698
Е329 *D,L*-Лактат магнію 699
Е330* Цитратна кислота (лимонна кислота) 29
Е331* Цитрати натрію 713
Е331*(i) Цитрат натрію однозаміщений 713
Е331*(ii) Цитрат натрію двозаміщений 714
Е331*(iii) Цитрат натрію тризаміщений 715
Е332* Цитрати калію 716
Е332*(i) Цитрат калію однозаміщений 717
Е332*(ii) Цитрат калію тризаміщений 717
Е333 Цитрати кальцію 718
Е333(i) Монокальцій дицитрат 719
Е333(ii) Дикальцій дицитрат 720
Е333(iii) Трикальцій дицитрат 721
Е334* *D*-(+)-Тартратна кислота (*D*-(+)-винна кислота) 32
Е335* Тартрати натрію 40
Е335*(i) Тартрат натрію монозаміщений 40
Е335*(ii) Тартрат натрію дизаміщений 41
Е336* Тартрати калію 42
Е336*(i) Тартрат калію монозаміщений 42
Е336*(ii) Тартрат калію дизаміщений 43
Е337 Тартрат натрію-калію 44
Е338* Ортофосфатна кислота 49
Е339* Фосфати натрію 678
Е339*(i) Ортофосфат натрію однозаміщений 679
Е339*(ii) Ортофосфат натрію двозаміщений 679
Е339*(iii) Ортофосфат натрію тризаміщений 680
Е340* Фосфати калію 681
Е340*(i) Ортофосфат калію однозаміщений 682
Е340*(ii) Ортофосфат калію двозаміщений 682
Е340*(iii) Ортофосфат калію тризаміщений 683

E341* Фосфати кальцію 684
E341*(i) Ортофосфат кальцію однозаміщений 684
E341*(ii) Ортофосфат кальцію двозаміщений 685
E341*(iii) Ортофосфат кальцію 686
E342* Фосфати амонію 687
E342*(i) Ортофосфат амонію однозаміщений 687
E342*(ii) Ортофосфат амонію двозаміщений 688
E343 Фосфати магнію 689
E343(i) Ортофосфат магнію однозаміщений 689
E343(ii) Ортофосфат магнію двозаміщений 690
E343(iii) Ортофосфат магнію тризаміщений 691
E345 Цитрат магнію 722
E349 Малати амонію 702
E349(i) Малат амонію однозаміщений 702
E349(ii) Малат амонію 703
E350 Малати натрію 703
E350(i) Малат натрію однозаміщений 704
E350(ii) Малат натрію 704
E351* Малати калію 705
E351*(i) Малат калію однозаміщений 706
E351*(ii) Малат калію 706
E352 Малати кальцію 707
E352(i) Малат кальцію однозаміщений 707
E352(ii) Малат кальцію 708
E353 Метатартратна кислота (метавинна кислота) 33
E354 Тартрат кальцію 45
E355 Адипінатна кислота (адипінова кислота) 23
E356 Адипінат натрію 724
E357 Адипінат калію 725
E359 Адипінат амонію 726
E363* Сукцинатна кислота (янтарна кислота) 21
E364 Сукцинати натрію 700
E364(i) Мононатрій сукцинат 700
E364(ii) Динатрій сукцинат 701
E365 Фумарати натрію 709
E366 Фумарати калію 710
E367 Фумарат кальцію 711
E368 Фумарати амонію 712
E375 Нікотинова кислота 287
E380 Цитрати амонію 723
E381 Цитрати амонію-заліза 620
E383 Гліцерофосфат кальцію 375
E384 Ізопропілцитратна суміш 602
E385* Етилендіамінтетрацетат кальцію-натрію 605

Е386* Етилендіамінтетрацетат динатрію ... 603
Е387 Оксистеарин ... 750
Е388 Тіодипропіонатна кислота ... 568
Е389 Дилаурилтіодипропіонат ... 569
Е390 Дистеарилтіодипропіонат ... 570
Е391 Фітинова кислота ... 784
Е399 Лактобіонат кальцію ... 462
Е400* Альгінатні кислоти ... 379
Е401* Альгінат натрію ... 381
Е402* Альгінат калію ... 382
Е403* Альгінат амонію ... 383
Е404* Альгінат кальцію ... 384
Е405* Пропіленгліколькальгінат ... 386
Е406* Агар ... 387
Е407* Карагінан та його натрієва, калієва, амонійна солі, включаючи фурцелеран ... 388
Е407а Карагінан з водоростей *Euchema* ... 391
Е408 Глюкан пекарських дріжджів ... 392
Е409 Арабіногалактан ... 393
Е410* Камедь ріжкового дерева ... 394
Е411* Вівсяна камедь ... 396
Е412* Гуарова камедь ... 397
Е413* Трагакант ... 399
Е414* Гуміарабік ... 465
Е415* Ксантанова камедь ... 400
Е416* Камедь караї ... 401
Е417* Тари камедь ... 403
Е418* Геланова камедь ... 404
Е419 Гхаті камедь ... 405
Е420* Сорбітол і сорбітоловий сироп ... 85
Е420*(і) Сорбітол ... 85
Е420*(іі) Сорбітоловий сироп ... 86
Е421* *D*-Манітол ... 87
Е422* Гліцерол ... 614
Е424 Курдлан ... 463
Е425 Конжак (борошно, камедь, глюкоманан) ... 407
Е425 Конжакове борошно ... 407
Е425(і) Конжакова камедь ... 408
Е425(іі) Конжаковий глюкоманан ... 409
Е426 Геміцелюлоза сої ... 427
Е429 Пептони ... 796
Е430 Поліокиетилен(8)стеарат ... 351
Е431* Поліоксиетилен(40)стеарат ... 352
Е432* Поліоксиетилен(20)сорбітану монолаурат (Твін 20) ... 353
Е433* Поліоксиетилен(20)сорбітану моноолеат (Твін 80) ... 355

Е434* Поліоксиетилен(20)сорбітану монопальмітат (Твін 40) 356
Е435* Поліоксиетилен(20)сорбітану моностеарат (Твін 60) 358
Е436* Поліоксиетилен(20)сорбітану тристеарат (Твін 65) 359
Е440* Пектини 454
Е440*(i) Пектини 454
Е440*(ii) Пектини амідовані 458
Е441 Високогліцеролізований гідрогенізований рапсовий жир 317
Е442 Амонійні солі фосфатидних кислот 307
Е443 Бромована рослинна олія 473
Е444* Ацетат-ізобутират сахарози 377
Е445* Естери гліцеролу та смоляних кислот 329
Е446 Сукцистеарин 313
Е450* Пірофосфати 479
Е450*(i) Дигідрогенпірофосфат натрію 480
Е450*(ii) Моногідрогенпірофосфат натрію 481
Е450*(iii) Пірофосфат натрію 482
Е450*(iv) Дигідрогенпірофосфат калію 482
Е450*(v) Пірофосфат калію 483
Е450*(vi) Пірофосфат кальцію 483
Е450*(vii) Дигідрогенпірофосфат кальцію 484
Е450*(viii) Пірофосфат магнію 485
Е451* Трифосфати 691
Е451*(i) Трифосфат натрію п'ятизаміщений 692
Е451*(ii) Трифосфат калію п'ятизаміщений 693
Е452* Поліфосфати 474
Е452*(i) Поліфосфат натрію 475
Е452*(ii) Поліфосфат калію 477
Е452*(iii) Поліфосфат натрію-кальцію 478
Е452*(iv) Поліфосфат кальцію 478
Е452*(v) Поліфосфат амонію 479
Е457 альфа-Циклодекстрин 469
Е458 гама-Циклодекстрин 470
Е459 бета-Циклодекстрин 468
Е460* Целюлоза 412
Е460*(i) Целюлоза мікрокристалічна 412
Е460*(ii) Порошкова целюлоза 414
Е461* Метилцелюлоза 414
Е462 Етилцелюлоза 488
Е463 Гідроксипропілцелюлоза 418
Е464 Гідроксипропілметилцелюлоза 420
Е465 Метилетилцелюлоза 421
Е466* Натрієва сіль карбоксиметилцелюлози 422
Е467 Етилгідроксиетилцелюлоза 425
Е468 Кроскарамелоза 471

Е469 Карбоксиметилцелюлоза ферментативно гідролізована..... 426
Е470а* Солі вищих карбонових (жирних) кислот алюмінію, кальцію, натрію, калію, амонію..... 299
Е470b* Магнієві солі вищих карбонових кислот..... 621
Е471* Моно- і діацилгліцероли вищих карбонових кислот 314
Е472а* Естери гліцеролу з ацетатною та вищими карбоновими кислотами..... 319
Е472b* Естери гліцеролу з лактатною та вищими карбоновими кислотами 321
Е472с* Естери гліцеролу з цитратною та вищими карбоновими кислотами 323
Е472d Естери гліцеролу з тартратною та вищими карбоновими кислотами..... 322
Е472е* Естери гліцеролу з діацетилтартратною та вищими карбоновими кислотами 325
Е472f* Змішані естери гліцеролу з тартратною, ацетатною та вищими карбоновими кислотами 326
Е472g* Сукцинільовані моноацилгліцероли..... 328
Е473* Естери сахарози і вищих карбонових кислот..... 338
Е474 Сахарогліцероли..... 340
Е475* Естери полігліцеролу і вищих карбонових кислот..... 330
Е476* Естери полігліцеролу і взаємоестерифікованих рицинолевих кислот..... 331
Е477* Естери пропіленгліколя і вищих карбонових кислот..... 311
Е478 Лактильовані естери гліцеролу і пропіленгліколю з вищими карбоновими кислотами..... 332
Е479b Термічно окиснена соєва олія з моно- і діацилгліцеролами..... 334
Е480 Діоктилсульфосукцинат натрію..... 301
Е481* Лактилати натрію..... 302
Е481*(i) Стеароїллактилат натрію 302
Е481*(ii) Олеоїллактилат натрію..... 302
Е482 Лактилати кальцію..... 304
Е482(i) Стеароїллактилат кальцію..... 304
Е483 Стеарилтартрат..... 336
Е484 Стеарилцитрат..... 338
Е485 Стеарилфумарат натрію..... 306
Е486 Стеарилфумарат кальцію..... 307
Е487 Лауроїлсульфонат натрію..... 298
Е488 Етоксильовані моно- і діацилгліцероли вищих карбонових кислот 318
Е489 Естери кокосової олії і метилглюкозиду..... 342
Е491 Сорбітану моностеарат (СПЕН 60) 345
Е492* Сорбітану тристеарат (СПЕН 65)..... 346
Е493 Сорбітану монолаурат (СПЕН 20)..... 347
Е494 Сорбітану моноолеат (СПЕН 80)..... 348

E495 Сорбітану монопальмітат (СПЕН 40) 349
E496 Сорбітану триолеат (СПЕН 85) 350
E500* Карбонати натрію 667
E500*(i) Карбонат натрію 668
E500*(ii) Гідрокарбонат натрію 669
E500*(iii) Суміш карбонату і гідрокарбонату натрія 670
E501* Карбонати калію 670
E501*(i) Карбонат калію 670
E501*(ii) Гідрокарбонат калію 671
E503* Карбонати амонію 737
E503*(i) Карбонат амонію 737
E503*(ii) Гідрокарбонат амонію 738
E504* Карбонати магнію 672
E504*(i) Карбонат магнію 672
E504*(ii) Гідроксокарбонат магнію 673
E505 Карбонат заліза 673
E507* Хлоридна кислота (соляна кислота) 47
E508* Хлорид калію 794
E509* Хлорид кальцію 607
E510* Хлорид амонію 795
E511* Хлорид магнію 608
E512 Хлорид стануму 600
E513* Сульфатна кислота 48
E514* Сульфат натрію 694
E515* Сульфат калію 95
E516* Сульфат кальцію 694
E517 Сульфат амонію 756
E518 Сульфат магнію 609
E519* Сульфат міді 502
E520 Сульфат алюмінію 610
E521 Сульфат алюмінію-натрію (галун алюмо-натрієвий) 611
E522 Сульфат алюмінію-калію (галун алюмо-калієвий) 612
E523 Сульфат алюмінію-амонію (галун алюмо-амонієвий) 612
E524* Гідроксид натрію 674
E525* Гідроксид калію 675
E526* Гідроксид кальцію 675
E527* Гідроксид амонію 676
E528 Гідроксид магнію 677
E529 Оксид кальцію 677
E530* Оксид магнію 622
E535 Фероціанід натрію 623
E536* Фероціанід калію 624
E538 Фероціанід кальцію 625
E539* Тіосульфат натрію 758

E541 Алюмофосфат натрію ... 732
E541(i) Алюмофосфат натрію кислий ... 732
E541(ii) Алюмофосфат натрію основний ... 733
E542 Кістковий фосфат ... 734
E550 Силікати натрію ... 627
E550(i) Силікат натрію ... 627
E550(ii) Метасилікат натрію ... 628
E551* Діоксид силіцію аморфний ... 625
E552 Силікат кальцію ... 630
E553 Силікати магнію ... 631
E553(i) Силікат магнію синтетичний ... 631
E553(ii) Трисилікат магнію ... 632
E553(iii) Тальк ... 633
E554 Алюмосилікат натрію ... 636
E555 Алюмосилікат калію ... 637
E556 Алюмосилікат кальцію ... 638
E557 Силікат цинку ... 634
E558* Бентоніт ... 638
E559* Алюмосилікат ... 634
E560 Силікат калію ... 629
E570* Вищі карбонові (жирні) кислоти ... 747
E574 *D*-Глюконатна кислота (*D*-глюконова кислота) ... 37
E575* Глюконо-дельта-лактон ... 38
E576 Глюконат натрію ... 726
E577 Глюконат калію ... 727
E578 Глюконат кальцію ... 729
E579* Глюконат заліза ... 286
E580 Глюконат магнію ... 728
E585* Лактат заліза ... 735
E586 4-Гексилрезорцинол ... 593
E620 *L*-(+)-Глутаматна кислота ... 132
E621* Глутамат натрію однозаміщений ... 134
E622 Глутамат калію однозаміщений ... 135
E623 Глутамат кальцію ... 136
E624 Глутамат амонію однозаміщений ... 136
E625 Глутамат магнію ... 137
E626 5′-Гуанілатна кислота (5′-гуанілова кислота) ... 140
E627* 5′-Гуанілат натрію ... 142
E628 5′-Гуанілат калію ... 143
E629 5′-Гуанілат кальцію ... 144
E630 5′-Інозинатна кислота (5′-інозинова кислота) ... 145
E631* 5′-Інозинат натрію ... 146
E632 5′-Інозинат калію ... 147
E633 5′-Інозинат кальцію ... 148

E634 5′-Рибонуклеотиди кальцію ... 149
E635 5′-Рибонуклеотиди натрію ... 149
E636* Мальтол ... 138
E637* Етилмальтол ... 139
E638 Аспартат натрію ... 126
E639 Аланін, *D,L*- ... 127
E640 Гліцин та його натрієва сіль ... 124
E641 *L*-Лейцин ... 128
E642 Гідрохлорид лізину ... 130
E650 Ацетат цинку ... 150
E900 Полідиметилсилоксан ... 751
E901* Бджолиний віск, білий і жовтий ... 641
E902* Свічковий віск ... 642
E903* Карнаубський віск ... 643
E904 Шелак ... 644
E905a* Вазелінова олива харчова ... 645
E905b* Вазелін ... 646
E905c* Мікрокристалічний віск (парафін) ... 647
E905c*(i) Мікрокристалічний віск ... 647
E905c*(ii) Віск парафіновий ... 648
E905d Мінеральна олива (високої в'язкості) ... 649
E905e Мінеральна олива (середньої і низької в'язкості, клас I) ... 650
E905f Мінеральна олива (середньої і низької в'язкості, клас II) ... 650
E905g Мінеральна олива (середньої і низької в'язкості, клас III) ... 651
E906 Бензойна смола ... 108
E907 Полі-1-децен гідрогенізований ... 651
E908* Віск рисових висівок ... 652
E909* Спермацетовий віск ... 653
E910* Воскові естери ... 654
E911 Метилові естери вищих карбонових кислот ... 640
E912 Монтановий віск (естери монтанової кислоти) ... 655
E913* Ланолін ... 656
E914 Поліетиленовий віск окиснений ... 657
E915 Естери каніфолі ... 657
E916 Йодат кальцію ... 771
E917* Йодат калію ... 815
E918 Оксиди азоту ... 769
E919 Нітрозилхлорид ... 768
E920* Натрієва і калієва солі *L*-цистеїну і його гідрохлорид ... 759
E921 Натрієва і калієва солі *L*-цистину і його гідрохлорид ... 761
E922 Персульфат калію ... 756
E923 Персульфат амонію ... 757
E924a Бромат калію ... 292
E924b Бромат кальцію ... 292

Е925 Хлор 290
Е926 Діоксид хлору 291
Е927а Азодикарбонамід 763
Е927b* Карбамід (сечовина) 764
Е928 Пероксид бензоїлу 765
Е929 Пероксид ацетону 766
Е930* Пероксид кальцію 767
Е938* Аргон 558
Е939* Гелій 558
Е940* Дихлородифлуорометан 775
Е941* Азот 557
Е942 Оксид азоту(I) 780
Е943а Бутан 775
Е943b Ізобутан 776
Е944 Пропан 777
Е945 Хлоропентафлуороетан 778
Е946 Октафлуороциклобутан 778
Е948 Кисень 779
Е949 Водень 774
Е950* Ацесульфам калію 51
Е951* Аспартам 54
Е952* Натрієві, калієві і кальцієві солі цикламатної кислоти 60
Е952*(i) Цикламатна кислота 60
Е952*(ii) Цикламат кальцію 61
Е952*(iii) Цикламат калію 62
Е952*(iv) Цикламат натрію 62
Е953* Ізомальтитол 88
Е954* Сахарин (натрієва, калієва, кальцієва солі) 63
Е954*(i) Сахарин $C_7H_5NO_3S$ 63
Е954*(ii) Сахаринат кальцію $C_{14}H_8N_2O_6S_2Ca \cdot 3,5H_2O$ 65
Е954*(iii) Сахаринат калію $C_7H_4NO_3SK \cdot H_2O$ 66
Е954*(iv) Сахаринат натрію $C_7H_4NO_3SNa \cdot 2H_2O$ 67
Е955 Сукралоза 67
Е956 Алітам 78
Е957 Тауматин 70
Е958 Гліциризин 71
Е959 Дигідрохалкон неогесперидину 73
Е960 Стевіозид 75
Е961 Неотам 58
Е962 Аспартам-ацесульфамна сіль 57
Е963 Тагатоза, *D*- 82
Е964 Полігліцитоловий сироп 91
Е965* Мальтитол і мальтитоловий сироп 90
Е965*(i) Мальтитол 90
Е965*(ii) Мальтитоловий сироп 91

E966 Лактитол 92
E967* Ксилітол 93
E968 Еритрол 84
E999* Екстракт квілаї 370
E999*(i) Екстракт квілаї неочищений 370
E999*(ii) Екстракт квілаї напівочищений 372
E1000 Холева кислота 344
E1001 Солі холіну 362
E1001(i) Ацетат холіну 362
E1001(ii) Гідрогенкарбонат холіну 363
E1001(iii) Хлорид холіну 364
E1001(iv) Дигідрогенцитрат холіну 365
E1001(v) Гідрогентартрат холіну 365
E1001(vi) Лактат холіну 366
E1100* Амілази 801
E1101* Протеази 803
E1101*(i) Протеаза 803
E1101*(ii) Папаїн 805
E1101*(iii) Бромелайн 806
E1101*(iv) Фіцин 807
E1102* Глюкозооксидаза 596
E1103* Інвертази 791
E1104* Ліпази 808
E1105* Лізоцим 553
E1200 Полідекстрози A і N 490
E1201 Полівінілпіролідон 378
E1202 Полівінілполіпіролідон 472
E1203 Полівініловий спирт 661
E1204 Пулулан 659
E1400* Декстрини харчові та їх похідні 432
E1401 Крохмаль, оброблений кислотою 433
E1402 Крохмаль, оброблений лугом 434
E1403 Відбілений крохмаль 434
E1404* Оксидований крохмаль 435
E1405 Крохмаль, оброблений ферментними препаратами 437
E1410* Монокрохмальфосфат 437
E1411 Дикрохмальгліцерол „зшитий" 439
E1412* Дикрохмальфосфат 440
E1413* Фосфатований дикрохмальфосфат 441
E1414* Ацетильований дикрохмальфосфат 442
E1420* Крохмаль ацетатний, естерифікований ацетатним ангідридом 443
E1421 Крохмаль ацетатний, естерифікований вінілацетатом (див. E1420) 445
E1422* Ацетильований дикрохмальадипат 446

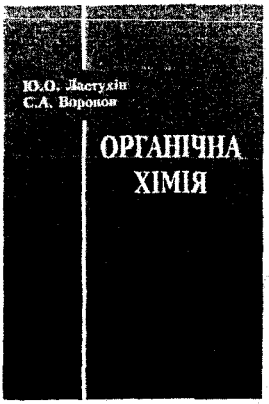
Е1423 Ацетильований дикрохмальгліцерол 446
Е1440* Гідроксипропільований крохмаль 447
Е1442* Гідроксипропільований дикрохмальфосфат 448
Е1443 Гідроксипропільований дикрохмальгліцерол 449
Е1450* Естери крохмалю та октенілсукцината натрію 309
Е1451 Ацетильований, окиснений крохмаль 361
Е1452 Естери крохмаля та октенілсукцината алюмінію 466
Е1503 Рицинолева (касторова) олія 747
Е1505 Триетилцитрат 369
Е1510 Етиловий спирт* 513
Е1516 Моноацетин 739
Е1517 Діацетин 617
Е1518* Триацетин 616
Е1519 Бензиловий спирт 104
Е1520* Пропіленгліколь 618
Е1521 Поліетиленгліколі 752
Е1525 Гідроксиетилцелюлоза 416

Алілгірчична олія* 555
Антранілова кислота 785
Бета-галактозидази* 814
Ванілін* 109
Відвар мильного кореню 372
Декстрани 452
Дигідрокверцетин 598
Діацетил* 120
Дульцин 81
Етилванілін* 112
Желатин* 458
Запашні есенції* (ефірні олії) 116
Йодид калію* 816
Карбюлоза* 424
Картамус жовтий 254
Картамус червоний 256
Каталази* 812
Кверцетин 597
Коптильні препарати* 119
Кофеїн* 122
Крохмаль нативний* 430
Лактоцид* 554
Ментол* 113
Метилвіолет* 189
Набрякаючі крохмалі 431
Натрієві солі нітрилотриметиленфосфонової кислоти 787
Нітрат амонію* 506

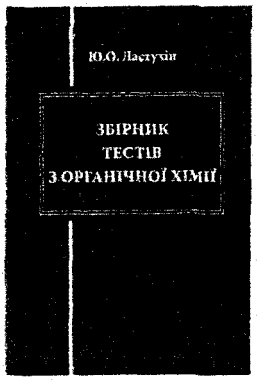
Нордигідрогваяретова кислота (креозот) 599
Оксид натрію* 798
Оксиянт 335
Отизон* 54
Пектинази* 808
Пероксид водню* 493
Плюмбагін 548
Поліоксиетилен 788
Порошок і сироп з листків стевії 77
Родамін С* 199
Сахарол* 78
Сукцинати натрію, калію і кальцію 731
Тамариндова камедь 406
Ультрамарин 281
Форміат калію 516
Фуксин кислотний* 191
Хітозан 450
Хлорид феруму(III) 755
Целюлази* 813
Цитранаксантин 231
Червоний рисовий 274
Юглон 546

Список рекомендованої літератури

1. Булдаков А.С. Пищевые добавки. Справочник. – М.: ДеЛиПринт, 2001. – 435 с.
2. Исупов В.П. Пищевые добавки и пряности. История, состав и применение. – СПб: ГИОРД, 2000. – 176 с.
3. Корпачев В.В. Сахара и сахарозаменители. - К.: Книга плюс, 2004. – 320 с.
4. Ластухін Ю.О. Хімія природних органічних сполук. Навчальний посібник. – Львів.: Інтелект-Захід, 2005. – 560 с.
5. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. Підручник. – Львів.: Центр Європи, 2006. – 864 с.
6. Нечаев А.П., Болотов В.М. Пищевые красители. Пищевые ингредиенты (сырье и добавки). – М.: 2001. – 214 с.
7. Пономарьов П.Х., Сирохман І.В. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини. Навчальний посібник. – Київ.: Лібра, 1999. – 272 с.
8. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки. Энциклопедия. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 808 с.
9. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок. Техн. рекомендации. – СПб.: ГИОРД, 1999. – 80 с.
10. Солдатенков А.Т., Колядина Н.М., Ле Туан Ань, Буянов В.Н. Основы органической химии пищевых, кормовых и биологически активных добавок. Учебное пособие. – М.: Химия, 2006. – 278 с.



У підручнику викладено теоретичні основи природи хімічного зв'язку, будови та реакційної здатності інтермедіатів і молекул, впливу електронних ефектів на перебіг хімічних реакцій. Значна увага приділена початковим положенням стереоізомерії, особливо енантіомерії, її зв'язку з реакційною здатністю сполук. Розглянуто механізми найважливіших реакцій і вплив різних чинників на їх перебіг залежно від природи реагенту і субстрату. Наведено відомості про кислотність та основність органічних сполук, застосування сучасних спектральних методів їх аналізу, основи номенклатурних правил. Висвітлено найпоширеніші промислові та лабораторні методи одержання основних класів органічних сполук, їх фізичні та хімічні властивості і насамперед взаємозв'язок між стеричною, електронною будовою молекул та їх реакційною здатністю. Вказано галузі застосування окремих органічних сполук та розглянуто деякі питання їх впливу на екологію довкілля. Підручник містить 132 іл., 50 табл., 17 бібліогр. назв. Видання розраховане на студентів хіміко-технологічних спеціальностей вищих технічних закладів освіти і може бути використане для нехімічних спеціальностей – харчових, фармацевтичних, біологічних.



У виданні викладено тестові питання різного рівня складності (I-IV рівня) по основним розділам курсу органічної хімії для проведення поточного контролю знань і визначення кількісної оцінки засвоєння матеріалу. Для кожного з таких розділів наведено питання з методів одержання, класифікації, реакційної здатності та хімічної будови органічних сполук, основних фізико-хімічних та хімічних властивостей. Питання I-III рівнів призначені для бакалаврської форми навчання, а питання IV рівня – магістерського. Видання містить 10 розділів, 2660 питань, 10 бібліогр. назв.

Видання розраховано на студентів хімічних, хіміко-технологічних, харчових, фармацевтичних, біотехнологічних спеціальностей вищих навчальних закладів освіти III і IV рівнів акредитації, може бути використано для студентів біологічних і медичних напрямків вищої освіти.

Ці та інші книжки ви можете придбати у видавництві

"Центр Європи"
79000 м. Львів, вул. Костюшка, 18
тел.: (0322) 72-35-66 e-mail: centrevr@is.lviv.ua