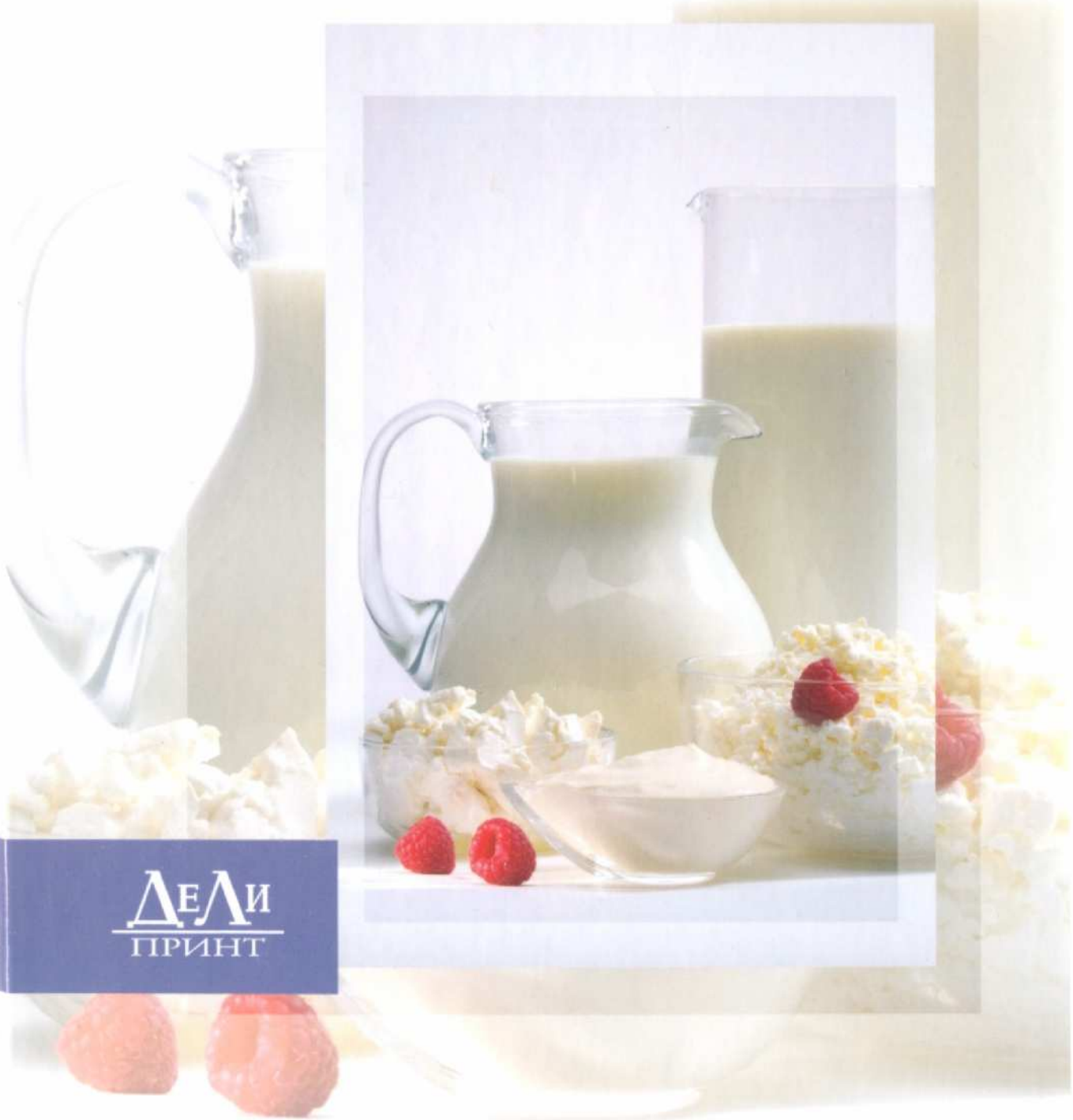
Н. А. Тихомирова

Технология и организация производства молока и молочных продуктов



ДеЛи
ПРИНТ

Н. А. Тихомирова

Технология и организация производства молока и молочных продуктов

Учебник

Допущено Министерством сельского хозяйства Российской Федерации в качестве учебника для студентов средних специальных учебных заведений по специальности 260206 (2710) Технология молока и молочных продуктов

Москва
ДеЛи принт
2007

УДК 637.1/3
ББК 36.95(я723)
Т46

Рецензент:
Московский государственный университет прикладной биотехнологии
канд. техн. наук, доцент *И. И. Ионова*

Издано при финансовой поддержке Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям в рамках Федеральной целевой программы «Культура России»

Тихомирова Н. А.

Т46 Технология и организация производства молока и молочных продуктов. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 560 с.

ISBN 978-5-94343-143-2

В учебнике рассмотрены основные вопросы организации производства молока, общая технология молока и молочных продуктов, частная технология цельномолочной продукции, мороженого, сливочного масла, сыров, молочных консервов и детского питания, описаны виды вторичного молочного сырья и основные направления его переработки, приведены ресурсо- и энергосберегающие технологии, даны лабораторные и практические занятия. Особенности производства изложены с приведением соответствующих технологических схем, в том числе в аппаратурном оформлении. В учебник включены новые нормативы и современные способы переработки молочного сырья и производства молочных продуктов.

Учебник предназначен для студентов средних специальных учебных заведений, обучающихся по специальности 260206 (2710) «Технология молока и молочных продуктов».

УДК 637.1/3
ББК 36.95(я723)

ISBN 978-5-94343-143-2

© Тихомирова Н. А. 2007
© ДеЛи принт, 2007

Введение

Технология и организация производства молока и молочных продуктов представляет собой систему знаний о совокупности способов получения, обработки и производства молока и молочных продуктов. Она базируется на достижениях научно-технического прогресса и постоянно развивается и совершенствуется.

В производстве молока и молочных продуктов сырьем является коровье молоко, которое уже само по себе ценный пищевой продукт. В задачу технологии и организации производства молока и молочных продуктов входит сохранение всех ценнейших природных качеств сырья с момента его получения на ферме до поступления к потребителю. Успешное решение этой задачи возможно с помощью создания единой и неразрывной цепи технологических процессов производства молока в сельском хозяйстве, обработки и переработки его в молочной промышленности.

Переработка молока и производство молочных продуктов имеют глубокие исторические корни. Потребление и производство молока и молочных продуктов возникли почти одновременно с приручением человеком животных, дающих молоко. Переработка молока на масло, сыр, кисломолочные напитки появилась сначала в южных регионах страны. Так, например, на территории нынешнего Азербайджана обнаружены глиняные маслобойки и кувшины с сетчатым дном для сыра, датируемые III–I тысячелетием до нашей эры.

Возникновение молочного промысла на Руси известно с XI века н. э., о чем свидетельствуют указания в «Русской правде» (исторические исследования проф. В.Г. Крупина и М.С. Дулькина).

Первым товарным молочным продуктом, как на внутреннем, так и на внешнем рынке, было масло. В 1575 и в 1610 гг. коровье масло значилось в списках «Торговой книги» русского купечества как товар для экспорта. К концу XVII века торговля маслом была развита настолько,

что Петр I, искавший источники дохода для государства, обратил внимание на этот промысел. В начале XVIII века по указу Петра I для улучшения отечественного скота холмогорской породы начали ввозить скот из Голландии. Первый в России маслодельный завод был открыт вблизи Петербурга при удельном земледельческом училище в тридцатых годах XVIII века. В последующие годы маслодельные заводы появились в Смоленской (1841 г.) и Нижегородской (1857 г.) губерниях. Технология масла держалась в строгом секрете. Позже она была описана агрономом В.П. Бурнашовым в его книге.

До середины XVIII века товарное молочное животноводство развивалось главным образом в помещичьих хозяйствах, где молоко перерабатывалось на топленое масло и сыры. Молочная продукция крестьянских хозяйств имела небольшое товарное значение и поступала на рынок в виде топленого масла, сметаны и творога.

Организация молочного дела в России на профессиональной основе относится к концу 60-х и началу 70-х годов XIX века, когда были построены железные дороги. Ярославская, Костромская, и в особенности Вологодская губернии, начали снабжать внутренний рынок – в первую очередь Петербург и Москву – маслом, сыром, сметаной и творогом. Первый маслодельный завод в Вологодской губернии был открыт в 1871 г. в имении Фоминское (где сейчас находится Вологодская Государственная молочно-хозяйственная академия им. Н.В. Верещагина). В 1875 г. в Вологодской губернии было уже 11 маслодельных заводов, в 1894 г. – 376, а в 1898 г. – 648.

В 1899 г. открылась Транссибирская магистраль, которая в короткий срок позволила сформировать вторую крупную базу молочного животноводства и маслоделия России – Сибирь. Первый сибирский маслодельный завод был построен недалеко от г. Кургана в 1894 г. В 1900 г. их число достигло 275, а к 1913 г. – почти 4100 заводов.

В 70-х гг. XIX века было положено начало организации важной отрасли молочной промышленности – цельномолочной, которая призвана обеспечивать население свежим молоком, кисломолочной продукцией и молочными продуктами повседневного спроса. Инициатором стал Н.В. Верещагин, открывший в 1869 г. молочный склад для снабжения жителей г. Петербурга свежим молоком.

В 80-е годы молочная отрасль в стране достигла заметного развития. Производители молочных продуктов удовлетворяли не только внутренний спрос, но и поддерживали расширение российского экспорта. В этот период во главе торгового дома Н.В. Верещагина стояли И.В. Бландов и Г.А. Бирюлев. Они подробно изучили зарубежный опыт сыроварения в Швейцарии и маслоделия в Голландии.

В феврале 1883 г. Николай и Владимир Бландовы начали свое собственное дело, открыв в г. Москве Торговый дом братьев Бландовых,

купцов 2-й гильдии, и центральную молочную, которая впоследствии стала главным заводом г. Москвы. Центральная молочная находилась на Долгоруковской улице в специально построенном здании. Два этажа занимало само производство, а третий предназначался для служащих. Цеха отвечали всем современным требованиям санитарно-гигиенических условий производства. Они были обустроены водопроводом, отоплением, вентиляцией, имели просторные окна. Пол был вымощен метлахской плиткой. Стены и потолки отчасти были выбелены известкой, отчасти были окрашены белой фарфороэмалевой краской и на 17 вершков (0,76 м) от пола были облицованы кафелем. Все агрегаты и машины Центральной молочной работали от собственной электростанции. В подвале была обустроена аммиачная газогенераторная и холодильные машины, с помощью которых в некоторых помещениях поддерживалась температура около 0 °С. На первом этаже находились помещения для приемки, выдачи и хранения молока, моечная фляг и производство парафинированных кружков для укупорки стеклянных бутылок с молоком.

В начале 90-х годов сформировавшаяся молочная торговая сеть Москвы условно могла быть разделена на три группы:

1. молочные, торгующие молоком от коров из своих личных хозяйств;
2. молочные, торгующие молоком окрестных крестьянских хозяйств;
3. молочные, торгующие молоком из соседних губерний.

Фирма братьев Бландовых получала молоко из подмосковных крестьянских хозяйств, в частности подольских, а также из крестьянских артельных хозяйств Ярославской, Костромской, Рязанской, Вологодской и других губерний в радиусе около 400 верст. Доставка осуществлялась по железной дороге.

Молочное сырье на фирму поступало высокой жирности (4,5% по сравнению с 3,8% из помещичьих хозяйств). Кроме того, заболевания среди крестьянских коров были менее распространены, чем в помещичьих хозяйствах. Молоко сначала поступало в приемное отделение, где от каждого поставщика производили вкусовые пробы и среднюю пробу отбирали для химического анализа. Доброкачественное молоко взвешивали и направляли на фильтрацию, для чего использовали бак с мелким металлическим ситом вместо дна. Из-под сита молоко самотеком поступало на хранение в баки с двойными стенками, где циркулировала холодная вода. Для предотвращения действия яркого света на молоко в молокохранильном отделении окна были с матовыми стеклами. Там же стоял ледяной генератор для заморозки молока. В теплые дни замороженные куски молока использовали для охлаждения вновь поступающего молока. Из молокоприемных баков молоко с помощью насосов по разборным трубам перекачивалось на второй этаж, где часть молока подогревали в специальном аппарате до 25 °С и пропускали через сепара-

тор-очиститель фирмы «Альфа-Лаваль» производительностью 165 ведер в час. Очищенное молоко по закрытой трубе поступало в емкостной пастеризатор с мешалкой, где нагревалось до 75 °С и выдерживалось при этой температуре 7–8 мин. Затем его для охлаждения пропускали через герметические холодильные системы Шмидта. Из холодильников молоко самотеком поступало еще в один холодильник, где охлаждалось до 6 °С. Охлажденное пастеризованное молоко через две сифонные машины поступало в цех розлива. Производительность автоматов по розливу молока составляла 28 бутылок в минуту. Укупорка бутылок парафинированными стерильными кружками, снабженными клеймом с датой выработки, осуществлялась автоматически. Укупоренные бутылки направляли в отделение выдачи молока. Очищенное непастеризованное молоко охлаждали и самотеком отправляли со второго этажа на первый, где разливали по флягам и доставляли в магазин для продажи, а также в социальные учреждения Москвы (больницы, богадельни и т. п.).

С конца 1908 г. фирма братьев Бландовых наладила выпуск стерилизованного молока. Особое место в производстве Бландовых занимала Центральная молочная бактериологическая лаборатория на Лубянке.

Великий русский ученый И.И. Мечников, открыв уникальные свойства болгарской палочки, предложил Бландовым наладить выпуск особой простокваши с этой целебной микрофлорой. Бландовскую простоквашу сразу же оценили знаменитые московские врачи и активно использовали при заболеваниях желудка, почек, печени, крови и для детского питания.

В 1909 г. на заводе Бландовых было занято около 400 рабочих мест.

Только в Москве фирма братьев Бландовых имела около 60 магазинов, в том числе в Охотном ряду, на Тверской, Большой Лубянке, на Лубянско-Ильинской и Большой Никитской улицах. Цена на молоко составляла от 1 руб. 60 коп до 1 руб. 20 коп. за ведро и от 6 до 8 коп. за бутылку – в сравнении с знаменитой тогда берлинской молочной фермой C. Bolle: 1 руб. 25 коп. за ведро и 6 коп. за бутылку.

Большую роль сыграло торгово-промышленное товарищество «Братья В. и Н. Бландовы» в развитии маслоделия и сыроделия России.

Свою первую сыроварню они открыли в 1883 г. в г. Москве в Охотном ряду. Здесь они, по аналогии с жирными североголландскими и эдемскими сырами, производили свои сыры, такие, как русско-швейцарский, лимбургский и др. Лимбургский сыр вырабатывали в виде четырехугольных брусков и «выращивали» в каменном подвале. Эдемские сыры наоборот помещали для созревания в чердачные помещения, покрывая теплыми одеялами. Взяв самое лучшее в сыроваренном деле европейских стран, Бландовы стали распространять свой опыт по стране. Ряд сыроварен они открыли в Ярославской губернии: Обнорскую, Каргановскую, Булаковскую, Лохтевскую. На этих сыроварнях они выпускали голландский сыр. Выпуск лимбургского сыра наладили в Никольско-Ушаковской, а сыр «Бакштейн» – в Шепыревской сыроварне. Ряд сыров торгово-промышленного товарищества «Братья В. и Н. Бландовы» были отмечены на международных выставках молочного хозяйства, устроенных Императорским вольным экономическим обществом (ИВЭО) России в 1899 и 1990 гг., малыми золотыми и бронзовыми медалями и удостоены высшей наградой – почетным дипломом.

В 80-е годы XIX века молочная промышленность страны продвинулась в северные районы европейской части, где образовалось много мелких маслоделен, работавших на сборном крестьянском молоке. Годовой объем масла достиг 0,5 млн. пудов, а реализация в основном осуществлялась на столичных рынках. Бландовы задумались о расширении территории для развития маслоделия, и в конце 90-х годов именно они обратили свои взоры на Сибирь.

Владимир Иванович Бландов был членом-корреспондентом ИВЭО, работал в фирме Н.В. Верещагина и уделял много внимания научно-исследовательской работе. В начале 70-х гг. XIX в. он подготовил следующие труды:

- «Приготовление сыра и масла в Голландии и лимбургского сыра в Бельгии» (1870 г.);
- «Приготовление лимбургского сыра» (1870 г.);
- «Исследование крупного рогатого скота» (1873 г.);
- «Исследование ярославского крупного рогатого скота» (1874 г.).

Бландовы занимались подготовкой специалистов молочного дела. В конце 90-х гг. они дали за счет фирмы коммерческое образование крестьянскому юноше из села Коприно Александру Владимировичу Чичкину. Он вырос в незаурядного предпринимателя и создал собственную фирму «Торговый дом А.В. Чичкина». В 1910 г. А.В. Чичкин на Ново-Басманной улице около Казанского вокзала в г. Москве пустил в строй молочный завод мощностью 150 т переработки молока в сутки, что в 10 раз превышало среднюю мощность европейских молочных заводов.

В 1885–1890 гг. в г. Москве значилось 313 молочных торговых заведений. В руках братьев Бландовых и Чичкина было сосредоточено 1/3 всего объема молока, поступающего на переработку в Москву, т. е. 1/3 млн ведер в год.

К 1914 г. «Торговый дом А.В. Чичкина» имел 27 сметанно-творожных отделений и 91 магазин для реализации продукции в Москве и ближайших к ней губерниях.

В период Первой мировой войны, а затем во время гражданской войны производство молочных продуктов в стране сильно сократилось. В первые годы советской власти вся страна покрылась сетью кооперативных союзов, в том числе и молочных. В 1922 г. маслодельные и сыродельные предприятия, национализированные государством, были пе-

реданы потребительской кооперации и союзу крестьянских молочных товариществ. В 1924 г. было организовано государственное объединение «Маслоцентр», в задачу которого входило обеспечение агрономической и зоотехнической помощи и оснащение новым современным оборудованием действующих предприятий, строительство новых маслодельных заводов. В этот период было организовано отсутствующее в Украине и Беларуси промышленное производство масла. В 1926 г. более 90% масла и молочных продуктов, произведенных в стране, было выпущено «Маслоцентром». В начале 1930 г. «Маслоцентр» был реорганизован во Всесоюзное государственное объединение «Союзмолоко» с выделением молочных и маслодельных артельных предприятий, которые были переданы «Колхозцентру». В последующем «Союзмолоко» было реорганизовано в три объединения: «Маслопром», «Союзмолоко» и «Консервмолоко».

В 30-х гг. XX в. при маслодельных и сыродельных заводах начинают открываться цеха сгущенного и сухого обезжиренного молока и пахты, цеха молочного сахара, позволяющие перерабатывать побочные продукты производства (обезжиренное молоко, пахту и сыворотку). Так возникли новые отрасли молочной промышленности – молочно-консервная и переработка вторичного молочного (белково-углеводного) сырья, благодаря которым стали производиться высокоценные, транспортабельные, востребованные в пищевой, медицинской и других отраслях промышленности продукты и товары.

В период становления союзной (советской) молочной промышленности было создано отечественное машиностроение, построены и оснащены оборудованием маслодельные, сыродельные, молочно-консервные и цельномолочные заводы. В 1936 г. введена в строй первая фабрика мороженого в Филях (г. Москва) – тем самым начато промышленное производство мороженого.

В 1939 г. было организовано союзно-республиканское министерство мясной и молочной промышленности СССР, в ведение которого перешли все государственные предприятия. В стране сформировалась отечественная машиностроительная промышленность по производству технологического, энергетического оборудования, контрольно-измерительных приборов для оснащения предприятий молочной отрасли. К началу Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.) молочная промышленность представляла высокоразвитую отрасль пищевой промышленности, включающую цельномолочное, молочно-консервное, маслодельное и сыродельное производство. За годы войны на оккупированной территории предприятия были полностью или частично уничтожены. К 1947 г. были проведены восстановительные работы и построены новые заводы: 1200 маслодельных и сыродельных заводов, более 70 городских молочных заводов и молочно-консервных комбинатов. С 1957 по

1990 гг. наша страна занимала первое место в мире по валовому производству молока и масла, а производство молока на душу населения составляло около 340 кг в год на среднестатистического потребителя. За последнее десятилетие XX века произошел общий спад производства молока и молочных продуктов в среднем в два раза, при этом производство молочных консервов снизилось в 1,8 раза, сухого цельного молока – в 2 раза, масла и сыра – в 3 раза, цельномолочных продуктов, сухого обезжиренного молока и заменителей цельного молока – в 4 раза. С 1998 г. произошли существенные изменения в производстве и переработке молока в РФ. С этого периода отмечается ежегодный рост удоев молока, продуктивности молочного животноводства. Происходит укрупнение промышленных предприятий и снижается число мелких предприятий и фермерских цехов по переработке молока. Средний прирост производства молочных продуктов составляет около 10% в год.

Современная технология и организация производства молока и молочных продуктов базируется на достижениях научных школ отечественных и зарубежных ученых.

В развитие и становление молочного дела и промышленности России большой вклад внесли отечественные ученые. Родоначальником отечественной молочной промышленности и науки о молоке по праву считается Н.В. Верещагин – «отец русского молочного дела», таким емким и выразительным именем назвали его деятельность на Всероссийском съезде молочного хозяйства в 1899 г. «Он создатель нашего молочного дела, и до тех пор, пока существует это производство, имя Верещагина будет упоминаться с благодарностью и уважением», – писал Аветис Айрапетович Калантар – первый российский профессор науки о молоке.

Николай Васильевич Верещагин (1839–1907) родился 13 октября 1839 г. в семье потомственного дворянина Череповецкого уезда Новгородской губернии, окончил морскую школу и служил офицером на русском флоте. В 1859 г. мичман Н.В. Верещагин получил разрешение посещать вольнослушателем петербургский университет. Накануне реформы 1861 г. он вышел в отставку и занялся молочным делом. Весной 1865 г. он по рекомендательному письму прибыл в Швейцарию, где перед ним распахнулись двери лучших скотных дворов и сыроварен. Свою зарубежную практику Н.В. Верещагин начал в качестве подмастерья в маленькой сыроварне близ Женевы, где заслужил за три месяца диплом с отличием. Затем дипломированным специалистом он постигал сыродельную науку у знаменитых швейцарских мастеров. Наряду с приобретенными практическими навыками, он подготовил научный труд «О сыроделии и сыроваренных ассоциациях в Швейцарии. По собственным наблюдениям автора», который был опубликован в трудах ИВЭО (1865 г. т. 4, с. 25–43, и 1866 г. т. 2. с. 371–392, 479–304), а также

в отдельных Санкт-Петербургских изданиях 1868–1869 гг. По политическим убеждениям он относил себя к народникам. Н.В. Верещагин широко пропагандировал развитие молочного дела в России на артельных началах, полагая, что переработка молока на масло и сыр с поставкой его в промышленные центры может существенно улучшить экономическое положение крестьянства. В октябре 1865 г. Собрание ИВЭО рассмотрело предложение «ввести сыроварение в круг крестьянского хозяйства» и постановило оказать помощь Н.В. Верещагину из процентов капитала помещика Яковлева на улучшение хозяйства Тверской губернии. Так Н.В. Верещагин оказался в полузаброшенной пустоши Александровке Тверской губернии, не славившейся ни скотоводством, ни пастбищами. Арендовал две избы: лучшую оборудовал под сыроварню, вырыв подвал и обложив его кирпичом, другую – под жилье. Мастерами на сыроварне были сам Н.В. Верещагин и его жена – Татьяна Ивановна Ванина (бывшая крепостная соседа Верещагиных). В 1866 г. в с. Отроковичи Тверской губернии он открывает первую артельную сыроварню. Через год их в губернии становится 18, и относительно быстро артельное сыроварение распространилось по другим губерниям северной части России. В Финляндии, входившей в состав России, и по настоящее время основной формой молочной промышленности являются артели, которые сейчас представляет союз кооперативов «Валио».

В 1870 г. Н.В. Верещагиным в Петербурге была открыта первая мастерская по изготовлению молочного оборудования. Несмотря на сложное становление молочного дела в России, Н.В. Верещагин развивал и внедрял в русское общество знание и культуру молочного дела. Поддерживал и помогал ему в этом важном деле великий русский химик Д.И. Менделеев. Он проводил в тот период серию сельскохозяйственных опытов на средства ИВЭО. По поручению ИВЭО Д.И. Менделеев дважды выезжал на верещагинские сыроварни. Ради одной из поездок Д.И. Менделеев отказался лично докладывать об открытии «Периодического закона» на заседании ИВЭО, а доклад сделал его коллега. Сам же Д.И. Менделеев вместе с Н.В. Верещагиным вырабатывал масло, сыр, случалось им и доить по очереди корову по кличке Нянька. В 1871 г. в с. Едимоново Тверской губернии ими была открыта первая Правительственная школа молочного хозяйства. Школа в течение 30 лет выпустила более 1200 специалистов, пропагандистов молочного дела. Учителями в школу были приглашены супруги-голштинцы Франц и Ида Буман. Агроному Аветису Калантару, выпускнику Петровской сельскохозяйственной академии (ныне Тимирязевская сельскохозяйственная академия), было поручено заведовать первой научной лабораторией при школе, для чего в 1882 г. его направили на стажировку в Англию и Францию. С приходом А.А. Калантара в школе стали преподавать наряду с практическими и теоретические дисциплины.

Большая часть деятельности Н.В. Верещагина проходила под эгидой ИВЭО и Московского общества сельского хозяйства (МОСХ). Когда эти общества прекратили свою деятельность Н.В. Верещагин создал Северное сельскохозяйственное общество. В 1878 г. он основал газету «Скотоводство», а затем «Вестник русского сельского хозяйства», в котором в течение 19 лет опубликовал 160 статей.

В 1889 г. Н.В. Верещагин стал председателем Комитета по скотоводству при МОСХе и ввел в практику ежегодные выставки крестьянского скота, а также передвижные маслодельни, пригласив группу датских мастеров-маслоделов и сыроделов для пропаганды молочного дела в России.

В 1878–1879 гг. он провел три специализированные молочные выставки, а в 1899 г. – Всероссийскую выставку молочного хозяйства. Большой популярностью на выставках пользовались «демонстрационные отделы», где на глазах посетителей ученики Едимоновской школы вырабатывали сыр и масло. А с изобретением в 1881 г. шведом Густавом Лавалем механического сепаратора демонстрировали его работу, изумляя посетителей. Благодаря усилиям Н.В. Верещагина все крупнейшие Всероссийские выставки имели отделы скотоводства, молочного хозяйства и непременные демонстрационные отделы. В 1900 г. прошла Всемирная выставка в Париже, где русский отдел молочного хозяйства, возглавляемый Н.В. Верещагиным, получил почетный диплом, а экспонаты – множество высоких наград. В 1902 г. начал издаваться журнал «Молочное хозяйство» (в настоящее время – «Молочная промышленность»).

Современная технология и организация производства молока и молочных продуктов базируется на результатах многолетних трудов отечественных ученых различных специальностей.

Основополагающие исследования в области химии молока выполнены Г.С. Иниховым, Я.С. Зайковским, И.И. Климовским, А.П. Белоусовым, П.Ф. Дьяченко и др.; в микробиологии – И.И. Мечниковым, А.С. Королевым, А.Ф. Войткевичем, В.М. Богдановым, А.М. Скородумовой, Н.С. Королевой и др.; в технике – Г.А. Куком, В.Д. Сурковым, Н.Н. Липатовым (ст.), В.Д. Харитоновым и др. Научные основы промышленного маслоделия разработаны С.М. Кочергиным, М.М. Казанским, А.Д. Грищенко, Г.В. Твердохлеб, Ф.А. Вышемирским и др.; сыроделия – С.В. Паращуком, Д.А. Граниковым, З.Х. Диланяном, А.И. Чеботаревым, П.Ф. Крашениным, Л.А. Остроумовым, Н.П. Захаровой, А.М. Шалыгиной; производства молочных консервов – Р.Б. Давидовым, С.Ф. Кивенко, В.В. Страховым, И.А. Радаевой, Л.В. Чекулаевой, Н.М. Чекулаевым и др.; цельномолочных и детских продуктов – П.Ф. Крашениным, Н.Н. Липатовым (мл.), Е.А. Богдановой, Г.П. Шамановой и др.; промышленной переработки вторичного сырья – А.Г. Храмцовым и др.

Глава 1. Общая технология молока и молочных продуктов

1.1. Классификация молочных продуктов, специфическое сырье и материалы, организация подготовительных работ

Молоко и молочные продукты сопровождают человека от рождения до глубокой старости практически у всех народов, живущих на нашей планете, так как молоко, по определению физиолога И.П. Павлова, – «уникальная пища, созданная самой природой», и в нем содержатся все необходимые для нормальной жизнедеятельности человека вещества в сбалансированном соотношении. По производству и потреблению молочных продуктов можно проследить историю развития человеческого общества. В зависимости от географических, климатических, национальных особенностей человечеством создано огромное количество продуктов питания, в том числе из молока или на его основе. При этом все продукты можно сгруппировать по определенным признакам. Например, по виду животных, от которых получено молоко (коровье, козье, овечье и др.). По назначению молочные продукты могут быть разделены на продукты повседневного потребления или специального (для детского, геродиетического, лечебного питания, для питания определенных групп потребителей). По технологическим признакам или по специализации предприятий молочной промышленности все молочные продукты могут быть объединены в следующие группы:

- цельномолочные продукты – это продукты, которые производят городские молочные заводы (ГМЗ) или цеха цельномолочных продуктов при других молочных предприятиях. В эту группу продуктов входят питьевое молоко, кисломолочные напитки, творог и творожные изделия, сметана и другие продукты цельномолочного ассортимента;
- сыры натуральные и переработанные – это продукты, которые выпускают сыродельные заводы или специализированные сыродельные цеха и цеха плавленых сыров при ГМЗ, маслозаводах или маслосырбазах;
- масло и масляные пасты – это продукты, которые выпускают на маслозаводах или в специализированных маслодельных цехах при других молочных предприятиях;
- молочные консервы – это продукты, которые выпускают молочно-консервные комбинаты (МКК) или специализированные цеха при ГМЗ и маслодельных заводах;
- мороженое выпускают на фабриках мороженого или в специализированных цехах при других предприятиях молочной промышленности и холодильниках;
- детское и лечебное питание – это особая группа продуктов, которая производится на заводах детского питания или в специализированных цехах при ГМЗ и МКК;
- продукты кормового назначения – это заменители цельного молока (ЗЦМ) и другие продукты для выпойки молодняка сельскохозяйственных животных, вырабатываются в жидком или сухом виде на заводах ЗЦМ или цехах ЗЦМ при молочно-консервных предприятиях;
- продукты технического назначения – это продукты, полученные из вторичного молочного сырья, которые не используются в пищевых и кормовых целях. К ним можно отнести казеин технического назначения; молочный сахар для химической, микробиологической и медицинской промышленности; молочную кислоту и другие продукты, которые вырабатываются, в основном, в специализированных цехах при различных предприятиях молочной промышленности.

Структура переработки молока и объемы производства основных видов молочной продукции в РФ представлены в табл. 1.1.

В каждой группе молочных продуктов можно выделить много подгрупп, так как современной молочной промышленностью вырабатывается широкий ассортимент молочных продуктов. Название продукта и соответствие его той или иной группе определяется нормативными документами. Так, приказом Ростехрегулирования № 184-ст от 18 июля 2007 г. утвержден национальный стандарт РФ ГОСТ Р 52738-2007 «Молоко и продукты переработки молока. Термины и определения» с датой введения в действие 1 июля 2008 г.

В РФ отношения, возникающие при производстве, хранении, транспортировании, реализации, молока и продуктов его переработки и утилизации молока и молочных продуктов, а также при оценке соответ-

ствия молока и продуктов его переработки, включая информацию, предоставляемую потребителю, регулируются Федеральным законом (Техническим регламентом) «Требования к молоку, продуктам его переработки, их производству и обороту».*

1.1. Производство молока и основных видов молочной продукции в РФ, тыс. т

Продукция	1990 г.	2005 г.
Валовое производство молока во всех видах хозяйств РФ	55715	31060
Цельномолочная	18600	9394
Маслю	809	274
Сыры	453	371
Сухие молочные продукты	465	190
Молочные консервы, муб*	767	852
Мороженое	350	377

* муб – миллион условных банок по 400 г

Данный Федеральный закон (ФЗ) определяет требования к молочному сырью и продуктам, полученным из него, их производству и обороту, а также к персоналу, занятому в процессах производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации молока и продуктов его переработки. Правила, процедуры и показатели идентификации молока и продуктов его переработки, заквасок, пробиотических культур и ферментных препаратов. Требования к упаковке, маркировке, этикетке. Основные термины и определения, применяемые в молочной промышленности.

ФЗ определяет оценку соответствия молока и продуктов его переработки и государственный контроль, надзор за соблюдением требований настоящего Федерального закона и ответственность за их нарушения.

В ФЗ представлены требования международных и национальных стандартов.

1.2. Понятие о молочном скотоводстве

Молоко – биологическая жидкость, продуцируемая молочной железой млекопитающего, – является единственно возможной первозданной (натуральной) пищей для новорожденных.

* Федеральный закон (Технический регламент) «Требования к молоку, продуктам его переработки, их производству и обороту» разработан Российским союзом предприятий молочной промышленности (РСПМ) и представлен (март 2006 г.) в Государственную Думу РФ. В настоящее время находится на ее рассмотрении (октябрь 2007 г.)

Молоко содержит все необходимые энергетические, питательные вещества и защитные факторы для роста, развития и формирования неспецифического иммунитета новорожденного организма. Коровье молоко в первую очередь предназначено для теленка. Для его роста и полноценного развития необходимо около 1000 л молока – именно такое количество первобытная корова давала в год. За период одомашнивания, включая племенную и селекционную работу, средний удой коровы в мире достиг 6000 л в год, а максимальный – 14000 л в год. Избыток получаемого молока древний и современный человек использовал и использует на пищевые цели. История потребления молока домашних млекопитающих сопутствует истории развития человеческой цивилизации.

В соответствии с хозяйственной классификацией, для товарного производства молока разводят породы молочной, мясной и комбинированной (двойной) продуктивности. Характеристика пород крупного рогатого скота представлена в табл. 1.2.

1.2. Характеристика пород крупного рогатого скота

Порода	Молочная продуктивность, кг/год	Средняя жирность молока, %	Средняя живая масса, кг	
			коров	быков
Породы молочной продуктивности				
Красная степная	4000–5500	3,7–3,8	480–550	830–860
Холмогорская	4500–5100	3,7–3,8	500–550	900–920
Ярославская	4900–5000	4,1–4,2	460–550	800–900
Черно-пестрая	3500–6000	3,6–3,7	470–550	800–900
Айрширская	3000–3500	4,0–4,1		
Джерсейская	2700–3000	5,4–5,6		
Породы мясной продуктивности				
Абердин-ангусская	1300–1400	4,0	500–550	900–1000
Калмыцкая	1000–1200	4,0–4,5	550–600	900–1000
Герефордовская	1400–2000	4,0	550–600	800–900
Шортгорнская	1500–2000	4,0	550–600	800–900
Породы двойной продуктивности				
Симментальская	3500–5000	3,7–3,8	600–650	800–1300
Швицкая	4000–5000	3,7–3,8	500–550	800–900
Костромская	3500–5000	3,7–3,8	550–600	850–950

Для обеспечения высокой молочной продуктивности необходимо полноценное, сбалансированное кормление коров. В первую очередь молочная продуктивность зависит от уровня протеина в кормах, который определяет содержание жира и белка в молоке. Всероссийским институтом животноводства установлены оптимальные нормы протеина (г на

1 корм. ед.) при смешанном кормлении коров с живым весом 500–600 кг, жирностью молока 3,8–3,9% и суточном удое, кг: до 8 – 95; от 9 до 15 – 98; от 16 до 20 – 100; от 21 до 24 – 102; свыше 24 – 105. Важное значение имеет биологическая ценность кормового протеина. Так, на продуцирование 1 кг молока с массовой долей жира около 4% необходимо следующее количество незаменимых аминокислот (г): лизина – 2,3; триптофана – 0,8; аргинина – 1,3; гистидина – 0,6; метионина – 1,2; фенилаланина – 1,2; лейцина – 3,6; валина – 2,5. Как недостаток, так и избыток протеина в рационе дойных кормов недопустим, поскольку приводит к нерациональному использованию дорогостоящих белковых кормов.

В рационе дойных коров количество жира на практике не нормируется, но для поддержания высокой продуктивности и здоровья коров их кормовой рацион должен быть сбалансирован по жиру. Лактирующие коровы должны получать с суточным рационом не менее 0,4 кг жира на 1000 кг живого веса. Добавки чистого растительного масла в количестве 50–100 г в сутки на корову приводят к увеличению удоя, повышению жирности молока и содержания в нем каротина и витамина А. Недостаток в рационе жира, и в том числе эссенциальных жирных кислот, приводит к нарушениям обмена веществ в организме коровы, снижению молочной продуктивности и ухудшению состава молока.

Кормовой рацион дойной коровы должен быть сбалансирован по макро- и микроэлементному составу. Основным резервом минеральных солей, который используется животным, является его костная ткань. В начале лактации коровы продуцируют в молоко минеральных веществ больше, чем получают с кормами, а в конце – откладывают их запасы при сбалансированном кормлении. Однако длительная недостаточность в рационе минеральных веществ, в частности кальция и фосфора, может привести к остеопорозу, снижению молочной продуктивности и нарушению половых функций.

Для обеспечения высокой молочной продуктивности и здоровья животного кормовой рацион должен быть сбалансирован по витаминному составу. В летний период потребность животных в витаминах удовлетворяется за счет зеленых кормов. В зимнее время необходимо включать в их рацион витаминное сено, травяную муку, силос, корнеплоды. Подбирают корма, богатые витаминами, и дополнительно вводят в кормовой рацион витаминные и минерально-витаминные добавки и премиксы.

Таким образом, корма должны содержать в своем составе все необходимые вещества в усвояемой форме и не оказывать вредного воздействия на здоровье коров. Все корма по своему происхождению условно разделяют на растительные, животные и синтетические азотсодержащие вещества. Каждый вид корма характеризуется определенным химическим составом, физико-химическим состоянием, съедобностью и вкусовыми

качествами. Грамотно организованное кормление – мощный фактор, с помощью которого можно регулировать молочную продуктивность коров. Например, коровы со средним весом 400 кг при годовом удое 2000–2500 кг молока расходуют 1,3–1,4 кормовых единицы на 1 кг молока, а при удое 4000 кг молока в год – около 1,0 кормовой единицы на 1 кг молока.

Корова начинает давать молоко после первого отела. Покрывают телок естественным путем или искусственным осеменением в возрасте 2 лет. Продолжительность их беременности (стельности) в зависимости от породы составляет 265–300 дней. Первый отел бывает, как правило, в возрасте 2–2,5 лет. Через 1–2 мес. после отела корова опять готова дать приплод. В течение 10 мес. после отела организм коровы вырабатывает молоко. Это время называется периодом лактации.

Лактация коров – продуцирование молока начинается после отела и длится около 300 дней. В первые 7–10 дней выделяется молозиво, в последующие 275–283 дня продуцируется нормальное молоко, а в последние 10–15 дней – стародойное молоко.

Для молозива характерно высокое содержание белков, особенно сывороточных, которые характеризуются иммунологическими свойствами витаминов и ферментов. Вследствие повышенного содержания сухих веществ молозиво имеет высокую плотность (1,038–1,040 г/см^3) и кислотность (50 °Т). По консистенции молозиво представляет густую жидкость желто-бурого цвета. Изменение химического состава молозива после отела коровы представлено в табл. 1.3.

1.3. Химический состав молозива

День после отела	Содержание в 100 г молока, г (%)						
	Сухое вещество	Жиры	Белки	Казеин	Сывороточные белки	Лактоза	Зола
1	25,0	5,4	15,1	2,7	12,4	3,3	1,2
2	21,5	5,0	11,8	2,7	8,1	3,8	0,9
3	13,9	4,1	5,2	2,2	3,0	3,8	0,8
4	12,7	4,6	3,4	2,5	0,9	3,9	0,8
5	12,0	3,4	3,2	2,5	0,7	4,6	0,8

Значительные изменения претерпевает состав и свойства молока в последние дни лактации коровы. Перед запуском коровы содержание жира, белков и минеральных веществ в молоке повышается, а молочного сахара – понижается. За счет повышенного содержания фермента липазы жировые шарики становятся мелкими. Молоко приобретает горьковато-солоноватый вкус. Кислотность снижается до 10 °Т. Химический состав молока стародойных коров представлен в табл. 1.4.

1.4. Химический состав стародойного молока

День до запуска	Содержание в 100 г стародойного молока, г (%)			
	Жиры	Белки	Лактоза	Зола
5	4,4	4,4	4,5	0,7
4	4,8	4,9	4,3	0,7
3	5,0	4,8	4,0	0,7
2	5,1	4,6	4,0	0,8
1	6,7	5,3	3,7	0,8

Молозиво и стародойное молоко значительно отличаются по составу и свойствам от нормального, поэтому они не используются на пищевые цели и не принимаются на промпереработку.

Молоко коров разных пород, находящихся в одинаковых условиях содержания и получающих одинаковый кормовой рацион, различно по составу и удою. Это зависит от генетических факторов лактирующего животного, в частности, от породы. Химический состав молока коров различных пород представлен в табл. 1.5.

1.5. Химический состав молока коров различных пород

Порода коров	Массовая доля, %				
	жира	белка	лактозы	золы	сухих веществ
Алатауская	3,64	3,41	4,8	0,65	12,50
Айрширская	4,44	3,76	4,77	0,70	13,67
Бестужевская	3,70	3,49	4,74	0,68	12,61
Бурая латвийская	3,93	3,53	5,20	0,64	13,30
Джерсейская	5,75	3,88	4,82	1,01	15,46
Истобенская	3,74	3,22	5,0	0,64	12,70
Костромская	3,68	3,34	5,1	0,70	12,83
Красная горбатовская	3,91	3,56	5,0	0,69	13,16
Красная степная	3,3	3,32	4,8	0,64	11,96
Красная эстонская	3,83	3,36	4,75	0,62	12,56
Лебединская	3,50	3,28	4,8	0,76	12,34
Симментальская	3,8	3,48	4,9	0,66	12,84
Сычевская	3,63	3,19	4,6	0,68	12,1
Тагильская	3,8	3,4	4,8	0,65	12,65
Холмогорская	3,48	3,32	4,95	0,69	12,44
Черно-пестрая	3,39	3,3	4,9	0,69	12,28
Швицкая	3,56	3,36	4,95	0,7	12,56
Шортгорнская	3,8	3,3	4,64	0,76	12,5
Ярославская	3,77	3,56	4,9	0,72	12,95

Понятие «качество молока» включает комплекс свойств и показателей молока, а именно: содержание основных компонентов; физико-химические и санитарно-гигиенические показатели. Состав молока определяется содержанием жира, белка, сухого молочного остатка (СМО) и сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО). Химический состав молока коров представлен в табл. 1.6. Физико-химические показатели – это кислотность, температура замерзания (криоскопическая точка), плотность и органолептика. Важными показателями качества являются санитарно-гигиенические показатели, к числу которых относятся механическая загрязненность, бактериальная обсемененность, наличие соматических клеток и др.

1.6. Химический состав молока коров

Компонент молока	Содержание в 100 г молока, г (%)	
	Среднее	Интервал колебаний
Вода	87,3	85,5–88,8
Сухое вещество	12,7	11,2–14,5
Белки	3,2	2,6–3,85
в том числе		
казеин	2,6	2,2–3,0
сывороточные белки	0,6	0,5–0,8
Ферменты	0,025	0,02–0,03
Жиры	3,6	3,12–4,6
Углеводы	4,8	4,43–5,23
Минеральные вещества	0,7	0,6–0,8

Качество молока зависит от многих факторов, и прежде всего от периода лактации, породы коров, состояния их здоровья, условий содержания, рациона кормления и качества кормов, техники доения коров и первичной обработки молока.

К изменениям состава и свойств молока приводят заболевания коров. Наиболее часто встречается мастит – заболевание вымени. Мастит субклинической формы изменяет биохимический состав молока, уменьшает количество молочного сахара. Острая форма мастита приводит к резкому снижению концентрации ценных компонентов молока, оно приобретает солоноватый вкус, встречаются сгустки гноя и крови. Для пищевых целей такое молоко непригодно. При туберкулезе в молоке уменьшается содержание жира, казеина, лактозы. Молоко имеет соленый вкус и для пищевых целей используется после глубокой пастеризации или кипячения.

Состав молока зависит от условий содержания и кормления. Пастбищное содержание коров повышает качество молока, содержание в

нем СМО, белков и витаминов. Высокая температура и влажность воздуха при стойловом содержании снижают продуктивность коров и жирность молока. Важнейший фактор продуктивности коров и качества молока – кормление. Так, снижение протеиновой питательности на 25% приводит к уменьшению содержания жира и белков, а также удоя.

Для получения высококачественного молока необходимо соблюдать санитарно-гигиенические условия: обмывать вымя чистой теплой водой; сдаивать первые загрязненные струйки молока в отдельную посуду; аппаратуру и посуду правильно мыть и дезинфицировать; не допускать содержания больных коров со здоровыми; проводить борьбу с насекомыми и грызунами.

Для сохранения качества свежевыдоенного молока необходимо проводить очистку и охлаждение. В свежевыдоенном молоке содержатся бактерицидные вещества, препятствующие развитию бактерий, которые вызывают порчу молока. Продолжительность бактерицидной фазы зависит от физиологического состояния животного, периода лактации, степени бактериальной обсемененности (табл. 1.7) и температуры хранения молока (табл. 1.8).

1.7. Изменение бактериальной обсемененности молока в зависимости от условий хранения

Молоко	Количество бактерий (тыс. кл/мл) при хранении, ч				
	0	3	6	12	24
Охлажденное до 10 °С	11,5	11,5	8,0	7,8	62
Неохлажденное	11,5	18,0	102	114	1300

1.8. Продолжительность бактерицидной фазы молока в зависимости от температуры охлаждения

Температура, °С	37	30	25	15	10	5	2–0
Бактерицидная фаза, ч	2	3	6	9	24	36	48

Бактерицидные свойства молока обеспечивают биологически активные вещества (БАВ) молока: иммуноглобулины; лизоцим; лактоферрин; рибонуклеазы; лейкоциты. Бактерицидные вещества термолабильны и инактивируются при режимах пастеризации.

Таким образом, продолжительность бактерицидной фазы зависит от температуры и степени чистоты молока. При строгом соблюдении санитарных условий получения молока и немедленном его охлаждении бактерицидную фазу молока можно продлить с 2 до 48 ч. Неохлажденное молоко после доения теряет свои бактерицидные свойства через 2–3 ч, а следовательно, и биологически активные вещества и лечебные свойства.

Строение молочной железы и продуцирование молока

Молоко – продукт нормальной секреции молочной железы коровы. Оно представляет собой жидкость белого цвета с желтоватым оттенком и приятным специфичным сладковатым вкусом. Основные компоненты молока (белки, жиры, углеводы) синтезируются в молочной железе из веществ, приносимых кровью. Только небольшая часть веществ (витамины, ферменты, гормоны, иммунные тела, минеральные вещества и др.) переходит в молоко из крови без изменений. Для продуцирования одного литра молока через вымя должно пройти около 300 литров крови (рис. 1.1).

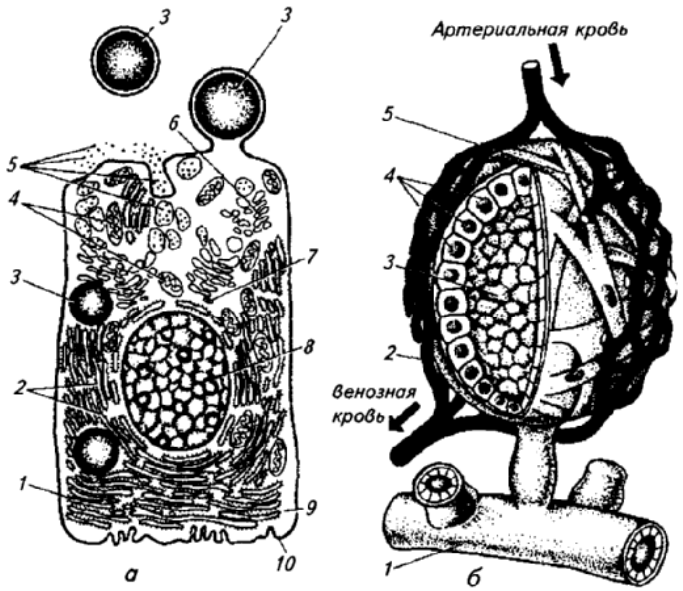


Рис. 1.1. Схемы строения:

а – секреторной клетки молочной железы: 1 – эндоплазматический ретикулум; 2 – рибосомы; 3 – капелька жира; 4 – митохондрии; 5 – молочный белок; 6 – аппарат Гольджи; 7 – лизосомы; 8 – ядро; 9 – цитоплазма; 10 – плазматическая мембрана (плазмалемма); б – альвеолы: 1 – молочный проток; 2 – капилляры; 3 – полость; 4 – слой секреторных клеток; 5 – миоэпителиальная клетка

Непосредственно в пищу и для переработки используют главным образом коровье молоко, реже – кобылье, козье, овечье и оленье.

Способы доения оказывают влияние на процесс молокообразования и молоковыделения. Количество молока зависит от объема вымени, подготовки его, ритма, способа и кратности доения, а также от ряда других причин.

Образование молока протекает наиболее усиленно после опорожнения вымени. По мере накопления молока в вымени интенсивность молокообразования постепенно падает. Существует понятие физиологической емкости вымени, которая регулируется нервной системой животного. Чем больше физиологический объем вымени, тем больше в нем накапливается молока. Важное значение наряду с объемом имеет форма вымени, поэтому проводится работа по равномерному развитию всех долей вымени и увеличению его передней части.

Вымя перед дойкой специально подготавливают. Перед каждой дойкой вымя обмывают теплой водой, что способствует его очищению, обеспечению санитарно-гигиенических условий получения доброкачественного молока. После обмывания вымя массируют. Массаж способствует молокообразованию и более полной молокоотдаче, помогает рефлекторному расслаблению протоков и быстрому истечению молока из вымени, а также улучшает кровоснабжение вымени. Массаж вымени необходимо проводить в начале и в конце доения.

В первые минуты доения (3–4 мин) давление молока внутри вымени значительно повышается, альвеолы сжимаются, а широкие протоки и цистерны расслабляются. Такое состояние молочной железы дает возможность наиболее полно опорожнить вымя. Поэтому доить надо быстро и ритмично. Установлено, что молокоотдача происходит лучше, если рецепторы на сосках раздражаются примерно 100 раз в минуту. Нормальной скоростью доения считается около одного литра молока в минуту. При медленном и неритмичном доении внутри вымени снижается давление и молоко целиком не извлекается, особенно из глубинных мелких протоков.

На продуктивность коров влияет способ доения. Известно несколько способов выдаивания сосков вымени:

1. одностороннее доение (сначала выдаивают оба соска одной стороны вымени, а затем другой);
2. двустороннее, или прямое доение (выдаивают оба задних, а затем оба передних соска);
3. доение крест-накрест (выдаивают один передний сосок правой стороны вымени и один задний сосок левой стороны вымени, а затем наоборот);
4. пососковый способ (каждую четверть вымени выдаивают самостоятельно по очереди).

При машинном доении наилучшим считается выдаивание одновременно всех четырех четвертей вымени. При ручной дойке рекомендуется сначала доить задние половины, где сконцентрирована большая часть молока, а затем передние. И при ручной, и при машинной дойке необходимо тщательно выдаивать молоко, так как последние порции

молока, в отличие от первых, содержат повышенную массовую долю жира. По данным ученых, после окончания дойки в вымени остается до 1,5 л молока с жирностью 12–14%.

На повышение молочной продуктивности коров влияет частота доения. Физиологами установлено, что периодическое опорожнение молочной железы стимулирует образование молока. При двукратном доении у обильномолочных коров в вымени не может уместиться молоко, продуцируемое за сутки. Поэтому целесообразно трехкратное доение.

На продуцирование молока влияет множество факторов, в том числе время суток и года. Суточный ритм лактации зависит от условий естественного освещения. Во все периоды года в ночное время молочной железой вырабатывается менее жирное молоко, чем днем. Суточная ритмичность в образовании жира и белков в молоке обусловлена изменениями в обмене веществ, которые координируются центральной нервной системой в зависимости от внешних факторов. Поэтому в дневное время происходит более интенсивное образование молока. Для получения постоянных и высоких удоев имеют значение условные рефлексы коров, связанные с распорядком дня, условиями содержания, дойки и т. п.

На продуктивность коров влияет возраст. После первого отела продуктивность повышается до шестого – восьмого отела, а затем снижается, и после 10–12 отелов содержание коров экономически нецелесообразно.

Продуктивность коров и состав молока очень зависят от состояния здоровья животного. Нарушение нормальных физиологических функций организма отрицательно влияет на молокообразование и состав молока. Заболевания животного, как правило приводят к падению удоев, а иногда и к прекращению лактации. В молоке уменьшается кислотность и количество молочного сахара, увеличивается содержание белков, особенно сывороточных, ферментов, в том числе каталазы, лейкоцитов, минеральных солей, повышается электропроводность и понижается точка замерзания. Содержание жира обычно уменьшается, но в отдельных случаях и повышается.

Санитарно-гигиенические условия получения доброкачественного молока на фермах. Для получения доброкачественного молока на фермах необходимо соблюдать санитарные и ветеринарные правила содержания, кормления, доения скота, а также хранения и обработки молока. В соответствии с ними, фермы должны иметь санпропускник, изолятор, ветеринарный пункт и карантинное отделение. Молочная должна быть оборудована лабораторией, моечным отделением для мойки оборудования, инвентаря и посуды, системами водоснабжения и канализации, а также укомплектована необходимым оборудованием и

инвентарем, включающим: оборудование для учета молока (весы, или счетчики, или емкости с тензометрическим устройством или линейкой); очистки молока (фильтры или сепараторы); охлаждения (охладители, резервуары и ванны с охлаждением); систему транспортировки (трубопроводы, шланги, насосы) и емкости для хранения (резервуары, ванны, фляги и т. п.). Покрытие пола должно быть твердым, стены окрашены масляной краской или выложены плиткой.

Для получения молока высокого качества необходимо ограничить возможность попадания в него механических и микробиологических загрязнений, основными источниками которых являются вымя и кожный покров животного, корм, насекомые и грызуны, оборудование и емкости для хранения и охлаждения молока, доильные аппараты, трубопроводы и др., а также обслуживающий персонал. Перед доением вымя тщательно обмывают теплой водой, а первые струйки молока, как наиболее обсемененные микроорганизмами, сдаивают в отдельную посуду и не смешивают с общим удоем. Шерстный покров животного необходимо содержать в чистоте, ежедневно чистить, а в летнее время проводить водный моцион. Во время дойки или перед ней не рекомендуется проводить уборку фермы и раздавать корм животным.

Помещение молочной фермы должно содержаться в чистоте и порядке, своевременно подвергаться санитарной обработке, дезинфекции и ремонту. Окна и двери должны быть защищены от насекомых. Весь инвентарь и оборудование на ферме следует тщательно мыть, стерилизовать или дезинфицировать.

К работе на ферме допускаются только здоровые работники. Они систематически проходят профилактические медицинские освидетельствования, которые регистрируются в личных санитарных книжках. О наличии кожных, гнойных, а также острых инфекционных заболеваний у самого работающего или членов его семьи немедленно сообщают руководителю фермы или курирующему медицинскому работнику. Работники ферм обязаны строго соблюдать правила личной гигиены: следить за чистотой своей одежды и обуви, а также рук (ногти должны быть коротко острижены). Работники, соприкасающиеся непосредственно с молоком, должны носить халат, косынку или колпак, которые должны снимать перед посещением туалета. После посещения туалета руки необходимо мыть и дезинфицировать. В коровниках запрещается курить и принимать пищу.

Главное условие получения доброкачественного молока – здоровые животные. Животные должны находиться под систематическим наблюдением ветеринарного врача. Перед доением следует внимательно осматривать вымя и соски коровы. Если в молоке замечены слизь, кровь и творожистые образования, об этом нужно сообщить ветеринарному врачу. Коров с признаками инфекционного или другого заболевания необходимо изолировать. Молоко коров, больных сибирской язвой, бешенством, чумой и другими заболеваниями в соответствии с инструкцией уничтожают на ферме в присутствии ветеринарного работника. Если коровы внешне здоровы, но положительно реагируют на бруцеллез, то молоко от них должно быть термически обработано на ферме при температуре 70 °С с выдержкой 30 мин или при температуре 90 °С без выдержки. В хозяйствах, где установлен карантин в связи с заболеванием ящуром, молоко подвергают кипячению не менее 5 мин и используют внутри хозяйства. Ответственность за соблюдение санитарных и ветеринарных правил возлагается на руководителей ферм и хозяйств, в которых они находятся.

Способы доения. В настоящее время как в крупных животноводческих хозяйствах, так и в фермерских или малых в основном используют машинное доение. Известны следующие типы доильных установок:

- стационарная конвейерно-кольцевая типа «карусель»;
- стационарная для группового доения типа «елочка»;
- универсальная для доения зимой на ферме, а летом на пастбище типа «елочка»;
- доильные системы ведерного типа;
- передвижные доильные установки с доением во фляги – мобильные доильные системы.

Применение машинного доения позволяет повысить производительность труда, получать и транспортировать молоко без контакта с окружающей средой, быстро и эффективно охлаждать. Доильные установки выпускаются с частичной и полной автоматизацией процесса управления и включают фильтр, счетчик молока, кормораздатчик с дозировкой кормов, систему безразборной мойки. Последним достижением является выпуск роботов доения «Galaxy», которые применяются в сельском хозяйстве Дании, Норвегии и Финляндии. В России наибольшее распространение получили установки фирмы «Альфа-Лаваль» и «НАТ». К их числу относятся линейные установки для доения в трубопровод, которые используются при привязном содержании скота. Во время дойки молоко поступает от доильного аппарата по вакуумпроводу в бак, откуда оно насосом подается в резервуар для охлаждения и промежуточного резервирования. В традиционных привязных стойлах возможно использование доильных систем ведерного типа. Кроме того, они могут применяться для раздельной дойки коров, например, для разделения нормального, стародойного молока и молозива. Доильная система ведерного типа состоит из ведерных доильных аппаратов, вакуумпровода, насоса и молокоприемного бака. Разновидностью доильных систем ведерного типа являются мобильные доильные системы, состоящие из 1 или 2 емкостей, расположенных на тележках, укомплекто-

ванных электрическим, бензиновым или дизельным двигателем. Доильные установки «елочка» делятся на два типа по величине угла между положением животного и молокопроводом: 60° и 30°. Если доильный зал короткий и широкий, то используется тип «елочка-60°» и оператор доения подключает доильные аппараты сзади. Если доильный зал длинный и узкий, то используют тип «елочка-30°», в этом случае оператор доения подключает доильные аппараты сбоку.

Доильные установки оборудованы доильными аппаратами, которые по принципу действия делятся на двухтактные и трехтактные. В первом случае цикл доения состоит из двух тактов – сжатия, когда межстенное пространство доильного стакана заполняется воздухом, и сосания, при котором обе камеры стакана находятся под вакуумом. В аппаратах, работающих по трехтактному принципу, дополнительно к тактам сжатия и сосания добавляется третий такт – отдыха, когда обе камеры заполняются воздухом. Наиболее совершенным считается трехтактный доильный аппарат, так как он не оказывает отрицательного влияния на вымя коровы и более физиологичен. Однако скорость доения выше у двухтактного аппарата, при этом его стаканы лучше держатся на сосках вымени и не падают. Недостатком двухтактных аппаратов является то, что при передержке аппаратов на вымени происходит его воспаление, поэтому их необходимо отключать немедленно. При длительном холостом доении под воздействием вакуума ткани вымени воспаляются, капилляры и мелкие кровеносные сосуды разрываются, что приводит к возникновению мастита.

Использование машинного доения предусматривает высокую культуру производства и безупречное соблюдение правил гигиены доения и техники безопасности.

Первичная обработка молока на фермах. Целью первичной обработки молока на фермах является получение доброкачественного молока, сохранение его технологических свойств и обеспечение его безопасности для использования на пищевые цели. Первичная обработка молока включает очистку с помощью фильтров различных типов или механическую очистку на сепараторах, охлаждение и промежуточное резервирование. Для первичной обработки молока используют охладители емкостного или пластинчатого типа, резервуары с рубашкой или теплоизоляционным корпусом для промежуточного резервирования молока и поддержания температуры молока в диапазоне (8±2) °С. Для обеспечения высокого качества молока его перед охлаждением могут направлять на сепаратор-молокоочиститель для удаления механических примесей и снижения бактериальной обсемененности. Современным оборудованием для первичной обработки молока являются микрофильтрационные установки, позволяющие удалять из него почти все микроорганизмы. За рубежом получила большое распространение, а в

отечественной практике только внедряется термизация молока – щадящий нагрев с последующим охлаждением. Наибольшее распространение термизация находит в сыроделии и в производстве молочных консервов, а также продуктов детского и специального питания. С целью снижения транспортных расходов молоко на фермах можно концентрировать на ультрафильтрационных установках и на промпереработку направлять концентрат молока с массовой долей сухих веществ от 20 до 60%, а получаемый фильтрат, в состав которого входят вода, лактоза, минеральные соли и следы белковых веществ, использовать на корм скоту или для пищевых целей.

Очистка и охлаждение молока сразу после доения в течение 1–2 ч позволяет сохранить качество молока в течение 24 ч после доения. Использование термизации и/или мембранной обработки (микрофильтрации или ультрафильтрации) позволяет сохранять качество молочного сырья в течение трех суток до промышленной переработки.

Пороки сырого молока. В результате нарушения правил получения, режимов и способов первичной обработки молока, скармливания недоброкачественного корма, попадания в молоко посторонней микрофлоры, нарушения правил хранения и транспортировки молока в нем могут появиться различные пороки.

Пороки физико-химического происхождения. К ним относятся сычужно-вялое молоко из-за недостатка в нем солей кальция и салистый привкус молока в результате окисления жира.

Пороки кормового происхождения. В некоторых кормах содержатся вещества, которые переходят в молоко и вызывают пороки вкуса, например, горький вкус придают молоку полынь, лютик, люпин, тысячелистник и т. п. Кормовые привкусы и запахи у молока появляются при скармливании животным чеснока, лука, ботвы картофеля и других растений, содержащих эфирные масла.

Пороки микробиологического происхождения возникают под воздействием микроорганизмов. Горький вкус вызывают споровые палочки из группы гнилостных бактерий. Прогорклый вкус, который вызван липазой микробного происхождения, возникает при разложении жира с образованием масляной кислоты, альдегидов, кетонов и других веществ. Бродящее молоко – порок, возбудителем которого могут быть дрожжи, кишечная палочка, а в пастеризованном молоке – маслянокислые бактерии. Тягучее молоко – порок, который возникает в результате нарастания кислотности под действием молочнокислых стрептококков и бацилл. Синее, красное и желтое молоко – порок, обусловленный развитием в молоке пигментообразующей микрофлоры. Соленое молоко получают от коров, больных маститом или стародойных.

Пороки технического происхождения появляются в процессе получения, транспортировки и хранения молока. К ним относятся: метал-

лический привкус; посторонние привкусы и запахи; попадание воды в молоко при неправильной эксплуатации доильного оборудования или в результате прямой фальсификации молока водой; пенящаяся консистенция из-за хранения в замороженном виде и др.

Для предупреждения возникновения пороков в сыром молоке необходимо соблюдать санитарно-гигиенические условия его получения, правила эксплуатации, мойки и дезинфекции оборудования; контролировать качество кормов и воды, соблюдать режим кормления (кормить после дойки или не менее, чем за 4 ч до дойки), не допускать смешивания молока разных сортов и разных температур, не подвергать длительному хранению на свету и длительному перемешиванию. В исключительных случаях для предотвращения порчи молочного сырья допускается в него вносить антиоксиданты, бактерицидные и химические вещества, разрешенные в установленном порядке (токоферолы, аскорбиновая кислота, кверцетин, низин, пероксид водорода в смеси с каталазой и т. п.).

Контрольные вопросы

1. Какие вы знаете породы молочного направления?
2. Какие факторы влияют на молочную продуктивность коров?
3. Охарактеризуйте средний состав коровьего молока.
4. От каких факторов зависит состав и свойства молока?
5. Что понимается под нормой кормления животных?
6. Дайте определение рациона сельскохозяйственных животных.
7. От каких факторов зависит питательная ценность рациона?
8. Как влияют условия кормления на качество молока?
9. В чем особенность составления рациона лактирующей коровы?
10. Дайте определение и характеристику трех основных лактационных периодов.
11. Дайте определение и охарактеризуйте явление продуцирования молока молочной железой.
12. В чем состоят санитарно-гигиенические условия получения доброкачественного молока на фермах?
13. Какие способы дойки коров применяют?
14. Что включает первичная обработка молока на фермах?
15. Перечислите пороки сырого молока и укажите причины их возникновения.

1.3. Молоко как сырье для молочной промышленности

Транспортировка молока и порядок его приемки на перерабатывающих предприятиях. Молоко на предприятия для промышленной переработки доставляют специализированным транспортом, в основном

автомобильным, реже железнодорожным и водным. В труднодоступных районах возможно использование гужевого транспорта. Молоко транспортируют в цистернах, флягах, пластиковых контейнерах на специализированном транспорте, который должен иметь санитарный паспорт. Его выдают территориальные центры Роспотребнадзора. Шофер-экспедитор или другое сопровождающее лицо должен иметь личную медицинскую книжку, спецодежду, соблюдать правила транспортировки молочных продуктов и правила личной гигиены. Автомобильные молочные цистерны выполнены из алюминия или нержавеющей стали и покрыты термоизоляционным слоем и наружным кожухом. Их вместимость колеблется от 900 л до 30 т (рис. 1.2, *а*). Молочные цистерны могут включать от одной до четырех секций, каждая из которых снабжена люком, герметически закрывающейся крышкой с уплотнительной резиновой прокладкой. Цистерна заполняется молоком с помощью вакуумного насоса снизу или самотеком сверху.

На предприятиях молочное сырье принимают по количеству и качеству для чего используют весы, счетчики, приемно-измерительные устройства (рис. 1.2, *а*) или резервуары с тензометрическим устройством (рис. 1.2, *б*). При приемке молока осматривают тару, в которой оно поступило, отмечают целостность пломб, чистоту тары и коробки с молокопроводом в молочных цистернах, наличие резиновых колец у фляг и заглушек у молокопроводов. Затем открывают крышку, молоко тщательно перемешивают и определяют его вкус, запах, цвет и консистенцию. При приемке молока от сдатчиков, чьи животные подозреваются на инфекционные заболевания, качество молока устанавливают только по запаху, а его вкус определяют лишь после кипячения пробы молока. Вместе с лаборантом приемщик проводит органолептическую оценку и сортировку. Пробы для органолептической оценки молока отбирают из каждой единицы транспортной тары. Температуру измеряют в каждой секции цистерны либо выборочно в 2–3 флягах или контейнерах из каждой партии сырья. Она не должна превышать 10 °С летом и быть не ниже 0 °С зимой. После этого отбирают пробу для физико-химического и микробиологического анализа в соответствии с ГОСТом на заготовляемое сырье. Слив молока из молочных цистерн осуществляют самотеком или с помощью насоса приемного отделения. Приемные отделения бывают проездного или тупикового вида, отдельно стоящие или расположенные рядом с производственным корпусом. Для обслуживания автомобильного транспорта они оснащены специальными платформами – постами приемки, оборудованием для мойки и дезинфекции автотранспорта, молцистерн, фляг, контейнеров и других емкостей. Санитарная обработка автомолцистерн состоит в удалении остатков молока путем ополаскивания водой, мойки моющими растворами, ополаскивании с целью уда-

ления остатков моющих веществ, обработки дезинфицирующими растворами или стерилизации острым паром.

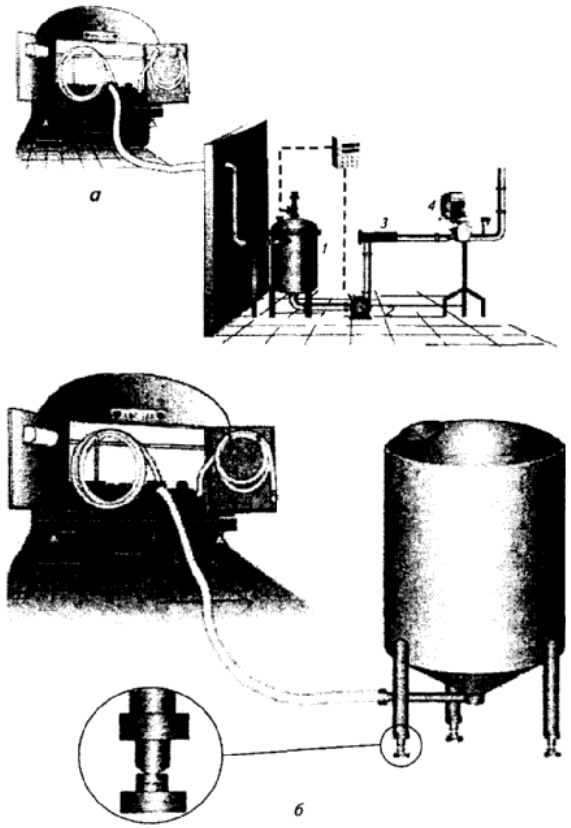


Рис. 1.2. Приемка молока на предприятиях из автомобильных молочных цистерн:

а – с помощью приемно-измерительного устройства: 1 – бак-балансер; 2 – центробежный насос; 3 – воздухоотделитель; 4 – счетчик; б – с помощью резервуара с тензометрическим устройством

Молоко заготовляется по ГОСТ 52054-2003 «Молоко натуральное коровье – сырье». Согласно данному стандарту, к молоку предъявляются следующие требования. Согласно ветеринарному законодательству, молоко должно быть получено от здоровых животных в хозяйствах, благополучных по инфекционным болезням, и соответствовать по качеству настоящему стандарту и нормативным документам, регламентирующим требования к качеству и безопасности пищевых продуктов. Молоко без извлечений и добавок молочных и немолочных компонентов, должно быть подвергнуто первичной обработке после дойки (очистке от механических примесей и охлаждению до температуры 6±2 °С). Молоко, в зависимости от микробиологических, органолептических и физико-химических показателей, в соответствии с ГОСТ, подразделяют на сорта: высший, первый, второй и несортовое.

По органолептическим показателям молоко должно соответствовать требованиям, указанным в табл. 1.9.

1.9. Требования ГОСТ 52054-2003 к органолептическим показателям молока-сырья

Наименование показателя	Норма для молока		
	высшего и первого сорта	второго сорта	несортового
Консистенция	Однородная жидкость без осадка и хлопьев. Замораживание не допускается		Наличие хлопьев белка, механических примесей
Вкус и запах	Чистый, без посторонних запахов и привкусов, не свойственных свежему натуральному молоку		Выраженный кормовой привкус и запах
		Допускается в зимне-весенний период слабовыраженный кормовой привкус и запах	
Цвет	От белого до светло-кремового		Кремовый, от светло-серого до серого

По физико-химическим показателям молоко должно соответствовать нормам, указанным в табл. 1.10.

1.10. Требования ГОСТ 52054-2003 к физико-химическим показателям молока-сырья

Наименование показателя	Норма для молока сорта			
	высшего	первого	второго	несортового
Кислотность, °Т	От 16,00 до 18,00	От 16,00 до 18,00	От 16,00 до 20,99	Менее 15,99 или более 21,00
Группа чистоты, не ниже	I	I	II	III
Плотность, кг/м^3, не менее	1028,0	1027,0	1027,0	Менее 1026,9
Температура замерзания, °С	Не выше минус 0,520			Выше минус 0,520

По микробиологическим показателям молочное сырье должно соответствовать нормам, указанным в табл. 1.11.

1.11. Требования ГОСТ 52054-2003 к микробиологическим показателям молока-сырья

Наименование показателя	Норма для молока сорта			
	высшего	первого	второго	несортового
КМАФАнМ, КОЕ/см^3, не более	3×10^5	5×10^5	4×10^6	не определяется
Количество соматических клеток в 1 см^3, не более	5×10^5	1×10^6	1×10^6	не определяется
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы не допускаются в объеме, г	25	25	25	не определяется

Содержание токсичных элементов, афлатоксина M_1, антибиотиков, ингибирующих веществ, радионуклидов, пестицидов, патогенных микроорганизмов, в т. ч. сальмонелл, КМАФАнМ и соматических клеток в молоке должно соответствовать действующим санитарным правилам и нормам СанПиН 1078-01.

На предприятии молоко принимают по массе или объему. Фактическую массу поступившего молока пересчитывают на массу молока базисной жирности для конкретного региона, по которой и производят расчет с поставщиками молока. Расчет ведут по формуле:

$$M_б = M_ф \cdot Ж_ф / Ж_б,$$

где $M_б$, $M_ф$ – масса молока базисной жирности, фактической жирности, кг; $Ж_ф$, $Ж_б$ – массовая доля жира фактическая, базисная, %.

Чем выше массовая доля ($Ж_ф$) в молоке, поступившем на переработку, тем больше получится в результате пересчета базисной жирности и тем выше оплата за сданное молоко. Дополнительные бонусы поставщик получает за более высокие показатели качества сырья. Например, за температуру поставляемого сырья ниже 10 °С, более низкую бактериальную обсемененность, повышенное содержание белка и т. п. Таким образом на современном этапе предприятия стимулируют сельхозпроизводителей к повышению качества заготовляемого молока.

Контрольные вопросы

1. Как осуществляется транспортировка молока на перерабатывающие предприятия?
2. В какой последовательности проводят приемку молока?
3. Как определяют количество поступившего молока?
4. Каким требованиям должно соответствовать молоко-сырье?

5. Кто и как проверяет показатели безопасности и качества поступающего на предприятие сырья?
6. По каким показателям молоко делится на сортовое и несортовое?

1.4. Сепарирование и нормализация молока

1.4.1. Сепарирование

Сепарирование – это механическая обработка молока с целью разделения его на тяжелую и легкую фракции. В основе действия сепаратора лежит принцип использования центробежной силы, возникающей в главном рабочем органе сепаратора – барабане при вращении.

По технологическому назначению сепараторы делятся на сепараторы для выделения легкой фракции (сепараторы-сливкоотделители и сепараторы для высокожирных сливок); тяжелой фракции (сепараторы-молокоочистители, сепараторы-бактериоотделители, сепараторы для осветления сыворотки, сепараторы-отделители белка); сепараторы-нормализаторы для получения молока определенной жирности; сепараторы универсальные, выполняющие одновременно две или три функции: очистку, обезжиривание, нормализацию; сепараторы специального назначения (сепараторы-диспергаторы, сепараторы-кларификаторы и т. п.)

По конструктивным признакам сепараторы делят на сепараторы открытого, полузакрытого и закрытого типов. В сепараторах открытого типа ввод сырья и выход продукта не герметизирован, т. е. осуществляется свободной струей. В сепараторах полузакрытого типа ввод сырья осуществляется свободной струей, а выход продуктов герметизирован. В закрытых сепараторах ввод сырья и выход продуктов сепарирования герметизированы.

По организации технологического процесса сепараторы бывают периодического и непрерывного действия.

Сепараторы предназначены для разделения молока на сливки и обезжиренное молоко, а также для очистки молока от механических включений. При сепарировании молоко непрерывно подается в быстро вращающийся барабан. Во время движения молока в барабане жировые шарики, как наиболее легкая фракция молока, выделяются и в виде сливок устремляются к оси вращения барабана, через специальные регулировочные каналы выводятся наружу. Обезжиренное молоко отбрасывается к периферии барабана и через отверстия также выводится наружу. Находящиеся в молоке механические и естественные примеси (частицы кормов и шерстного покрова, клетки крови, микроорганизмы и др.), как тяжелая фракция, отбрасываются к стенкам барабана и в виде плотного слоя слизи составляют его грязевое пространство. Таким образом, при сепарировании молока одновременно происходит его обезжиривание и очистка.

Сепаратор-сливкоотделитель

В молоке жир содержится в виде шариков диаметром от 1 до 20 мкм. Основная их часть имеет диаметр от 2 до 10 мкм. В 1 мл цельного молока количество жировых шариков варьирует от 2 до 5 млрд. Жировая фракция легче плазмы молока, удельный вес при 30 °С соответственно составляет, г/см^3: 0,9119 и 1,0306. Поэтому оставленное в покое молоко разделяется на сливки и обезжиренное молоко. Процесс длится от 10 до 30 ч, так как при естественном отстое жировые шарики всплывают со скоростью 2,0–3,0 мм/ч. Скорость всплывания жировых шариков молока определяют по формуле Стокса

$$V = 2/9g[(\rho_1 - \rho_2)/\mu]r^2,$$

где V – скорость всплывания, см/с; g – ускорение силы тяжести, 981 см/с^2; ρ_1 – плотность молочной плазмы, г/см^3; ρ_2 – средняя плотность жирового шарика, г/см^3; μ – коэффициент динамической вязкости плазмы г/см·с; r – радиус жирового шарика, см.

Скорость всплывания жировых шариков при отстое пропорциональна ускорению силы тяжести (9,81 м/с^2), если емкость с молоком вращать, то возникает центростремительное ускорение, в тысячи раз превышающее ускорение силы тяжести. При сепарировании молока с такой же температурой, как и при отстое, жировой шарик с диаметром 4 мкм всплывает со скоростью около 0,35 см/с, что более чем в 4500 раз выше, чем при естественном отстаивании сливок. Кроме того, в сепараторе, по сравнению с отстойниками, в сотни раз сокращен путь перехода жировых шариков из молока в сливки и составляет 0,3–0,4 мм. Поэтому процесс сепарирования при максимальном обезжиривании и высоком качестве сливок составляет несколько секунд.

В сепарирующее устройство сепаратора молоко поступает по центральной трубке приемно-отводящего устройства и распределяется в межтарелочном пространстве. Молоко через отверстия в тарелкодержателе и вертикальные каналы в пакете тарелок сепаратора распределяется тонким слоем между тарелками. Для обеспечения эффективного процесса сепарирования барабан сепаратора вращается со скоростью 100–120 с$^{-1}$. В зазоре между тарелками частицы в зависимости от их плотности движутся в разные стороны. Более легкие частицы – например, жир, – перемещаются к оси вращения сепарирующего устройства (рис. 1.3), а более тяжелые – например, обезжиренное молоко, механические примеси – к его периферии (рис. 1.4). Стрелками на рисунках указаны потоки цельного молока, обезжиренного молока и сливок. Потоком молока жировой шарик увлекается вниз и оттесняется к оси вращения барабана. В результате жировые шарики концентрируются на верхней поверхности нижней тарелки, образуя слой сливок и движутся

к оси вращения барабана сепаратора. Сливки, оттесняемые к оси вращения, сначала поступают в верхнюю часть барабана сепаратора, а затем в напорную камеру с неподвижным напорным диском, откуда под напором удаляются из сепаратора. Обезжиренное молоко под действием

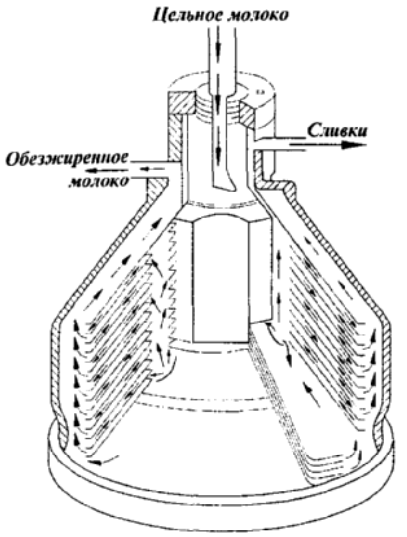


Рис. 1.3. Схема разделения цельного молока на сливки и обезжиренное молоко в барабане сепаратора сливкоотделителя

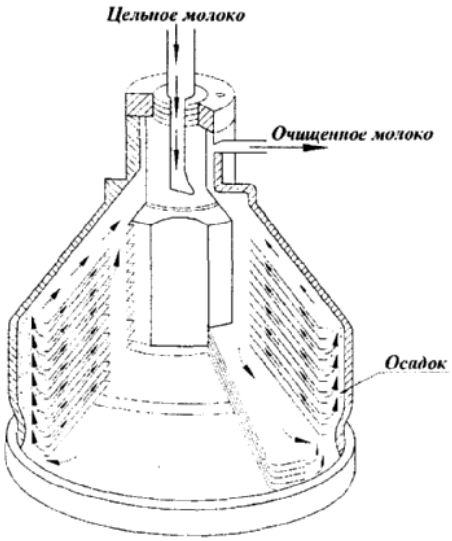


Рис. 1.4. Схема движения молока в барабане сепаратора молокочистителя

центробежной силы направляется к периферийной части барабана сепаратора – в грязевое пространство, а оттуда поступает в верхнюю часть и через напорную камеру выходит из сепаратора. Внутри сепарирующего устройства потоки сливок и обезжиренного молока не смешиваются, благодаря верхней разделительной тарелке сепаратора. Непрерывность процесса сепарирования обусловливается подачей новых порций молока, которые вытесняют сливки и обезжиренное молоко.

На скорость и степень выделения жировой фракции из молока влияет ряд факторов. Наиболее существенные из них следующие:

- Температура сепарирования. Чем ниже температура, тем выше вязкость молока и тем ниже скорость выделения жировых шариков из молока. Поэтому перед сепарированием молоко нагревают до температуры 35–45 °С.
- Скорость вращения барабана. Чем больше оборотов делает барабан, тем быстрее и полнее выделяется жир.
- Количество молока, поступающего в барабан. Чем меньше молока поступает в барабан, тем продолжительнее воздействие центробежной силы на него и тем эффективнее происходит процесс обезжиривания. Для более полного обезжиривания производительность сепаратора снижают на 10–15%.
- Размер жировых шариков. Чем крупнее жировые шарики, тем быстрее они переходят в сливки. Благодаря сепарированию массовая доля жира в обезжиренном молоке составляет от 0,01 до 0,05%, а диаметр жирового шарика в нем не превышает 0,1 мкм.
- Кислотность молока. Повышенная кислотность молока затрудняет обезжиривание из-за увеличения грязевого пространства и уменьшения рабочего диаметра барабана.
- Степень чистоты молока. При наличии механических примесей они заполняют грязевое пространство барабана и откладываются на периферийной части тарелок и между ними, что снижает эффективность обезжиривания и очистки молока.

Качество работы сепаратора-сливкоотделителя определяется массовой долей жира в обезжиренном молоке и сливках. Массовая доля жира в обезжиренном молоке не должна превышать 0,05%, а в сливках – не быть менее 10%. Для регулирования жирности сливок используют регулировочный вентиль и ротаметр (измеритель количества сливок). При постоянной массе молока, поступающего в сепаратор, увеличение производительности сепаратора по сливкам уменьшает массовую долю жира в них, а снижение производительности – повышает жирность сливок. Массовая доля жира в сливках при использовании сепараторов-сливкоотделителей составляет от 10 до 45%. Возможно получение сливок более высокой жирности – от 55 до 85%. Для этого применяют специальные сепараторы для высокожирных сливок. Эти сепараторы используются в поточных линиях производства масла способом преобразования высокожирных сливок в масло и в поточных линиях производства творога раздельным способом (кварка).

Сепаратор для высокожирных сливок отличается от сепаратора-сливкоотделителя. Сырьем являются сливки жирностью 30–40%, а в результате сепарирования получают высокожирные сливки и пахту с массовой долей жира около 0,3%. Ввиду высокой вязкости сырья и продуктов сепарирования размеры межтарелочных зазоров в барабане сепаратора увеличены, температура сепарирования соответствует температуре пастеризации сливок при производстве масла. Регулировка массовой доли жира в высокожирных сливках осуществляется с помощью регулятора на линии пахты. Производительность сепараторов снижена. Наиболее часто для получения высокожирных сливок используются сепараторы саморазгружающиеся с пульсирующей выгрузкой осадка. Если используются сепараторы периодического действия, рабочее время сокращается с 3–4 ч до 1,5–2 ч, после чего их останавливают для выгрузки осадка, мойки и чистки.

Сепаратор-нормализатор

Сепаратор-нормализатор предназначен для получения сливок и нормализации молока по жиру. Молоко через центральную трубку сепаратора поступает на периферийную часть тарелок. При перемещении по межтарелочным зазорам оно по вертикальным каналам, образованным отверстиями в пакете тарелок отводится из сепарирующего устройства. В сепараторе-нормализаторе поверхность тарелок разделена на две рабочие зоны. Поверхность тарелок от оси вращения до отверстия предназначена для выделения сливок, а периферийная ее часть – для очистки молока. Особенность нормализации молока определяется конструкцией сепаратора. В открытых сепараторах нормализацию можно осуществить двумя способами:

1 способ – нормализация сливками. На горловине приемника для сливок устанавливают цилиндр с вертикальными пазами, в который ударяются выходящие из сепарирующего устройства сливки. С помощью поворотного шибера, установленного на цилиндре, пазы перекрываются, и часть сливок направляется в приемник для обезжиренного молока, где смешивается с ним и в виде нормализованного молока отводится из сепаратора. Оставшаяся часть сливок отводится из приемника обычным способом. Таким образом с помощью шибера регулируют жирность нормализованного молока.

2 способ – нормализация цельным молоком. Если в нормализованном молоке массовая доля жира должна быть ниже, чем в цельном, то часть цельного молока из поплавковой камеры, минуя барабан сепара-

тора, по трубе с регулирующим клапаном смешивается с выходящим из барабана сепаратора обезжиренным молоком. Массовая доля жира в нормализованной смеси определяется количеством и жирностью цельного молока, так как масса и жирность обезжиренного молока практически постоянны.

Если в нормализованном молоке массовая доля жира должна быть выше, чем в цельном молоке, то цельное молоко смешивается со сливками и в приемной воронке насоса перемешивается.

В полузакрытых и закрытых конструкциях сепараторов-нормализаторов нормализация осуществляется смешиванием в определенных пропорциях сливок и обезжиренного молока. Количество отводимых сливок контролируется ротаметром и регулировочным краном.

Сепаратор-диспергатор предназначен для очистки молока и гомогенизации. Полученные сливки гомогенизируются и смешиваются с цельным молоком в напорной камере и под давлением через отводящее устройство выходят наружу. Гомогенизация сливок осуществляется в камере диспергатора, где они проходят через неподвижный диск с лопастями в кольцевой канал.

Сепаратор-кларификсатор позволяет получать гомогенизированное нормализованное молоко. Для этого сепаратор-сливкоотделитель снабжается диспергирующим и нормализующим устройством.

Сепаратор-молокоочиститель предназначен для выделения из молока механических и естественных примесей. Сепараторы-молокоочистители конструктивно аналогичны сепараторам-сливкоотделителям и отличаются лишь внутренним устройством барабана. Расстояние между пакетом тарелок и корпусом барабана (грязевое пространство) значительно больше, тарелки не имеют отверстий и бортика, отсутствует верхняя разделительная тарелка. В сепарирующем устройстве сепаратора-очистителя предусмотрена другая траектория движения молока. Исходное молоко по центральной трубке поступает в сепарирующее устройство, опускается в нижнюю часть тарелкодержателя и выводится к периферии барабана. Под действием напора молоко проходит по зазорам между тарелками от периферии к центру и выбрасывается из отверстия в приемник, а примеси, как тяжелая фракция, отбрасываются под действием центробежной силы в грязевое пространство и осаждаются на стенках барабана. Вместе с механическими примесями в грязевое пространство переходят клетки крови, эпителия, микроорганизмы. При таком направлении потоков исключено выделение жира. На очистку, как и на сливкоотделение, молоко направляют при температуре 35–45 °С. Сочетание механической очистки и тепловой обработки (термизации, пастеризации и стерилизации) дает эффективное микробиологическое обеззараживание молока. Для удаления осадка барабан сепаратора останавливают каждые 3–5 ч, в зависимости от состояния грязевого пространства. Так работают сепараторы-молокоочистители периодического действия. Для организации непрерывного процесса используются саморазгружающиеся сепараторы, которые дополнительно снабжены станиной с приводом и приемно-отводящим устройством для пульсирующей выгрузки осадка. Интервал пульсирующих выгрузок осадка – от 30 до 100 мин в зависимости от степени загрязнения молока, а продолжительность разгрузки – от 0,2 до 3,6 с. Осадок, накопившийся в сепарирующем устройстве, выгружается через расположенные по окружности отверстия в стенке корпуса. В начале сепарирования (период накопления осадка в грязевом пространстве) отверстия закрыты. Это достигается с помощью поршня, который в сепарирующем устройстве образует внутреннее подвижное дно. Под поршнем находится полость, куда с помощью гидросистемы поступает рабочая жидкость. Она создает давление, направленное вверх, и поршень герметично прижимается к прокладке. Когда грязевое пространство наполняется, гидросистема срабатывает, отверстия для выгрузки осадка открываются, и через них в приемное устройство под действием центробежной силы выходит шлам. В сепарирующем устройстве радиально расположены два клапана, рабочие полости которых связаны с полостью под поршнем гидросистемой и отверстиями для вывода рабочей жидкости. При подаче в клапаны рабочей жидкости поршни клапанов открывают отверстия и жидкость из-под поршня удаляется через отверстия барабана. Поршень в сепарирующем устройстве опускается, открываются отверстия и происходит выгрузка осадка. По окончании выгрузки осадка рабочая жидкость вновь заполняет пространство под поршнем. Поршень поднимается в верхнее положение, и процесс накопления осадка повторяется.

Сепаратор-бактериоотделитель (бактофуга) предназначен для выделения из молока микробных клеток. Эффективность выделения клеток достигает 98%. Совмещение процесса бактериоотделения с тепловой обработкой молока повышает эффективность его микробиологического обеззараживания до 99,9%.

Конструктивно бактофуга принципиально не отличается от сепаратора-молокоочистителя. Отличительная особенность состоит в более высокой скорости вращения барабана и в непрерывном режиме выгрузки жидкого осадка. При этом методе разгрузки с осадком максимально удаляются микроорганизмы, но в то же время теряется около 1,5% молока.

Сепаратор-творогоотделитель относится к сепараторам открытого типа с непрерывной выгрузкой через сопла тяжелой фракции – творога. В корпусе сепаратора-творогоотделителя по окружности располагаются 12 отверстий. Изменяя их количество и размер, регулируют степень обезвоживания творожного сгустка. Для предотвращения забивания сопел жиром сепарированию подвергают обезжиренный творог. Творожный сгусток по центральной трубке поступает под тарелкодер-

жатель и далее – в периферийное пространство сепарирующего устройства. Творог непрерывно выводится через сопла в приемник творога. Сыворотка удаляется из сепарирующего устройства через направляющее кольцо свободной струей.

Сепаратор-отделитель белка от сыворотки предназначен для очистки сыворотки от казеиновой пыли и выделения молочного жира. В сепарирующем устройстве сепаратора на тарелкодержателе установлен комбинированный пакет тарелок. В верхней части происходит разделение продукта на молочный жир и сыворотку, а в нижней сыворотка очищается от казеиновой пыли. Между верхней и нижней частями пакета установлена тарелка с широкой отбортовкой. Сыворотка, поступающая в сепарирующее устройство по центральной трубке, направляется в нижнюю часть пакета тарелок, откуда поднимается вверх по межтарелочным каналам и очищается от казеиновой пыли. Осветленная сыворотка поступает в канал, образованный отверстиями в тарелках верхней части пакета, где происходит выделение жира. Осветленная сыворотка и подсырные сливки выводятся через напорные устройства в трубопроводы, а казеиновая пыль оседает на периферии сепарирующего устройства и периодически удаляется через разгрузочные отверстия в приемник.

1.4.2. Нормализация

Для получения молочных продуктов стандартного состава используют нормализацию – регулирование состава сырья по одному или нескольким компонентам молока, например, по жиру, белку, сухому обезжиренному молочному остатку (СОМО). На промышленную переработку поступает молочное сырье разного состава, что определяется периодом лактации, временем года, рационом кормления, породой скота и многими другими факторами, а в готовом продукте состав строго регламентируется. Поэтому при поступлении сырья на завод приемная лаборатория определяет количество поступившего молока и его состав, а в аппаратных цехах проводят нормализацию сырья в зависимости от вида вырабатываемой продукции, в частности проводят нормализацию по массовой доле жира. Существует два принципиальных варианта нормализации молока по жиру.

1 вариант. Массовая доля жира в цельном молоке больше, чем требуется в производстве, поэтому необходимо снизить содержание жира. Для этого к цельному молоку добавляют рассчитанное количество обезжиренного молока или проводят сепарирование.

2 вариант. Массовая доля жира в цельном молоке ниже, чем требуется для производства, поэтому необходимо повысить содержание жира. Для этого к цельному молоку добавляют рассчитанное количество сливок или проводят сепарирование.

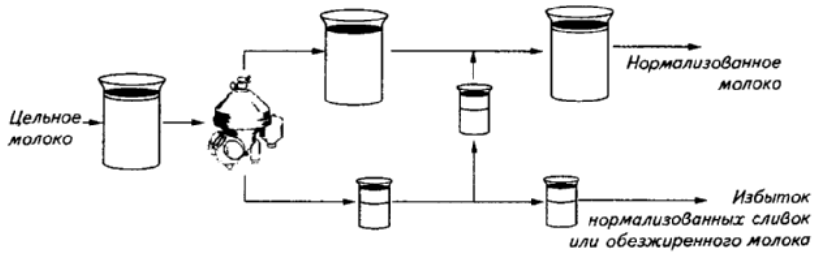


Рис. 1.5. Схема нормализации молока смешиванием или сепарированием

По организации технологического процесса нормализацию можно проводить смешиванием (рис. 1.5) или в потоке с применением сепараторов-нормализаторов (рис. 1.6).

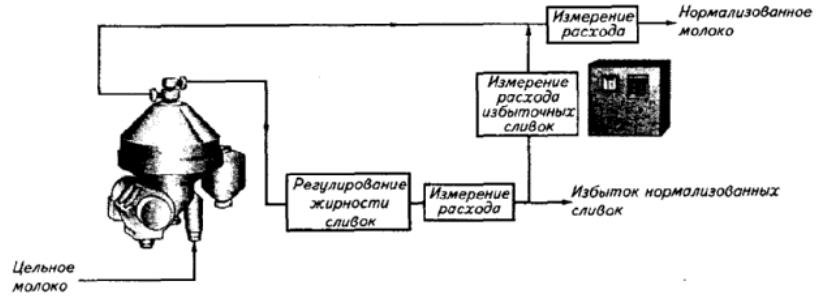


Рис. 1.6. Схема нормализации в потоке

Нормализация смешиванием – самый простой способ нормализации по жиру. Для осуществления этого способа необходимо иметь три емкости: емкость для сырья – цельного молока, емкость для обезжиренного молока или сливок, емкость для смешивания рассчитанного количества цельного молока и сливок/обезжиренного молока. Нормализацию смешиванием можно осуществлять и путем неполного сепарирования цельного молока для его разделения на обезжиренное молоко и сливки с последующим смешиванием рассчитанного количества обезжиренного молока и сливок. При нормализации таким способом для первого варианта дополнительно будут получаться сливки, а для второго варианта – обезжиренное молоко.

Способ смешивания исходного молока, обезжиренного молока или сливок основан на уравнении материального баланса:

$$К_м Ж_м + К_о Ж_о = К_{н.м.} Ж_{н.м.},$$

$$К_м Ж_м + К_{сл} Ж_{сл} = К_{н.м.} Ж_{н.м.},$$

где $К_м$ – количество исходного цельного молока, кг; $Ж_м$ – содержание жира в цельном молоке, %; $К_о$ – содержание обезжиренного молока, кг; $Ж_о$ – содержание жира в обезжиренном молоке, %; $Ж_{сл}$ – содержание жира в сливках, %; $К_{сл}$ – количество сливок, кг; $К_{н.м.}$ – количество нормализованного молока, кг; $Ж_{н.м.}$ – содержание жира в нормализованном молоке, %.

Необходимое количество обезжиренного молока или сливок для нормализации исходного молока рассчитывают по формулам:

$$К_о = \frac{К_м (Ж_м - Ж_{н.м.})}{Ж_{н.м.} - Ж_о},$$

$$К_{сл} = \frac{К_м (Ж_{н.м.} - Ж_м)}{Ж_{сл} - Ж_{н.м.}}$$

Количество нормализованного молока в обоих случаях:

$$К_{н.м.} = К_м + К_о \text{ и } К_{н.м.} = К_м + К_{сл}.$$

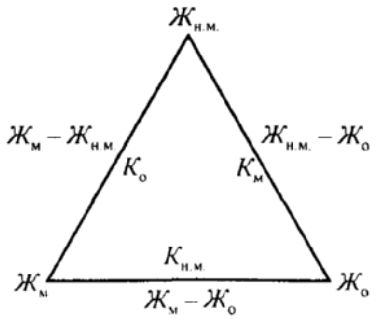
В случае смешения молока цельного с молоком цельным, содержащим менее 3,2% жира, для получения нормализованной смеси пользуются формулой:

$$К_{м_1} = \frac{К_{м_2} (Ж_{м_2} - Ж_{н.м.})}{Ж_{н.м.} - Ж_{м_1}},$$

где $К_{м_1}$ – количество молока жирностью менее 3,2%, кг; $К_{м_2}$ – количество молока жирностью более 3,2%, кг; $Ж_{м_1}$ – содержание жира в партии молока $К_{м_1}$, %; $Ж_{м_2}$ – содержание жира в партии молока $К_{м_2}$, %.

При нормализации молока цельным молоком большей жирности пользуются формулой:

$$К_{м_2} = \frac{К_{м_1} (Ж_{н.м.} - Ж_{м_1})}{Ж_{м_2} - Ж_{н.м.}}.$$



При расчете количества компонентов нормализованного молока в практике пользуются также графическими методами

Если известно количество цельного молока $К_м$, то при графическом методе расчета по треугольнику количество обезжиренного молока $К_о$ находят следующим образом. В вершинах

треугольника записывают содержание жира в молоке, нормализованной смеси и обезжиренном молоке, на внешних сторонах треугольника – разности между бóльшим и меньшим содержанием жира, на внутренних сторонах треугольника – количество молока, нормализованной смеси и обезжиренного молока напротив соответствующих значений компонентов на вершинах треугольника. Тогда

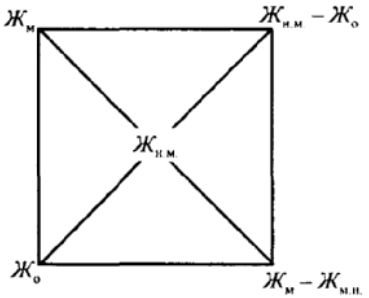
$$\frac{К_м}{Ж_{н.м.} - Ж_о} = \frac{К_о}{Ж_м - Ж_{н.м.}}.$$

Из этого соотношения, учитывая, что величина $К_м$ известна, определяют $К_о$:

$$К_о = \frac{К_м (Ж_м - Ж_{н.м.})}{Ж_{н.м.} - Ж_о}.$$

При составлении смеси нормализованного молока из цельного и обезжиренного молока по квадрату смешения $К_о$ находят следующим образом. В центре квадрата записывают желаемую жирность смеси двух компонентов (цельного и обезжиренного молока), а по углам с левой стороны – их жирность. В углах правой стороны квадрата записывают разности по диагоналям между бóльшими и меньшими величинами. Эти разности показывают количественное соотношение между цельным и обезжиренным молоком:

$$\frac{К_м}{Ж_{н.м.} - Ж_о} = \frac{К_о}{Ж_м - Ж_{н.м.}}.$$



Из этого соотношения

$$К_о = \frac{К_м (Ж_м - Ж_{н.м.})}{Ж_{н.м.} - Ж_о}.$$

Если известно количество смеси и необходимо установить количество обоих компонентов, то сначала суммируют полученные разности в правой части квадрата

$$Ж_{н.м.} = Ж_о + Ж_м - Ж_{н.м.} = Ж_м - Ж_о,$$

затем записывают следующее соотношение:

$$\frac{К_м}{Ж_{н.м.} - Ж_о} = \frac{К_{н.м.}}{Ж_м - Ж_о}.$$

Из него находят искомую величину

$$К_м = \frac{К_{н.м.}(Ж_{н.м.} - Ж_о)}{Ж_м - Ж_о}$$

Нормализация молока с использованием сепаратора-сливкоотделителя осуществляется в следующей последовательности: цельное молоко подается на сепаратор-сливкоотделитель и разделяется на обезжиренное молоко и сливки. Сливки и обезжиренное молоко смешиваются в потоке с применением нормализующего устройства (ротаметра), в результате чего получают нормализованное по жиру молоко, а побочный продукт в виде сливок или обезжиренного молока отводится в емкость.

Простые способы нормализации применяются на предприятиях малой мощности, а на крупных предприятиях используются высокопроизводительные сепараторы-нормализаторы с автоматической выгрузкой осадка, т. е. на одном агрегате проводят три технологические операции: очистку, сепарирование, нормализацию. Это позволяет повысить производительность труда, сократить производственные площади, уменьшить время обработки сырья и сохранить его качество, максимально автоматизировать производство.

Контрольные вопросы

1. Какие виды механической обработки сырья применяются в молочной промышленности?
2. В чем сущность процесса сепарирования?
3. Какой процесс описывает закон Стокса?
4. По какому принципу классифицируются сепараторы?
5. С какой целью проводится нормализация молока и молочного сырья?
6. Какие способы нормализации используются в молочной промышленности?

1.5. Гомогенизация и эмульгирование молочного сырья

1.5.1. Гомогенизация

Гомогенизацией молока и молочного сырья называется процесс диспергирования (дробления) жировых шариков под действием перепада давления. При гомогенизации размер жировых шариков уменьшается примерно в 10 раз и, в соответствии с формулой Стокса, скорость всплывания уменьшается в 100 раз. На практике она уменьшается еще значительнее, так как в результате гомогенизации увеличивается плотность жировых шариков за счет участия белков плазмы молока в формировании новых оболочек жировых шариков маленького размера. Гомогенизация воздействует как на жировую, так и на белковую фазу молока и сливок. Происходит дробление жировых шариков. Увеличивается их количество, повышается стойкость жировой эмульсии. Стабильность белков при гомогенизации снижается, изменяется структура и форма белковых частиц, наблюдается их агрегация. Гомогенизированное молоко и сливки наряду с предотвращением отстоя жирового слоя имеют ряд преимуществ. Благодаря увеличению вязкости улучшается вкус, консистенция и цвет продукта. Гомогенизированное молоко и сливки легче и полнее усваиваются. Кисломолочные продукты, полученные из гомогенизированного сырья, имеют равномерный плотный вязкий сгусток. При выработке творога из гомогенизированного молока примерно в 8–10 раз уменьшается отход жира в сыворотку. Гомогенизированные молочные и сливочные смеси для мороженого легче взбиваются, готовый продукт обладает лучшим вкусом и более нежной консистенцией. Гомогенизация широко используется в производстве молочных консервов, детских и лечебно-профилактических продуктов на молочной основе.

Для гомогенизации жидких молочных продуктов применяют гомогенизаторы. Наиболее широко в промышленности используются гомогенизаторы клапанного типа, рабочим органом которых является плунжерный насос и гомогенизирующая головка. Для гомогенизации вязких продуктов, таких, как масло, плавленый сыр и т. п., используются гомогенизаторы-пластификаторы клапанного типа.

В гомогенизаторах клапанного типа сырье подается плунжерным насосом в клапан и продавливается через узкую щель между клапаном и седлом, высота которой не превышает 0,1 мм. Давление в клапане составляет 20–45 МПа, скорость потока незначительная. При прохождении жидкости через щель давление резко снижается, а скорость потока возрастает до 150–250 м/с. Основными факторами, определяющими эффективность гомогенизации, являются давление гомогенизации и скорость истечения жидкости через клапанную щель. Установлено, что дробление частиц происходит преимущественно в месте перехода потока молока из канала в седле в клапанную щель (рис. 1.7). При прохождении жировой капли из зоны малых скоростей в зону высоких капля вытягивается в нить и начинается дробиться на мелкие частицы. Чем выше скорость в клапанной щели, тем интенсивнее вытягивается нить из капли, тем она тоньше и тем мельче частицы ее распада. Средний

диаметр жировых шариков в гомогенизированном молоке обратно пропорционален квадратному корню давления гомогенизации. Эта зависимость действительна для условий гомогенизации цельного молока при температуре 60 °С в диапазоне давлений от 0,3 до 20 МПа.

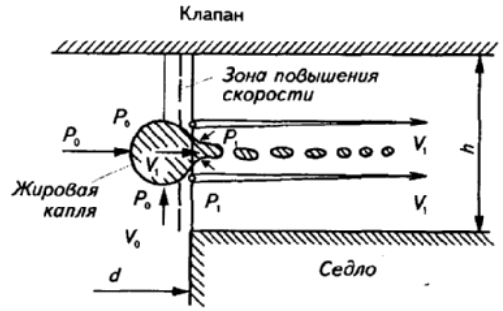


Рис. 1.7. Схема дробления жировых шариков молока в клапане гомогенизатора:

d_0 – диаметр отверстия клапана; V_0 – скорость движения молока в клапане; P_0 – давление в клапане; V_1 – скорость движения молока в щели клапана; P_1 – давление в щели клапана; h – высота щели клапана

Образование скоплений (кучек, комочков) жировых шариков – результат столкновения и сцепления жировых шариков под влиянием соударения при броуновском движении. При этом силы отталкивания одноименно заряженных жировых шариков не в состоянии противодействовать межмолекулярным силам притяжения молочного жира на отдельных участках, мало защищенных белковыми оболочками сблизившихся жировых шариков, однако слияния последних (коалесценции) не происходит, поскольку эти участки поверхности жира все же защищены настолько, что препятствуют дестабилизации эмульсии. Повышенная концентрация жировой эмульсии способствует образованию скоплений, поскольку частота соударений возрастает. Соли-стабилизаторы (фосфаты и цитраты), повышающие отрицательный заряд белковых оболочек, ослабляют образование комочков.

На процесс образования скоплений жировых шариков существенно влияет температура гомогенизации. При низких температурах гомогенизации (ниже 50 °С) наблюдается усиленное образование жировых скоплений, высокая вязкость и пониженная взбиваемость смеси, поэтому целесообразно гомогенизировать смесь при температуре, близкой к температуре пастеризации.

Гомогенизация бывает одноступенчатая и многоступенчатая. Одноступенчатая гомогенизация описана выше. При двухступенчатой гомогенизации жидкость проходит последовательно через две рабочих головки. Гомогенизация проходит в две ступени: на первой ступени – при давлении 15 МПа, а на второй – при 1–2 МПа. В этом случае рабочее давление в нагнетательной камере равно сумме перепадов, т. е. 16–17 МПа. Применение двухступенчатой гомогенизации позволяет получить более устойчивую эмульсию, особенно высокожирную. Во многих эмульсиях после одноступенчатой гомогенизации наблюдается агломерация жировых частиц и ухудшение эффекта диспергирования. Цель второй ступени гомогенизации состоит в раздроблении этих неустойчивых образований. Для этого не требуется значительного механического воздействия, поэтому перепад давления на второй ступени гомогенизации значительно меньше, чем на первой.

В промышленности применяют раздельную гомогенизацию. Она отличается от полной тем, что гомогенизации подвергают только сливки, а затем гомогенизированные сливки смешивают с молоком. Раздельная гомогенизация позволяет повысить производительность процесса и снизить механическое воздействие на составные части плазмы молока.

Эффективность гомогенизации зависит главным образом от применяемых давления и температуры, а также от массовой доли жира в молочном сырье. Чем выше жирность, тем ниже давление гомогенизации. При определении режимов гомогенизации необходимо учитывать качество сырья и сезон его получения. При гомогенизации молочного сырья с повышенной кислотностью и низкой термостойкостью давление гомогенизации необходимо снижать. В весенне-летний период получения молока и сливок, когда понижено содержание сухих веществ и легкоплавких глицеридов, давление гомогенизации повышают. В осенне-зимний период молочное сырье характеризуется повышенным содержанием сухих веществ и тугоплавких глицеридов, поэтому давление гомогенизации понижают.

Перспективным является использование нетрадиционных способов гомогенизации: ультразвуком, кавитационной обработкой и другими физическими методами.

1.5.2. Эмульгирование

Эмульгирование – это механическая обработка для получения однородной смеси из животного, растительного жира или их смеси с обезжиренным либо цельным молоком. Для этой механической обработки используют эмульсоры (рис. 1.8), основным рабочим органом которых является быстро вращающийся ротор (барабан). Барабан эмульсора представляет собой стальную цилиндрическую чашу, надетую на вертикальный вал, вращающийся со скоростью около 10000 об/мин. Сливки, получаемые на эмульсорах из смеси масла растительного или животного

происхождения с молочным сырьем, по размерам жировых шариков приближаются к натуральным сливкам из коровьего молока.

Эмульсоры используют для получения рекомбинированных молочных продуктов, например, сметаны, сливок, сырьем для которых является сливочное масло и сухое или натуральное молоко. Эмульсоры применяют для частичной замены молочного жира на растительный в молочных напитках, кисломолочных продуктах, а также в производстве комбинированного масла и спредов, сырных и плавленых сырных продуктов.

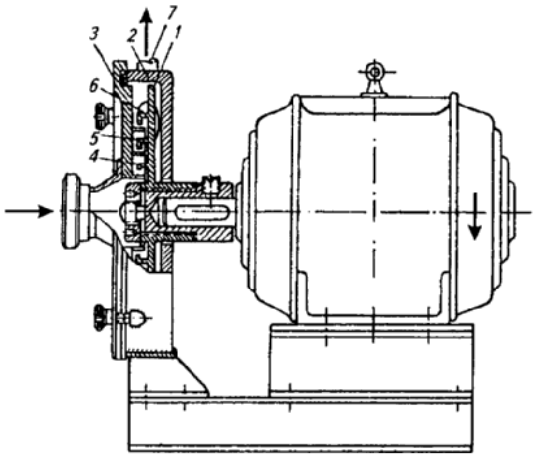


Рис. 1.8. Эмульсор:
1 – вращающийся диск; 2 – корпус; 3 – крышка; 4, 5 и 6 – кольца с отверстиями; 7 – выходной патрубок

Контрольные вопросы

1. Назначение и порядок проведения гомогенизации в молочной промышленности.
2. Какие факторы влияют на эффективность процесса гомогенизации?
3. Какие способы гомогенизации Вам известны?
4. Чем гомогенизация отличается от эмульгирования?

1.6. Мембранные методы разделения и концентрирования

В молочной промышленности широко используется такой вид механической обработки, как фильтрация, которая делится на обычную и мембранную.

Обычная фильтрация – это пропускание молока через полупроницаемую поверхность под действием сил тяжести (тканевые фильтры) или давления (фильтрационные аппараты с тканевыми или металлическими перегородками) для выделения взвешенных частиц размером более 10 мкм.

Мембранная фильтрация – разновидность фильтрации, которая осуществляется через полупроницаемую мембрану для выделения частиц размером менее 10 мкм.

Мембранная фильтрация по размеру пор используемых мембран делится на: микрофильтрацию; ультрафильтрацию; диафильтрацию; нанофильтрацию и гиперфильтрацию (обратный осмос).

Фильтрация исторически является чрезвычайно старым способом, использовавшимся еще древними египтянами в виноделии. Мембранная же фильтрация – процесс новый, получивший широкое распространение с развитием науки и техники во второй половине прошлого века. Ее применяют в самых разных областях для получения жидкостей, свободных от частиц: в микробиологии – для выделения микроорганизмов, в биохимии – при электрофорезе и для связывания нуклеиновых кислот, опреснения и очистки воды от загрязнений, а также фракционирования в пищевых отраслях. На основе использования мембранных процессов разработаны малоотходные и безотходные технологические процессы производства творога и кварка, сметаны и других кисломолочных продуктов, сычужных твердых и мягких сыров, напитков, глюкозо-галактозного сиропа продуктов кормопроизводства. Концентраты, полученные с применением мембранных методов разделения, широко используются в мясной промышленности в производстве колбасных изделий и полуфабрикатов, в масложировой промышленности – при производстве майонеза и других соусов, в хлебопекарной и кондитерской промышленности.

Микрофильтрация – это процесс для выделения коллоидных частиц с размерами от 200 Å (ангстрем) или от 0,1 до 10 мкм. Микрофильтрация появилась сравнительно недавно и находит широкое применение в промышленности для холодной стерилизации, так как задерживает не только механические включения, но и микробные клетки. Однако для обеспечения эффективности процесса микрофильтрации подвергают не цельное молоко, а обезжиренное. Режимы процесса: давление на входе 0,2–0,3 МПа, скорость потока в фильтрующем канале 0,1–0,2 м/с, диаметр пор – около 100 нм.

Ультрафильтрация – процесс, в ходе которого отделяют макромолекулы и частицы размером 10–200 Å или 0,1 до 0,003 мкм. Молекулярная масса таких частиц лежит в пределах 1000–100 000 кДа. Ультрафильтрация применяется для концентрирования или обезвоживания растворов белков или иных макромолекул и для разделения коллоидных систем. Для ультрафильтрации характерны следующие технологические режимы: скорость потока в фильтрующем канале 2–5 м/с , диаметр пор ультрафильтрационных мембран – от 40 до 50 нм, давление на входе

0,1–1,0 МПа. Используется для концентрации жира и белков молока (казеин, сывороточные белки).

Разновидностью процесса является диафильтрация.

Нанофильтрация – отделение молекул размером 0,0005–0,001 мкм или 400–1000 Да. Режимы процесса: давление на входе 0,5–1,0 МПа, скорость потока в фильтрующем канале 2 м/с.

Используется для выделения лактозы, пептидов низкомолекулярных белков и аминокислот с молекулярной массой 400–1000 Да.

Гиперфильтрация (обратный осмос) – процесс мембранной фильтрации для отделения растворителя от растворенных веществ и ионов. Обратно-осмотические мембраны имеют диаметр пор 1–3 нм или 0,003–0,0001 мкм. Гиперфильтрацию проводят при скорости потока в межмембранном канале около 1–2 м/с и давлении на входе 3,5–8,0 МПа.

Получил распространение и *электродиализ* – мембранная фильтрация в электрическом поле.

Ультрафильтрация с физической точки зрения – это процесс молекулярной фильтрации с использованием полупроницаемых мембран, способных селективно задерживать компоненты раствора. Движущую силу процесса ультрафильтрации можно рассматривать как величину

$$\Delta = {}_{\Delta}P - {}_{\Delta}\Pi$$

$$\text{при: } {}_{\Delta}P = P_1 - P_2$$

$$\text{и } {}_{\Delta}\Pi = (C_1 - C_2)RT,$$

где P – перепад давления через мембрану, МПа; Π – осмотическое давление, МПа; P_1, P_2 – давление со стороны исходного раствора, давление со стороны фильтрата, МПа; C_1, C_2 – концентрация вещества над поверхностью мембраны в фильтрате, кг/м^3, %, R – универсальная газовая постоянная, кДж· моль·К; T – температура, К.

Процесс ультрафильтрации характеризуется проницаемостью и селективностью ультрафильтрационных мембран. Проницаемость (скорость фильтрации) является расходной характеристикой и определяется по формуле:

$$G = V / (Ft),$$

где G – скорость фильтрации, м/ч, V – расход фильтрата, объем, м^3; F – поверхность фильтрации, м^2; t – время, ч.

Селективность отражает степень удержания того или иного компонента в концентрате и определяется по формуле:

$$f = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{C_2}{C_1}\right) \cdot 100\%,$$

где f – селективность мембраны по компоненту, %.

Процесс ультрафильтрации осуществляется ультрафильтрационными аппаратами, основным рабочим органом которых является полупроницаемая мембрана (рис. 1.9). Мембрана при наложении разности давлений пропускает растворитель и содержащиеся в нем соли и низкомолекулярные органические соединения, а макромолекулы и коллоидные частицы задерживает.

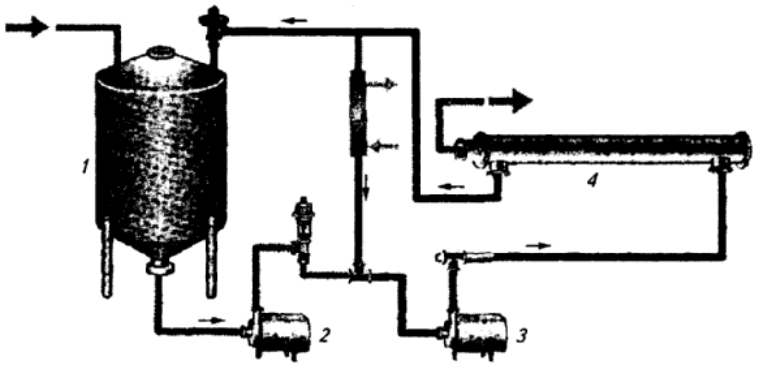


Рис. 1.9. Ультрафильтрационная установка периодического действия:

1 – резервуар для молочного сырья; 2 – насос для подачи сырья; 3 – циркуляционный насос; 4 – мембранный модуль

Для ультрафильтрации молочного сырья отечественной молочной промышленностью использовались и используются следующие полупроницаемые мембраны:

- ацетатцеллюлозные – тип УАМ (1-е поколение);
- полисульфонамидные – УПМ (2-е поколение);
- полые волокна – тип ВР-20-2-УПА, ВР-50-2УПА (2-е поколение);
- керамические и металлокерамические мембраны (3-е поколение).

Ацетатцеллюлозные мембраны – типичные представители ассиметричных диффузионных гелевых мембран. Они состоят из тонкого (до 0,1 мкм) микропористого геля на поверхности макропористой гелевой подложки толщиной 100–1000 мкм. В зависимости от диаметра пор, который выражен в Å, ацетатцеллюлозные мембраны типа УАМ выпускаются следующих марок: УАМ – 30М; УАМ-50М; УАМ-100М; УАМ-150М; УАМ-200М; УАМ-300М; УАМ-500М. Данные мембраны имеют невысокую механическую прочность, ограниченный рабочий диапазон: pH – в пределах 3,0–8,0 ед.; температура – выше 55 °С. Селективность по белку составляет 91–97%, по лактозе – 8–20%. Мембранами первого поколения были оснащены первые промышленные установки, которые морально

устарели и сейчас используются только в пилотных установках для лабораторных исследований. Из-за низких технологических свойств они явились объективным сдерживающим фактором во внедрении мембранных методов в отечественную молочную промышленность.

К ультрафильтрационным мембранам второго поколения относятся мембраны, полученные на основе ароматических полисульфонов и полиамидов. Для увеличения механической прочности их изготавливают на подложке из различных синтетических материалов. Полисульфонамидные мембраны выпускаются в двух модификациях: марки УПМ-450С и УПМ-600М. Мембраны УПМ-450С предназначены для ультрафильтрации молочной сыворотки, а УПМ-600М – для пахты, цельного и обезжиренного молока. Отличительной и положительной особенностью ультрафильтрационных мембран УПМ по сравнению с мембранами УАМ является их широкий рабочий диапазон: pH – 1,0–12,0 ед.; температура – от 0 °С до 100 °С. Это позволяет применять для их регенерации и очистки стандартные моющие средства, используемые в молочной промышленности, однако вода должна пройти специальную подготовку, поэтому для ультрафильтрационного оборудования используют отдельные от других производств моечные отделения. Кроме того, эти мембраны выпускают на подложке из электроизоляционного лавсана, что предполагает их высокую механическую прочность. Селективность мембран по белку в среднем составляет 92,5%, по лактозе – 8,5%.

В институте кристаллографии АН СССР и Объединенном институте ядерных исследований (г. Дубна) разработана технология мембран, называемых ядерными фильтрами. Такие мембраны получают при облучении тонких полимерных пленок заряженными частицами с последующим травлением химическими реагентами. Эти мембраны достаточно хорошо исследованы, но широкого промышленного применения не получили.

Более совершенные мембраны второго поколения – полые волокна, которые представляют собой множество параллельных волокон, соединенных в пучок (патрон), помещенный в прочный каркас (футляр).

Особые перспективы использования мембранных процессов связаны с разработкой и внедрением в промышленность мембран третьего поколения. Мембраны третьего поколения состоят из крупнопористой подложки в виде, например, монокристаллов окиси алюминия с диаметром пор 15–20 мкм и промежуточного слоя с диаметром пор 0,2 мкм. Они имеют вид профилированных труб длиной 0,85 м внутренним диаметром 4 мм. Из таких труб собраны модули с поверхностью фильтрации 0,2, 1,4 и 3,6 м, которые состоят, соответственно, из 1,7 и 19 труб. Ультрафильтрационная обработка молока с помощью этих мембран, размер пор которых 0,2 мкм, возможна за счет образования поляризационного слоя, состоящего из белков молока, который выполняет роль селективной ультрафильтрационной мембраны.

Мембраны третьего поколения (их еще называют минеральные мембраны) имеют преимущества по сравнению с мембранами первого и второго поколений – у них широкий рабочий диапазон температур (до 800 °С), pH среды (от сильно кислой до сильно щелочной), неограниченный срок службы. Их выпускают как зарубежные, так и отечественные производители, они широко используются для осветления соков и вина, в производстве кварка и мягких сыров для фильтрации кисломолочных сгустков.

Ультрафильтрационная обработка молочного сырья осуществляется на специальном оборудовании, включающем аппараты-модули, от числа которых зависит его производительность.

В настоящее время в отечественной и зарубежной практике для молочной промышленности используется пять типов мембранных аппаратов: «фильтр-пресс» с плоскорамными мембранными элементами; трубчатые; рулонные или спиральные с соответствующими мембранами; в виде полых волокон и аппараты с керамическими или металлокерамическими фильтрующими элементами.

В результате процесса ультрафильтрации обрабатываемый раствор разделяется на две фракции: концентрат, состоящий из макромолекул, и фильтрат – из растворителя и содержащихся в нем солей, низкомолекулярных и органических соединений. Исходя из особенностей состава молочного сырья, в процессе его ультрафильтрационной обработки будут концентрироваться высокомолекулярные компоненты и коллоидные системы (жир, белки), в то время как основная часть низкомолекулярных компонентов (лактоза, минеральные вещества, небелковый азот) будет удаляться с фильтратом. В процессе ультрафильтрационной обработки задерживается полностью молочный жир, 90–98% белков (в зависимости от селективности мембран). Кроме того, в концентрат переходят витамины, прочно связанные с белками, лецитин, энзимы. Лактоза, органические кислоты, водорастворимые витамины, небелковый азот распределяются между концентратом и фильтратом пропорционально распределению объема воды, содержащейся в молочном сырье. При таком способе фракционирования высокомолекулярных веществ молочного сырья отсутствуют какие-либо фазовые и денатурационные изменения, в связи с чем ультрафильтрационная отработка молочного сырья позволяет получать продукты высокой пищевой и биологической ценности.

Диафильтрация. Сущность этого процесса отражена в его названии, представляющем собой соединение двух слов – диализ и фильтрация. Диафильтрация состоит в ультрафильтрационном концентрировании предварительно разбавленного водой исходного объекта – ультрафильтрационного концентрата – для максимального удаления низкомолекулярных веществ путем неоднократного проведения циклов «разбавление–концентрирование», либо непрерывным процессом добавления во-

ды в обрабатываемый продукт в количестве, равном количеству удаленного фильтрата. Диафильтрация в молочной промышленности широко используется в производстве детского и диетического питания, в частности, для получения низколактозных молочных продуктов и смесей.

Микрофильтрация – это процесс мембранной фильтрации для выделения частиц размером от 0,1 до 10 мкм. Осуществляется на специальных мембранных аппаратах, рабочим органом которых является полупроницаемая мембрана с диаметром пор около 10 мкм. Конструкции фильтрующих аппаратов и мембраны созданы по аналогии с ультрафильтрационными. Микрофильтрация в молочной промышленности используется в линиях производства молока типа *ISL-молоко (молоко с продленным сроком жизни)* – молоко, занимающее промежуточное положение между пастеризованным и стерилизованным молоком. Отличительной особенностью является дополнительная обработка молока микрофильтрацией и пастеризация прямым нагревом паром. Другим эффективным способом ее применения является обработка подсырной сыворотки, содержащей казеиновую пыль и жир. В данном случае микрофильтрация заменяет сепараторы-осветлители для сыворотки и входит в комплект линий (в частности, немецкой фирмы «Альпма») для комплексного использования всех составных частей молочного сырья в производстве сыров и сырных продуктов. Концентраты, полученные микрофильтрацией подсырной сыворотки, используются в производстве традиционных молочных продуктов, сырных закусочных и десертных паст, а фильтрат (осветленная подсырная сыворотка) направляется на более глубокое фракционирование компонентов, а именно – на нанофильтрацию для получения низкомолекулярных биологически активных белков (глобулинов, лактоферрина, лактопероксидазы, панкреатических рибонуклеаз и др.) и на обратный осмос. В странах с развитой молочной промышленностью микрофильтрация занимает важное место в обработке молока непосредственно на фермах для удаления из молока микроорганизмов. Наибольшее распространение получила в сыроделии.

Микрофильтрация – это новый перспективный способ мембранной фильтрации, который займет достойное место как в молочной промышленности, так и в других отраслях пищевой промышленности.

Обратный осмос – это мембранный процесс разделения истинных растворов при наложении разности давлений без изменения фазового состояния разделяемых компонентов. Обратный осмос во многом аналогичен ультрафильтрации. Но при обратном осмосе используются мембраны с более мелкими порами, обеспечивающими перенос только растворителя. При разделении такой мембраной двух растворов с разными концентрациями растворенных в них веществ будет наблюдаться самопроизвольный термодинамически обоснованный перенос растворителя от более разбавленного раствора к более концентрированному. Такой перенос растворителя реализуется под действием осмотического давления, стремящегося выравнять концентрации растворенного вещества по обе стороны мембраны. Если приложить к более концентрированному раствору давление, превышающее осмотическое, то можно обеспечить обратный перенос растворителя от более к менее концентрированному раствору. Этот процесс и реализуется в обратном осмосе. Следовательно, движущей силой обратного осмоса является избыток внешнего давления по сравнению с осмотическим. На практике для достижения высокой скорости разделения применяют давление в несколько раз превосходящее осмотическое. Поскольку в процессе обратного осмоса происходит концентрирование раствора и, следовательно, нарастание осмотического давления, скорость переноса постепенно снижается – процесс при достижении определенной концентрации становится нерентабельным. Теоретические аспекты переноса растворителя через обратноосмотическую мембрану многообразны и неоднозначны. В современных теориях обратноосмотического переноса учитывается сложный характер взаимодействия молекул растворенного вещества, растворителя и каркаса мембраны. В отличие от ультрафильтрационных мембран, где это взаимодействие играет незначительную роль, в обратноосмотических оно имеет основополагающее значение.

Осмос широко используется для обессоливания морских и солоноватых вод (наряду с электродиализом). Способом обратного осмоса получают ультрачистую воду для электронной промышленности, для продуктов детского и лечебного питания, обрабатывают сточные воды и одновременно извлекают из них ценные вещества. Наблюдается тенденция широкого использования обратного осмоса в пищевой промышленности как эффективного способа концентрирования разбавленных растворов. Перспективно его применение в молочной промышленности для предварительного подсгущения сыворотки с низкой исходной концентрацией сухих веществ. Здесь обратный осмос дополняет традиционное вакуум-выпаривание, но он экономичнее последнего при концентрировании сыворотки до содержания 28–30% сухих веществ. При обратноосмотическом сгущении сыворотки концентрат получается лучшего качества, чем при вакуум-выпаривании. В результате применения мембран свободно пропускаются наряду с молекулами воды ионы натрия, хлора, кальция и молочной кислоты, но задерживаются все остальные молекулы.

Электродиализ. В основе этого процесса лежит явление диализа, движущая сила которого – разность концентраций солей в двух частях раствора, разграниченных полупроницаемой перегородкой, в качестве которых используют ионоселективные мембраны. Для ускоренного выравнивания концентрации диссоциированных ионов на раствор солей накладывают определенным образом ориентированное электрическое

поле, поэтому явление называют электродиализом. Промышленное производство ионоселективных мембран было налажено в начале 50-х годов XX века сразу в нескольких странах. Механизм селективности можно рассмотреть на примере катионитовой мембраны. Такая мембрана состоит из изотропного пространственного каркаса, химически связанного с анионными группами, и набухающего в воде или растворе электролита, составляющего внешнюю жидкую фазу. Внутренняя жидкая фаза в ячейках каркаса содержит свободные катионы (противоионы), уравновешивающие фиксированные анионы, и качественно аналогична обычному водному раствору электролита. Различие заключается лишь в том, что анионы в ней жестко фиксированы, а катионы обладают большой подвижностью.

При наложении на катионитовую мембрану постоянного электрического поля катионы из внутренней жидкой фазы перемещаются по направлению поля во внешнюю фазу, создавая в этой ее части избыточный положительный заряд, тормозящий перемещение последующих порций катионов из мембраны. Этот заряд частично нейтрализуется движущимися в противоположную сторону анионами внешней фазы, которые, однако, не могут проникнуть в фазу мембраны из-за электростатического отталкивания со стороны фиксированных в ней анионов. С обратной стороны мембраны катионы внешней фазы беспрепятственно внедряются в фазу мембраны, двигаясь по полю и частично нейтрализуя в ней отрицательный заряд, образующийся вследствие удаления части противоионов. Таким образом, катионитовая мембрана обеспечивает перенос из одной части раствора в другую только катионов. Нейтрализация образующихся зарядов происходит в результате работы анионитовой мембраны, пропускающей по тому же механизму селективности только анионы. В отличие от катионитовой, каркас анионитовой мембраны имеет жестко фиксированные катионы и находящиеся во внутренней жидкой фазе подвижные анионы. Электродиализ применяется для обессоливания солоноватых и морских вод. Второе место по масштабам производства принадлежит в настоящее время электродиализной обработке молочного сырья, в основном молочной сыворотки. Для этого создана промышленная база производства электродиализного оборудования и мембран. Налажен выпуск разнообразного вспомогательного оборудования. Отрабатываются в промышленных масштабах различные варианты использования процесса электродиализа для решения частных технологических задач. В молочной промышленности электродиализной обработке подвергают молочную сыворотку с целью ее деминерализации, так как молочная сыворотка содержит повышенное количество минеральных солей, что затрудняет ее переработку и использование на пищевые цели. Схема электродиализной установки представлена на рис. 1.10.

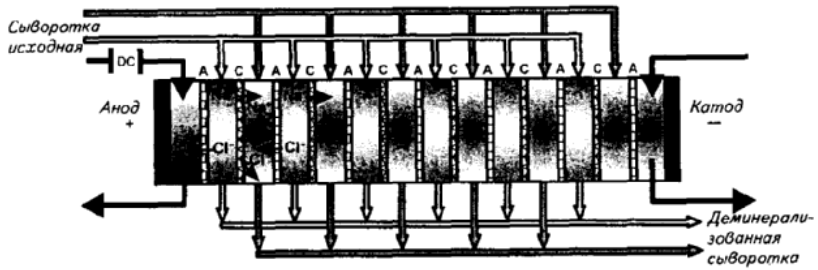


Рис. 1.10. Схема электродиализной установки:

А – анионообменная мембрана; К – катионообменная мембрана; DC – подвод электрического тока

Электродиализ усиленно используют во многих странах мира. В Японии, например, удается деминерализовать на 60% обезжиренное молоко, на 90% – сыворотку. Электродиализная деминерализация обезжиренного молока приводит к диссоциации мицелл казеина: их размер с 150 нм уменьшается до 5–20 нм. Подобное изменение их размеров открывает огромные перспективы для получения принципиально новых белковых продуктов повышенной пищевой и биологической ценности.

Перспективно применение электродиализа в производстве продуктов детского питания. Здесь электродиализные установки компонуют в одну линию с установками для ультрафильтрации и обратного осмоса.

Таким образом, все новые и новые способы селективного концентрирования находят применение в молочной промышленности. Мембранные методы широко применяются в настоящее время и получат дальнейшее распространение, так как позволяют рационально и комплексно использовать молочное сырье, практически все составляющие части молока, повышая тем самым выход продукта из единицы сырья и увеличивая эффективность производства в целом. Ультрафильтрация получит дальнейшее развитие. Ее применение будет перспективным при производстве следующих продуктов: сыров мягких и рассольных, а также твердых сычужных с низкой температурой второго нагревания; творога, кварка, пастообразных кисломолочных продуктов с повышенным содержанием белка; сывороточных белковых концентратов с регулируемым в широких пределах белково-углеводным, минеральным составом; ферментных препаратов; а также при очистке рассолов, ополосков с оборудования и сточных вод. Дальнейшее развитие получит применение обратного осмоса как метода предварительного концентрирования сухих веществ молочного сырья. Предполагается освоить обратный осмос для предварительного концентрирования фильтрата, образующегося в процессе ультрафильтрации, и использовать его при производстве молочного сахара и глюкозо-галактозного сиропа. Важным

направлением является электродиализ. Его намечается широко использовать для деминерализации молочного сырья, в частности сыворотки.

Контрольные вопросы

1. Какие методы мембранной обработки молочного сырья вы знаете?
2. В чем состоит принцип действия мембранного разделения?
3. Что является главным рабочим органом мембранных аппаратов?
4. Назовите рабочие режимы процесса микрофильтрации, ультрафильтрации и гиперфильтрации.
5. Чем диафильтрация отличается от ультрафильтрации?
6. Назовите рабочие режимы и назначение процесса нанофильтрации.
7. Какова роль мембранных методов в рациональных способах переработки молочного сырья?

1.7. Термическая обработка молока

В молочной промышленности обязательной технологической операцией в производстве всех молочных и молокосодержащих продуктов является тепловая обработка. Тепловая обработка включает операции нагревания и охлаждения.

С целью систематизации применяемых в молочной промышленности видов тепловой обработки введены новые понятия и уточнены применяемые (**ГОСТ Р 51917-2002 «Продукты молочные и молокосодержащие. Термины и определения»**). К ним относятся:

- **молоко сырое** – молоко, которое не подвергалось нагреванию свыше 40 °С или какой-либо другой обработке, приводящей к изменению его составных частей;
- **пастеризация, термизация, стерилизация, ультравысокотемпературная обработка** (УВТ, ультрапастеризация) – процессы термической обработки молока и продуктов переработки молока, направленные на снижение количества микроорганизмов;
- **термизация** – нагревание до температуры 60–65 °С и выдержка от 2 до 30 с.
- **пастеризация** – нагревание до температуры выше 67 °С и выдержка от 2 с до 30 мин;
- **топление** – нагревание до температуры от 85 до 99 °С и выдержка не менее 3 ч или свыше 105 °С – не менее 15 мин молока или молочных продуктов с целью достижения продуктом кремового или светло-коричневого цвета и специфического вкуса;
- **стерилизация** – нагревание до температуры выше 100 °С и выдержка, обеспечивающая промышленную стерильность;
- **УВТ-обработка** – нагревание до температуры выше 135 °С и выдержка до 10 с;

Охлаждению подвергают сырье, полуфабрикаты и готовую продукцию для предотвращения микробиологических и биохимических процессов с целью сохранения качества и обеспечения их безопасности на всей технологической последовательности производства молочных продуктов. В ряде случаев с помощью охлаждения при определенных температурных и временных режимах достигаются определенные технологические цели, например, в производстве мороженного, кисломолочных продуктов, сгущенных консервов с сахаром и т. п. При температуре 10 °С замедляются, а при 2 °С почти полностью приостанавливаются микробиологические процессы. Поэтому свыжевыдоенное молоко сразу охлаждают до температуры не выше 10 °С. Это позволяет увеличить бактерицидную фазу молока и продлить сроки промежуточного резервирования. В производстве детских продуктов и молочных консервов повышены требования к сырью, поэтому рекомендуется более глубокое охлаждение молока – до (4±2) °С. Сочетание тепловой обработки и охлаждения позволяет более эффективно продлить срок промежуточного резервирования молочного сырья. Для охлаждения молока используют специальные охладительные емкости (резервуары и ванны, снабженные рубашками и мешалками, рис. 1.11); пластинчатые охладительные установки с комбинированным охлаждением водой и рассолом (рис. 1.12); трубчатые охладители (рис. 1.13). Пластинчатые охладительные установки для молока – наиболее высокопроизводительное и автоматизированное оборудование для охлаждения.

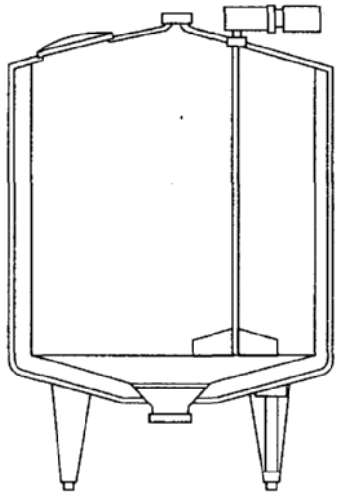


Рис. 1.11. Резервуар для охлаждения и промежуточного резервирования молока и кисломолочных продуктов

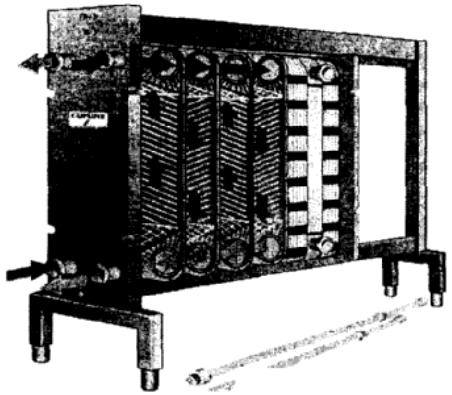


Рис. 1.12. Пластинчатый двухсекционный охладитель

В комплект пластинчатой охладительной установки входит насос, пластинчатый теплообменник, пульт управления с приборами автоматического контроля, регулирования и регистрации параметров процесса, а также трубопровод. Пластинчатый теплообменник состоит из двух секций, в которых молоко последовательно охлаждается сначала водой, а затем рассолом или ледяной водой. Температура молока на выходе из теплообменника составляет (5±1) °С. Охлаждение в пластинчатом теплообменнике происходит в закрытом потоке непрерывно, что обеспечивает высокую производительность, исключает контакт с окружающей средой и предупреждает попадание в продукт посторонних примесей. Для охлаждения вязких и вязкопластичных молочных продуктов, например, сливок, используют цилиндрические охладители открытого и закрытого типов с рассольным охлаждением. Цилиндрический охладитель состоит из цилиндра с теплообменной камерой, в которую подается рассол, внутри цилиндра вращается вытеснительный барабан. Через бункер в цилиндр подается творог и распределяется тонким слоем между стенками цилиндра и вытеснительного барабана. Творог перемещается вдоль охлаждаемой рассолом стенки цилиндра шнеком, расположенном на наружной поверхности барабана. На выходе из цилиндрического охладителя температура продукта составляет (8±2) °С. В поточных линиях производства кварка (творога) раздельным способом на сепараторах-творогоотделителях и на ультрафильтрационных установках используют трубчатые или пластинчатые охладители.

Тепловая обработка в молочной промышленности применяется следующих видов: термизация, пастеризация, стерилизация.

Термизация – это промежуточная тепловая обработка молока с целью снижения общей бактериальной обсемененности и сохранения качества сырья во время его транспортировки и промежуточного резервирования до переработки. Осуществляется термизация молока сразу после его получения на ферме, пункте сбора молока или низовом молочном заводе.

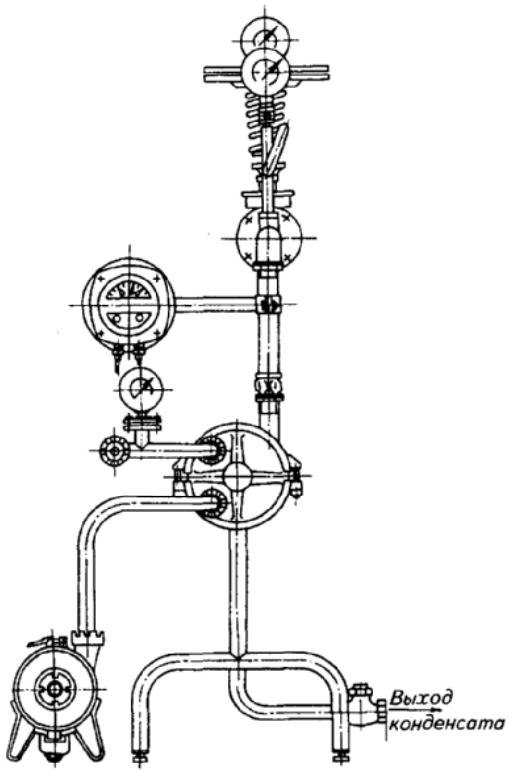


Рис. 1.13. Односекционный трубчатый охладитель

Термизацию проводят при температуре 60–65 °С с выдержкой от 2 до 30 с в теплообменниках трубчатого, пластинчатого типа или в емкостях, снабженных рубашками и мешалками. Во время термизации сохраняется активность нативного фермента сырого молока – щелочной фосфатазы. В отечественной практике термизация не нашла повсеместного применения, как пастеризация. Термизация в основном применяется в производстве молочных консервов, где перерабатываются большие объемы молочного сырья и допускается его промежуточное резервирование около 3 сут, а также в сыроделии. За рубежом термизация широко используется в течение последних 30 лет. Термизацию проводят на фермах при более низкой температуре, но длительной выдержке, а именно:

(55±5) °С с выдержкой от 5 до 15 мин. Это позволяет накапливать молоко и осуществлять его транспортировку на перерабатывающие предприятия не более двух раз в неделю, что снижает транспортные расходы. Наиболее распространена термизация за рубежом в сыроделии.

Пастеризация – это тепловая обработка с целью уничтожения патогенных микроорганизмов и инактивации вегетативных форм микроорганизмов.

Нагревание и выдержку нагретого продукта для уничтожения микроорганизмов впервые предложил французский исследователь Л. Пастер. По его имени такую тепловую обработку называют пастеризацией. Эффективность пастеризации определяется уничтожением туберкулезной и кишечной палочек. Подавление микроорганизмов зависит от величины температуры и времени ее воздействия. Чем выше температура пастеризации и чем продолжительнее ее воздействие, тем надежнее результат. Один и тот же эффект пастеризации может быть достигнут при различных комбинациях температуры и времени пастеризации. Поэтому время и температура нагревания являются основными факторами, определяющими эффективность пастеризации. В зависимости от них различают следующие режимы пастеризации молока: длительный, кратковременный, мгновенный. Характеристика режимов пастеризации представлена в табл. 1.12.

1.12. Режимы пастеризации

Режим пастеризации	Температура пастеризации, °С	Продолжительность пастеризации
Длительный	60–67	30 мин
Кратковременный	72–78	15–20 с
Мгновенный	85–98	Без выдержки

Эффективность пастеризации определяется гарантированным уничтожением туберкулезной и кишечной палочек.

Пастеризация, наряду с обеспечением показателей безопасности молока и молочных продуктов, является важным технологическим рычагом, с помощью которого можно регулировать технологические свойства сырья и полуфабрикатов и органолептические показатели (вкус, цвет, консистенцию) продукта. Поэтому для сливок, смесей для мороженого, кисломолочных продуктов, а также ряда других молочных продуктов режимы пастеризации отличаются от традиционных режимов, представленных в табл. 1.12.

В соответствии с проектом Федерального закона (Технического регламента) «Требования к молоку, продуктам его переработки, их производству и обороту» (03.2006 г.) пастеризация осуществляется при

различных режимах (температура / время) в диапазоне температур 63–100 °С с выдержкой в течение времени, обеспечивающего снижение количества любых патогенных микроорганизмов в молоке и продуктах его переработке до уровней, при которых они не наносят существенного вреда для здоровья человека. Пастеризация сопровождается немедленным охлаждением до температуры (4±2) °С или до температуры сквашивания. Низкотемпературная пастеризация проводится при температуре не выше 76 °С и сопровождается инактивацией щелочной фосфатазы. Высокотемпературная пастеризация проводится при температуре не ниже 76 °С и сопровождается инактивацией как щелочной фосфатазы, так и пероксидазы.

Для пастеризации молока и молочных продуктов используют пастеризационно-охладительные установки пластинчатые и трубчатые, емкости с рубашками и мешалками типа ванн длительной пастеризации (ВДП), которые представлены на рис. 1.14.

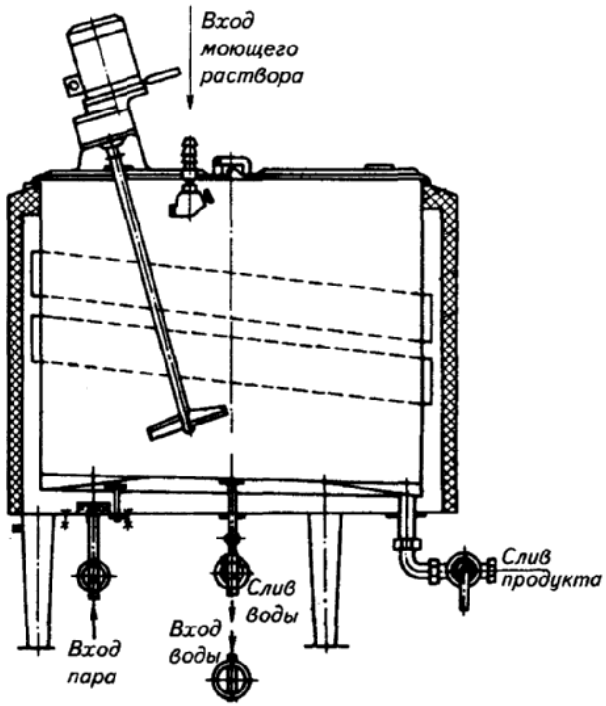


Рис. 1.14. Ванна длительной пастеризации

Пластинчатые пастеризационно-охладительные установки состоят из пластинчатого теплообменного аппарата, уравнительного бачка с поплавковым регулятором уровня молока, центробежного насоса, сепаратора молокоочистителя и сливкоотделителя или саморазгружающегося сепаратора-нормализатора, выдерживателя, установки для подготовки теплоносителя, пульта управления с приборами контроля и регулирования процесса.

Пластинчатый теплообменник состоит из сомкнутых пластин с каналами. Продукт и теплоноситель поступают в аппарат непрерывно, а нагревание осуществляется в потоке. В качестве теплоносителя используют горячую воду и пар. Основными частями пластинчатого аппарата являются теплообменные пластины, конструкция которых определяет технологические, теплотехнические и гидравлические показатели аппарата. Пластинчатые теплообменники состоят из однотипных пластин с рифленой поверхностью, прилегающих друг к другу прокладками, расположенными на одной стороне каждой пластины. В результате сборки аппарата между пластинами образуются тонкие (3–6 мм) вертикальные каналы сложной формы для прохода молока. Штампованные выступы на пластинах вызывают непрерывное вихреобразование в потоках жидкости, что обеспечивает интенсивную теплоотдачу. На передней и задней стойках пластинчатого теплообменника укреплены две штанги, которые являются опорами теплообменных пластин. Угловые отверстия пластин окружены прокладками. При сборке аппарата и сжатии пластин образуются две изолированные системы герметичных каналов. В одном канале движется продукт, в другом – теплоноситель. Собранные пластины группируются в секции, внутри которых по пакетам пластин продукт движется параллельно.

В пластинчатых пастеризационно-охладительных установках наряду с пастеризацией осуществляется охлаждение горячего пастеризованного молока сырым холодным молоком, холодной водой и заключительное охлаждение рассолом или ледяной водой. Это обеспечивается сочетанием в одном аппарате одинаковых по конструкции, но различных по назначению секций: пастеризации, где происходит нагревание до необходимой температуры; рекуперации, где происходит теплообмен между горячим и холодным молоком; охлаждения. Секций охлаждения в зависимости от вида вырабатываемого продукта может быть две: секция охлаждения холодной водой и секция охлаждения рассолом или ледяной водой, например, в производстве молока питьевого пастеризованного; одна секция охлаждения холодной водой – в производстве кисломолочных напитков, когда молоко охлаждается не как в предыдущем случае до (6±2) °С, а до температуры заквашивания молока. Таким образом, конструктивные особенности и параметры работы пластинчатой пастеризационно-охладительной установки определяются видом продукта.

Пастеризационно-охладительная установка для питьевого молока (рис. 1.15). Сырое молоко через уравнительный бачок поступает в первую секцию рекуперации, где нагревается до температуры 40–45 °С. Нагретое молоко из секции рекуперации поступает на сепаратор, очищенное и нормализованное молоко подается во вторую секцию рекуперации, где нагревается до температуры 65–70 °С и при этой температуре подается на гомогенизатор. Гомогенизированное молоко поступает в секцию пастеризации, где нагревается до температуры (76±2) °С и с этой температурой поступает в выдерживатель трубчатого или пластинчатого типа, обеспечивающий режим кратковременной пастеризации 15–20 с. Пастеризованное молоко из выдерживателя поступает с начала во вторую, а затем в первую секцию рекуперации, где проходит косвенный теплообмен с поступающим в аппарат сырым холодным молоком. Частично охлажденное молоко подается в секцию водяного охлаждения, а затем для более глубокого охлаждения – в секцию охлаждения ледяной водой или рассолом. На выходе из пластинчатого теплообменника молоко имеет температуру (6±2) °С. Для обеспечения контроля режимов пастеризации охлажденное молоко проходит через возвратный клапан. При соблюдении режимов пастеризации поток молока направляется в резервуары для промежуточного резервирования пастеризованного молока. При нарушении режимов пастеризации молоко подается на повторную пастеризацию в уравнительный бачок и процесс повторяется.

Пастеризационно-охладительная установка для кисломолочных продуктов (рис. 1.16) аналогична установке для молока за исключением следующих отличий. Пластинчатый теплообменник имеет не пять, а три секции: рекуперации, пастеризации и охлаждения. Сырое молоко через уравнительный бачок насосом подается в секцию рекуперации, где нагревается горячим молоком до температуры (52±2) °С и поступает на сепаратор. Очищенное нормализованное молоко направляется в секцию пастеризации, где нагревается до температуры (92±2) °С. При температуре пастеризации молоко поступает на гомогенизацию, а от туда – в выдерживатель емкостного типа, где выдерживается 300–340 с. Из выдерживателя молоко насосом подается в секцию рекуперации, где проходит косвенный теплообмен с поступающим в аппарат сырым холодным молоком. Затем частично охлажденное молоко поступает в секцию водяного охлаждения, где охлаждается до температуры заквашивания, например, при производстве кефира – до (22±2) °С.

Пастеризационно-охладительная установка для питьевых сливок используется в производстве питьевых сливок и сливочных напитков, коктейлей и т. п. Теплообменный аппарат состоит из четырех секций: рекуперации, пастеризации, водяного и рассольного охлаждения. Сливки пастеризуют при температуре (92±2) °С с выдержкой от 5 до 15 мин

в зависимости от жирности. Чем выше жирность, тем выше режимы пастеризации, так как жир является, с одной стороны, защитной средой для микроорганизмов, а с другой – источником термостойких ферментов, в частности, липазы.

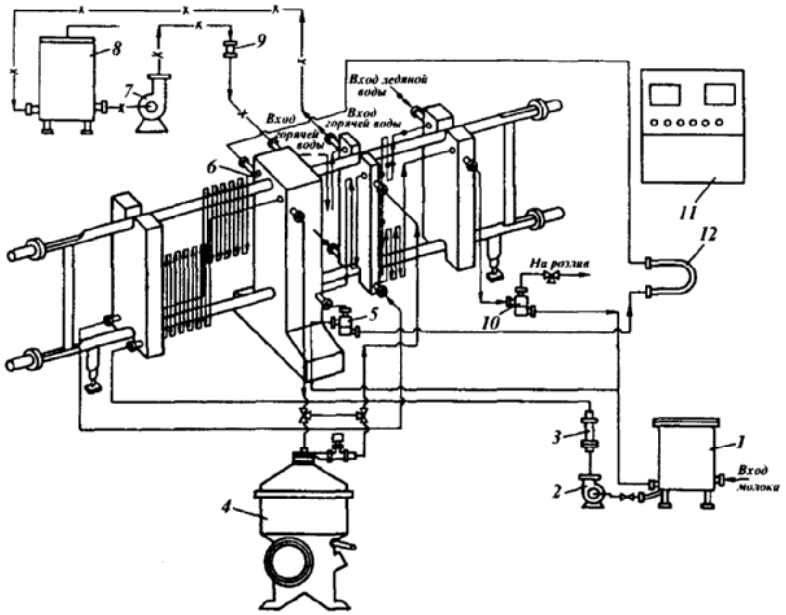


Рис. 1.15. Пастеризационно-охладительная установка для питьевого молока:

1 – уравнительный бачок; 2, 7 – центробежные насосы; 3 – регулятор уровня молока; 4 – сепаратор; 5, 10 – перепускные клапаны; 6 – пластинчатый теплообменный аппарат; 8 – бойлер; 9 – регулирующий клапан подачи пара и горячей воды; 11 – панель управления; 12 – трубчатый выдерживатель

Пастеризационно-охладительная установка для смесей мороженого используется при производстве мягкого и закаленного мороженого. Смесь для мороженого после созревания тщательно перемешивается, пропускается через фильтр для удаления нерастворившихся частиц и при температуре (42±2) °С поступает в уравнительный бачок. Далее ротационным насосом подается в секцию рекуперации, где нагревается до (70±2) °С, и затем – в секцию пастеризации. Температура пастеризации в зависимости от вида мороженого – (88±2) °С. При температуре пастеризации смесь поступает в трубчатый выдерживатель, где она выдерживается (55±5) с и подается на гомогенизацию. Из гомогенизатора смесь проходит секции рекуперации, водяного и рассольного охлаждения. Через возвратный клапан смесь для мороженого при температуре (4±2) °С направляется далее, согласно технологическому процессу.

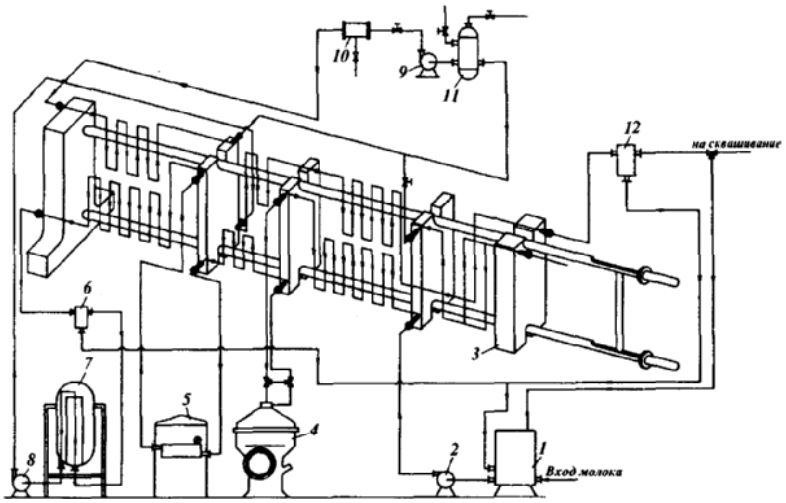


Рис. 1.16. Пастеризационно-охладительная установка для кисломолочных продуктов:

1 – уравнительный бачок; 2, 8, 9 – центробежные насосы; 3 – пластинчатый теплообменный аппарат; 4 – сепаратор; 5 – гомогенизатор, 6, 10, 12 – перепускные клапаны; 7 – выдерживатель; 11 – бойлер

Трубчатые пастеризаторы применяются на молочно-консервных заводах перед сгущением и на маслодельных заводах для пастеризации сливок при производстве масла поточным способом (преобразованием высокожирных сливок в масло). Односекционный (однокорпусной) трубчатый пастеризатор с паровым обогревом состоит из закрытого со всех сторон цилиндрического корпуса и вмонтированных в корпус нагревательных трубок. Корпус пастеризатора изготовлен из листовой стали и снабжен изоляцией и кожухом. Нагревательные трубки закреплены на торцевых стенках корпуса. В зависимости от производительности аппарата число трубок – от 12 до 48 шт. Молоко поступает в пастеризатор, проходит по трубкам и нагревается через их поверхность паром до установленной температуры, пастеризованное молоко через патрубок выходит из теплообменника и подается на дальнейшую обработку. По-

ступление пара регулируется автоматически. На паропроводе также установлены вакуумметр, манометр и регулятор давления прямого действия. Для устранения вакуума, который создается в корпусе после окончания работы и прекращения подачи пара, имеется вакуумный клапан. В аппаратах этого типа можно осуществлять нагрев от 85 до 110 °С. Двухкорпусной трубчатый пастеризатор состоит из двух групп трубок, каждая из которых заключена в горизонтальный цилиндрический корпус. Оба цилиндра смонтированы на одной станине друг над другом. В нижнем корпусе молоко нагревается горячей водой до 60–65 °С. Нагрев горячей воды осуществляется в бойлере до 80–85 °С, затем она подается в межтрубное пространство, где циркулирует по замкнутой системе с помощью насоса. В верхнем корпусе нагрев осуществляется паром, что позволяет обеспечивать температуру пастеризации в диапазоне 105–110 °С. Производительность трубчатых пастеризаторов зависит от числа и размеров трубок и может составлять от нескольких десятков килограмм до нескольких тонн в час. Основными недостатками трубчатых пастеризаторов являются большие габаритные размеры, дополнительная площадь для обслуживания, отсутствие секций рекуперации тепла и охлаждения пастеризованного продукта, а также длительность нагрева.

Ванны длительной пастеризации используются, как правило, на небольших заводах, а также при производстве кисломолочных продуктов, например, ряженки, топленого молока и продуктов детского питания.

Молочное сырье поступает через патрубок, расположенный в крышке ВДП. Корпус ванны снабжен рубашкой для воды, которая нагревается паром, поступающим через патрубок в днище. Для более быстрого и равномерного нагревания используется пропеллерная мешалка с электроприводом. Ванна служит как для нагревания, так и для охлаждения с помощью подачи в межстенное пространство холодной воды. Температура молока в ВДП и воды в рубашке контролируются термометрами, установленными на неподвижной части крышки. Преимущества использования ВДП состоят в простоте их устройства и эксплуатации, а также в возможности пастеризации, охлаждения и промежуточного резервирования продукта в одной емкости.

Стерилизация. В молочной промышленности под стерилизацией принято понимать совокупность мер, направленных на полное прекращение всех микробиологических и ферментативных процессов в молоке и молочных продуктах. Для этого используют методы, которые по принципу действия условно классифицируют на физические, химические и биологические. К физическим методам относится тепловая, механическая, лучевая и радиационная стерилизация. Химическая стерилизация предусматривает применение химических веществ, обладающих антисептическими свойствами. Последним достижением науки о питании в области консервирования являются биологические методы.

Наибольшее распространение в молочной промышленности, как в нашей стране, так и за рубежом, получили физические методы стерилизации. Самым распространенным физическим методом является тепловая стерилизация.

Тепловая стерилизация – это термическая обработка продуктов, обеспечивающая полную гибель нетермостойкой не образующей спор (вегетативной) микрофлоры и уменьшение числа спорообразующих микроорганизмов до уровня, предотвращающего микробиологическую порчу продукта при температуре 15–30 °С и гарантирующего безопасность употребления продуктов в пищу. Под тепловой стерилизацией понимают нагрев молока до температуры выше 100 °С. Действие нагревания на микроорганизмы оценивают по температурным и временным параметрам. В зависимости от температуры и времени выдержки различают три температурных режима стерилизации молока: длительный, кратковременный и мгновенный.

Длительная стерилизация предусматривает нагрев до температуры 115–120 °С с выдержкой 15–30 мин.

Кратковременная стерилизация предусматривает нагрев до температуры 130–135 °С с выдержкой 3–20 с.

Мгновенная стерилизация предусматривает нагрев до температуры 143–150 °С в течение 0,3–4,0 с. Использование высокотемпературного нагрева дало этому способу второе название – ультравысокотемпературная обработка (УВТ-обработка). По данным ММФ, УВТ-молоко является полностью стерильным, физиологичным, питательным, высококачественным, готовым к потреблению продуктом с безупречными вкусовыми характеристиками. После гомогенизации и асептической упаковки в герметически закрытые, свето- и газонепроницаемые упаковки оно может храниться несколько месяцев при комнатной температуре.

Стерилизация молока в отечественной и зарубежной практике осуществляется по двум принципиальным схемам: одноступенчатой или двухступенчатой. Одноступенчатая стерилизация проводится один раз до расфасовки продукта. Такая схема стерилизации требует асептического промежуточного резервирования молока перед фасовкой и фасовки в асептическую упаковку. Двухступенчатая стерилизация предусматривает сначала нагрев самого молока, а затем уже расфасованного молока вместе с тарой. Вторая стерилизация в данной схеме предусматривает стеклянную или жестяную упаковку, способную выдерживать высокотемпературный нагрев. Для такой технологической схемы используют оборудование фирмы «Шторк» (Нидерланды). Для стерилизации молока в таре применяют стерилизаторы периодического действия – автоклавы статического и ротационного типов (рис. 1.17), тоннельного типа и гидростатические непрерывного действия (рис. 1.18–1.19.) Основной недостаток

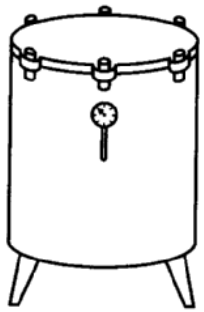


Рис. 1.17. Автоклав для стерилизации молока в стеклянных и пластиковых бутылках, или жестяных банках

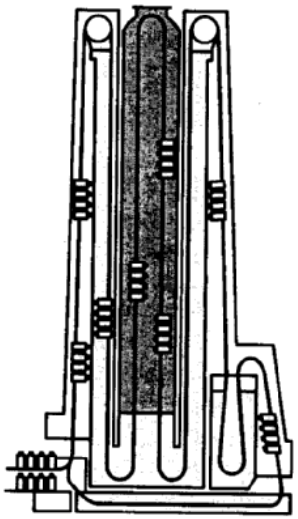


Рис. 1.18. Вертикальный стерилизатор непрерывного действия

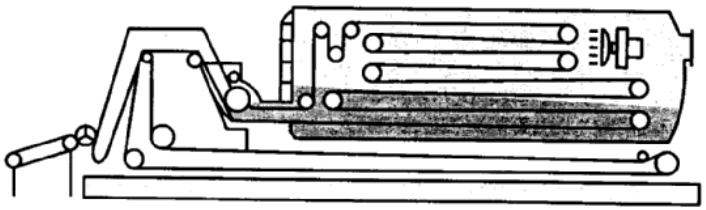


Рис. 1.19. Горизонтальный стерилизатор непрерывного действия

аппаратов для стерилизации молочных продуктов в таре состоит в том, что они не могут обеспечить быстрый и равномерный нагрев массы продукта в упаковке до температуры стерилизации. Это приводит к необходимости увеличения продолжительности выдержки при температуре стерилизации, перегреву наружных слоев продукта и снижению его качества и питательной ценности. Из-за сильного термического воздействия на продукт, относительно низкой производительности и крайне незначительной рекуперации тепла этот способ тепловой стерилизации все более вытесняется технологией УВТ-обработки.

Наиболее совершенными с технической точки зрения являются установки для УВТ-стерилизации молока, которые по способу подвода теплоносителя бывают с косвенным или прямым нагревом. Косвенная стерилизация предусматривает нагревание молока паром, электрическим током или другим способом через теплопередающую поверхность. Для стерилизации способом косвенного нагрева применяются следующие установки:

- пластинчатые теплообменники, принципиальная схема которых представлена на рис. 1.20. Они выпускаются фирмами Alfa-Laval, Steritherm Tetra-Pak (Швеция), APV (Великобритания), Sordi-Lodi (Италия);

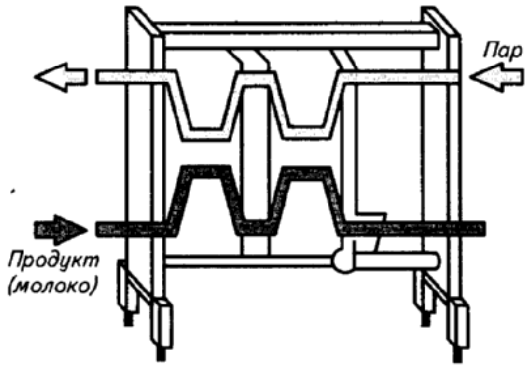


Рис. 1.20. Пластинчатый нагреватель в стерилизационной установке косвенного нагрева

- трубчатые теплообменники (рис. 1.21) Steritub, Tetra therm aseptic flex, выпускаемые фирмами Tetra-Pak (Швеция), Cherry Burrell (США), Creamery Package (Великобритания);
- скребковые теплообменники (вотаторы) (рис. 1.22) Cherry-Burrell (США), Creamery Package (Великобритания).

Для стерилизации способом прямого нагрева (пароконтактным) применяются установки, в которых используют два варианта смешения пара с молоком – инжекция (рис. 1.23) и инфузия (рис. 1.24).

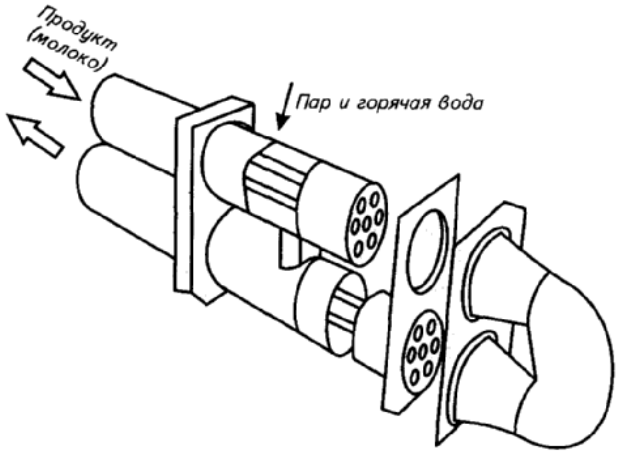


Рис. 1.21. Трубчатый нагреватель в стерилизационной установке косвенного нагрева

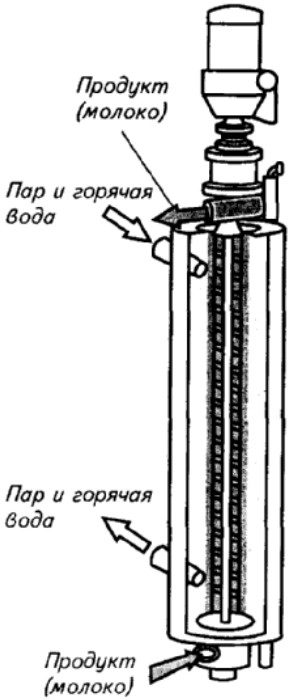


Рис. 1.22. Шнековый нагреватель в стерилизационной установке для вязких продуктов

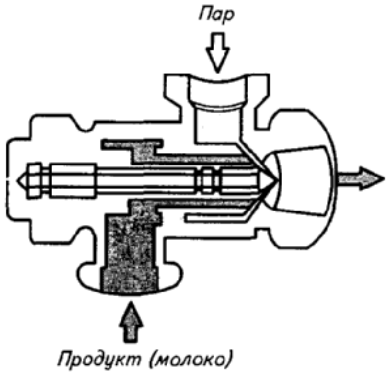


Рис. 1.23. Нагреватель инжекционного типа в стерилизационной пароконтактной установке

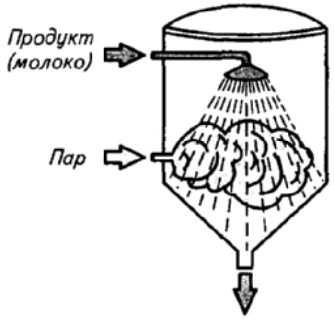


Рис. 1.24. Нагреватель инфузионного типа в стерилизационной пароконтактной установке

- Установки, в которых пар подается в продукт (инжекция), выпускают фирмы Alfa-Laval (Швеция), APV (Великобритания), Cherry-Burrell (США), Creamery Package (Великобритания), Rossi-Catelli (Италия).
- Установки, в которых продукт в виде капель, струи или пленки подается в среду пара (инфузия), изготовляет фирма Pasilac (Дания).

Для нагрева продукта в этих установках применяется пар особой чистоты.

Стерилизацию невязких молочных продуктов обычно осуществляют в пластинчатых и трубчатых теплообменниках, а также в установках с прямым нагревом.

Для стерилизации вязких продуктов типа сливок и пудингов в основном используются теплообменники роторного (скребкового) типа

или с изогнутой поверхностью, в которых не образуется пригар продукта на греющей поверхности.

Независимо от способа нагрева в стерилизационных установках для выдержки продукта при температуре стерилизации в течение заданного времени обычно используют трубчатые выдерживатели. Для охлаждения продукта наиболее широко применяются косвенный теплообмен (через теплопередающую поверхность) и прямой (вакуумное охлаждение и рециркуляция уже охлажденного продукта).

Линия производства стерилизованных молочных продуктов включает, кроме стерилизатора, следующее основное оборудование: гомогенизатор, промежуточный асептический резервуар для кратковременного хранения стерилизованного молока перед расфасовкой, автоматы для асептического розлива продукта (рис. 1.25).

Сравнивая системы УВТ-молока с прямым и с косвенным способами нагрева, можно сделать следующие выводы. Основным преимуществом пароконтактного способа является практически мгновенное нагревание всей массы продукта при отсутствии теплопередающей поверхности, что позволяет обрабатывать вязкие продукты, использовать молоко и молочные продукты более низкой термоустойчивости и работать длительное время без промежуточной мойки.

К существенным недостаткам установок с использованием пароконтактного способа УВТ-стерилизации молока относятся следующие: большой расход пара (более 1000 кг/ч) и низкий коэффициент регенерации тепла (40–50%), повышенные требования к чистоте пара, вводимого в продукт, сложность регулирования процесса удаления конденсата на стадии охлаждения продукта в вакуум-камере, а следовательно, и содержания сухих веществ в готовом продукте, а также большие затраты энергии на работу вакуум-аппаратов. Кроме того, стоимость установок прямого нагрева и эксплуатационные расходы при их использовании больше, чем установок косвенного нагрева, вследствие необходимости монтажа дополнительного оборудования (насосы, вакуум-камеры), а также применения асептического гомогенизатора и системы получения чистого пара, вводимого в продукт.

Установки косвенного нагрева характеризуются простотой обслуживания, более надежны в работе и исключают проблемы, возникающие в системах прямого нагрева в связи с высокими требованиями к качеству инжектируемого пара. В установках косвенного нагрева рекуперация тепла составляет 70–90%.

Время работы установок косвенного нагрева с пластинчатыми теплообменниками в зависимости от качества исходного сырья составляет от 6 до 12 ч с промежуточной мойкой. Трубчатые теплообменники и установки прямого нагрева могут работать без промежуточной мойки до 20 ч.

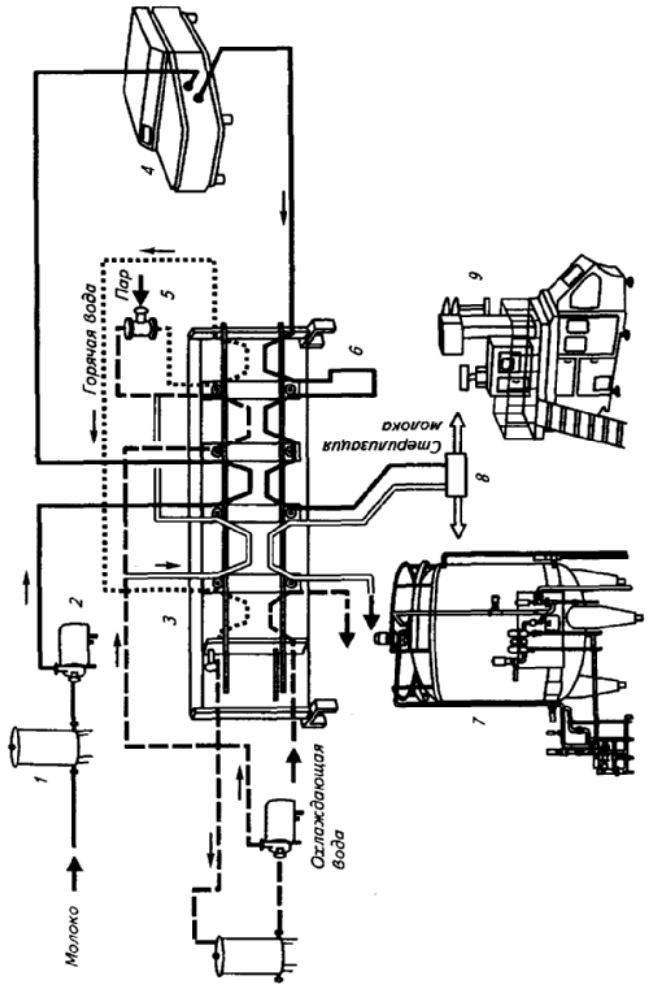


Рис. 1.25. Технологическая схема производства стерилизованного молока с косвенным нагревом в пластинчатом теплообменнике:

1 – бак-балансер; 2 – насос; 3 – пластинчатый стерилизатор; 4 – гомогенизатор; 5 – инжектор пара; 6 – трубчатый выдерживатель; 7 – асептический резервуар; 8 – возвратный клапан; 9 – установка для асептического розлива молока (тетрабрик-асептик)

Применение пластинчатых теплообменников в УВТ-установках характеризуется повышенной опасностью реинфицирования в результате повреждения пластин, несовершенства уплотнений, невозможности обработки вязких продуктов. Трубчатые установки лишены этих недостатков. Трубчатые теплообменники по сравнению с пластинчатыми имеют ряд преимуществ: не требуют применения резиновых прокладок и клея, стойких к УВТ-обработке; возможно повышать давление пара до необходимого значения; использовать турбулизацию продукта с целью уменьшения осадка и пригара на греющих поверхностях.

Основная трудность, возникающая при использовании косвенных систем, заключается в образовании пригара в секциях предварительного нагрева и стерилизации. Отложения образуются из смеси денатурированных при нагревании белков и солей, и могут снизить время непрерывной работы между мойками до 4 ч.

Оценка сложившихся тенденций производства стерилизованного молока и молочных продуктов в мире свидетельствует о том, что доля стойкого молока в общем объеме производства постоянно увеличивается, при этом на долю молока двухступенчатой стерилизации приходится около 10%, а УВТ-обработки – 90%. В результате анализа технико-экономических показателей стерилизационных установок для УВТ-обработки установлено, что в производстве стерилизованного молока и молочных продуктов в мире используют около 25% с использованием прямого нагрева и 75% – косвенного нагрева.

Качество молочных продуктов, подвергнутых стерилизации, определяется не только санитарно-гигиеническими показателями, но и питательной ценностью. При выборе способа стерилизации необходимо учитывать, что тепловая обработка сильно воздействует на составные части молока – белки, жир, лактозу, витамины, подвергая их изменению или разрушению, и может снизить пищевую и биологическую ценность.

Одноступенчатый режим стерилизации сопровождается наименьшим изменением нативных свойств молока. Стерилизованное молоко имеет белый цвет и по вкусу и запаху почти не отличается от пастеризованного. Срок хранения такого молока в зависимости от вида упаковки составляет от 10 дней до 6 месяцев при комнатных условиях. При смешивании молока с паром ультравысокой температуры благодаря высокой скорости теплообмена физико-химические изменения молока несколько меньше, чем при косвенном нагреве через теплопередающую поверхность. Двухступенчатый режим стерилизации вызывает довольно глубокие изменения составных частей молока, что снижает его биологическую ценность и органолептические показатели, но обеспечивает высокую стойкость продукта при хранении. Молоко двухступенчатой стерилизации может храниться более года.

В РФ стерилизованного молока выпускается около 20% в общем объеме питьевого молока. Это объясняется недостатком отечественного оборудования для тепловой обработки и упаковки стерилизованного молока. Сдерживающим фактором роста производства стерилизованного молока является низкое качество сырья – высокая бактериальная обсемененность и низкая термоустойчивость молока.

В странах с развитой молочной промышленностью питьевому молоку с длительным сроком хранения уделяют особое внимание. При этом сложились следующие тенденции. В странах Западной Европы получило развитие производство питьевого молока с длительным сроком хранения (от 30 дней до 6 месяцев и более) преимущественно УВТ-обработки с асептическим розливом. В настоящее время доля стерилизованного молока в странах ЕЭС составляет в среднем около 40%, а во Франции, Италии, Германии – более 50%. В США и Канаде такого молока выпускается меньше, так как предпочтение отдается пастеризованному молоку, не имеющему привкуса высокотемпературной обработки. В этих странах, а также в Великобритании новые технологические разработки позволили увеличить срок хранения пастеризованного молока до 10 дней и более. Рядом стран проводятся исследования по совершенствованию технологии стерилизованного молока, направленной на приближение вкуса термически обработанного молока к натуральному. Так, в США разработана система «fff», обеспечивающая стерилизованному молоку за счет повышения температуры нагревания и снижения выдержки, вкус пастеризованного молока. Реализацией данной технологии является разработанное шведской фирмой «Тетра-Пак» *ISL-молоко* – молоко с продленным сроком жизни, занимающее промежуточное положение между пастеризованным и стерилизованным молоком. Отличительной особенностью ISL-технологии является дополнительная обработка молока микрофильтрацией и пастеризация прямым нагревом паром. Высокие микробиологические показатели молока и стойкость его в хранении (более 20 суток) сочетаются с высокими органолептическим свойствами. ISL-молоко не имеет характерного вкуса и запаха стерилизованного молока, а по органолептическим показателям занимает промежуточное положение между сырым и пастеризованным молоком.

Согласно прогнозу шведской фирмы «Альфа-Лаваль», производство питьевого молока с длительным сроком хранения, обеспеченным УВТ-обработкой с асептическим розливом, будет расти, поскольку такой способ обработки дешевле, чем пастеризация с последующим хранением продукта при температуре 4–8 °С. Кроме того, этот продукт обладает абсолютной надежностью с санитарно-гигиенической точки зрения, позволяет осуществлять перевозки на длительные расстояния без охлаждения, исключает необходимость ежедневной поставки в торгов-

лю. Из года в год растет потребительский спрос на молочные продукты длительного хранения во всех странах мира, расширяется их ассортимент, увеличиваются сроки хранения, совершенствуются пути повышения стойкости в хранении.

В соответствии с проектом Федерального закона (Технического регламента) «Требования к молоку, продуктам его переработки, их производству и обороту» (03.2006 г.) стерилизация осуществляется в герметично укупоренных емкостях при температурах выше 100 °С с выдержкой не менее 20 мин, обеспечивающей соответствие продукции требованиям промышленной стерильности. Промышленно стерильный продукт – продукт, свободный от жизнеспособных патогенных микроорганизмов и их спор, а также от микроорганизмов порчи, способных к размножению при обычных условиях хранения без охлаждения. Ультрапастеризация молока и жидких продуктов его переработки осуществляется в потоке в открытой системе при температуре 125–138 °С с выдержкой не менее 2 с, обеспечивающей уничтожение или ингибирование микроорганизмов и их спор. В условиях немедленного аспетического упаковывания обеспечивается соответствие продукта требованиям промышленной стерильности. Ультравысокотемпературная обработка (УВТ) осуществляется в закрытой системе: в потоке при контакте с нагретой поверхностью или путем прямого смешивания стерильного пара с продуктом при температурах 135–140 °С с выдержкой не менее 2 с и последующим асептическим упаковыванием, обеспечивающим соответствие продукта требованиям промышленной стерильности.

Контрольные вопросы

1. Виды тепловой обработки в молочной промышленности.
2. Назначение и порядок проведения охлаждения молочного сырья.
3. Назначение и порядок проведения термизации молока.
4. Какие режимы пастеризации применяют для молока?
5. От каких факторов зависит эффективность пастеризации?
6. Назначение и способы проведения стерилизации.
7. В чем сущность косвенной и пароконтактной стерилизации.
8. Какое оборудование используют для тепловой обработки молока?

1.8. Кавитационная обработка

Кавитация (от латинского cavitas – пустота) – образование в жидкости малых полостей (кавитационных пузырьков, или каверн), заполненных газом, паром или их смесью. Кавитация возникает в результате местного понижения давления в жидкости. Может происходить при увеличении скорости жидкости (гидродинамическая кавитация), либо при прохождении акустической волны большой интенсивности в момент полупериода разрежения (акустическая кавитация). Кавитационный пузырек схлопывается, генерируя при этом ударную волну. В пищевой и молочной промышленности нашла применение акустическая кавитация, которая отличается от гидродинамической тем, что ею можно управлять.

Для кавитационной обработки жидких пищевых сред, в том числе молочных, используются установки типа «Сиринкс» (рис. 1.26), техническая характеристика которого представлена ниже. В мясной промышленности такие установки используются для обработки рассола в производстве мясных и колбасных изделий.

В результате кавитационной обработки происходит гомогенизация молочного жира, уменьшается бактериальная обсемененность, снижается окислительно-восстановительный потенциал молочного сырья.



Рис. 1.26. Аппарат «Сиринкс 4000» для кавитационной дезинтеграции жидких пищевых сред и воды, используемых в производстве пищевых продуктов

Техническая характеристика аппарата «Сиринкс 4000»

Характеристика	Ед. изм.	Значение
Производительность аппарата, не менее	л/ч	600
Параметры электропитания		~380 В ± 5%, 50 Гц
Потребляемая мощность	кВт	4
Давление воды в магистрали на входе аппарата	МПа	0,4–0,6
Габаритные размеры аппарата, не более	мм	1280×710×2270
Масса аппарата, не более	кг	350
Частота резонанса электроакустического преобразователя	кГц	20
Аппарат осуществляет дозирование обработанной воды в два канала. Величина задаваемой дозы по любому из каналов	л	0,1–99

Кавитационная обработка не влияет на органолептические показатели молочного сырья и продуктов, полученных из него.

Наиболее перспективно использование кавитационной обработки для производства восстановленного и рекомбинированного молока и молочных продуктов.

1.9. Мойка и дезинфекция технологического оборудования

В зависимости от условий и способов переработки сырья на поверхности оборудования могут оставаться загрязнения в виде белков, жиров, фосфатидов, молочного камня и т. д. Кроме того, на нем могут оставаться микробиологические загрязнения. Они представлены бактериями группы кишечных палочек, стафилококками, стрептококками, термоустойчивыми молочнокислыми палочками, плесенями, бактериофагами и т. д.

Первый вид загрязнений удаляется с оборудования с помощью мойки различными видами моющих растворов и ополаскивания водой.

Микробиологические загрязнения удаляются дезинфекцией или стерилизацией. Эффективность мойки и дезинфекции зависит от степени загрязненности и состояния обрабатываемых поверхностей, от режима течения моющих и дезинфицирующих растворов (при циркуляционной мойке), от их концентрации, режимов ополаскивания, жесткости воды и т. д.

Для эффективной мойки скорость течения растворов в полостях оборудования должна быть в пределах 0,9–1,5 м/с.

На предприятиях молочной промышленности используется ручная (25%) и циркуляционная (75%) мойка. Циркуляционная мойка – это механизированная и автоматизированная мойка, заключающая в себе циркуляцию моющих растворов по замкнутому циклу. Схема автоматизированной мойки различных технологических линий представлена на рис. 1.27.

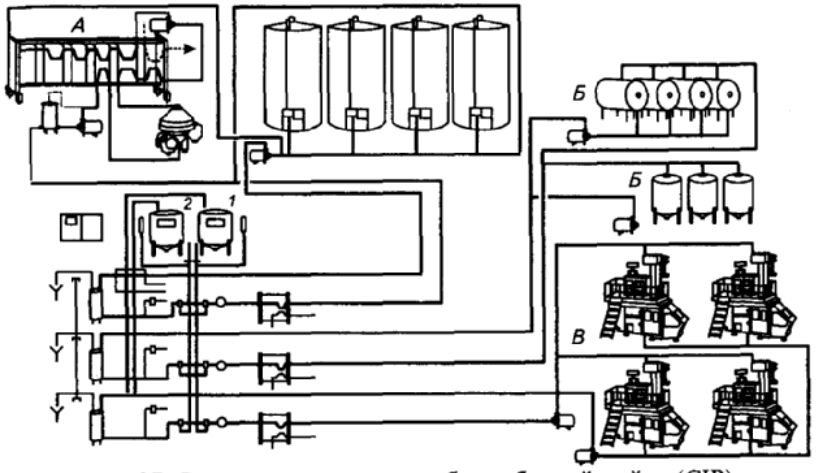


Рис. 1.27. Схема станции системы безразборной мойки (CIP):

А – теплообменное оборудование; Б – емкости; В – расфасовочный и упаковочный автоматы; 1, 2 – емкости для моющих и дезинфицирующих растворов

Моющие растворы высокой концентрации использовать не рационально, т. к. большие затраты сказываются на экономической эффективности мойки. Слишком низкая концентрация может быть недостаточной для качественной обработки оборудования. Поэтому концентрацию моющего раствора нужно выбирать в зависимости от режимов обработки молочного сырья.

Эффективность мойки зависит от температуры. С повышением температуры моющего раствора возрастает его физико-химическая активность, улучшается массообмен между загрязнением и моющим раствором, снижается поверхностное натяжение на границе раздела фаз загрязнение – моющий раствор, снижается кинематическая вязкость, что усиливает турбулентность моющего раствора. Была установлена связь однопроцентных щелочных растворов с температурой и временем мойки (табл. 1.13).

1.13. Режимы мойки

Температура, °С	60	65	70	75	80	90	95
Продолжительность мойки, мин	70–75	60–65	50–55	35–40	20–25	10–15	5–10

Воду, используемую для мойки и дезинфекции, нужно смягчать. Наиболее современные способы: пропускание воды через катионооб-

менные фильтры, добавление смягчающих веществ, мембранная обработка, озонирование.

Характеристика моющих средств

На предприятиях молочной промышленности для мойки технологического оборудования используются средства, представляющие собой отдельные химические вещества или сложные смеси этих веществ, к которым для повышения их моющего действия добавляются ПАВ.

К моющим средствам предъявляются определенные требования: они должны обеспечить абсолютную чистоту обрабатываемых поверхностей, быть безвредными для здоровья человека и не влиять на качество молока и молочных продуктов, не оказывать разрушающее воздействие на материалы, из которых изготовлено оборудование и быть удобными для использования в производственных условиях.

Моющие средства должны обладать следующими свойствами: низким поверхностным натяжением; хорошей смачивающей, эмульгирующей и пенообразующей способностью; вызывать пептонизацию и набухание белков; хорошо смываться с поверхности оборудования водой.

При мойке оборудования применяют щелочные и кислотные растворы. Щелочными растворами растворяются и гидролизуются жиры; кислотными растворами удаляются минеральные вещества пригара. В качестве щелочных моющих средств используются NaOH, каустическая сода, могут добавляться фосфаты натрия; в качестве кислотных – азотная, соляная, сульфаминовая кислоты.

После тщательной мойки оборудования его необходимо продезинфицировать. При дезинфекции важным фактором является концентрация дезинфицирующего раствора. При слишком низкой концентрации может произойти лишь временная задержка роста микроорганизмов, но не их гибель. Слишком высокая концентрация может вызвать коррозию оборудования.

Важно определить температуру дезинфицирующих растворов. При низких температурах уменьшается диссоциация растворов, что обусловливает снижение скорости диффузии химического вещества в микробиальную клетку. Растворы, не содержащие активный хлор, рекомендуется использовать при 55–60 °С.

Устойчивость различных микроорганизмов к дезинфицирующим средствам неодинакова, поэтому продолжительность воздействия дезинфицирующего раствора должна быть достаточной для полного уничтожения всех находящихся на поверхности оборудования микроорганизмов.

В молочной промышленности в качестве дезинфектантов широкое распространение получили препараты, которые при растворении выделяют активный хлор (хлорная известь, гипохлориты натрия или кальция). В основе действия дезинфицирующих средств, содержащих активный хлор, лежат окислительные процессы. При растворении в воде такие препараты образуют хлорноватистую кислоту, которая затем разлагается на активный хлор и кислород, которые являются сильными окисляющими веществами. Вместо дезинфекции на предприятиях молочной промышленности проводят стерилизацию оборудования водой при 138 °С в течение 40–45 мин. Кроме этого, стерилизация может производиться кипящей водой, паром, УФ лучами, ультразвуком, озонированием и т. д. После мойки и дезинфекции оборудования на его поверхности частично остается какое-то количество моющих и дезинфицирующих средств. Эти остатки удаляются ополаскиванием оборудования холодной или горячей чистой водой, доброкачественной в бактериальном отношении. Лучше использовать горячую воду, т. к. она быстрее смывает химические вещества и нагревает стенки оборудования настолько, что его поверхности после ополаскивания остаются сухими. Окончание ополаскивания определяют по щелочности или кислотности промывного раствора.

Порядок проведения мойки оборудования

После окончания технологического процесса оборудование ополаскивают горячей или холодной водой для смывания остатков молочного сырья или молочных продуктов. Затем начинается мойка щелочным раствором. Далее идет ополаскивание горячей или холодной водой от остатков моющего раствора. Если пригар достаточно жесткий, то после этого проводят мойку кислотными растворами. Затем снова ополаскивают горячей или холодной водой. Далее выполняют дезинфекцию или стерилизацию оборудования и ополаскивают горячей или холодной водой.

Особенности мойки теплового оборудования

При пастеризации, стерилизации на поверхности оборудования остается жесткий осадок (молочный камень), который трудно смывается и уменьшает коэффициент теплопередачи установок. Осадок представляет собой гетерогенную смесь органических и неорганических веществ в соединении с денатурированным белком. Чтобы снизить жесткость пригара, нужно избегать переработки молочного сырья с повышенной кислотностью и не допускать большой разности температур греющего агента и молока. Для того чтобы не было большой разницы между температурой молока и греющего агента, молоко постепенно подогревают в секциях рекуперации пастеризационных и стерилизационных установок.

Для удаления молочного камня тепловые установки обязательно моют щелочными и кислотными растворами.

Концентрация растворов каустической соды при мойке пастеризаторов составляет 1–1,5%, стерилизаторов – не ниже 2%. Из кислотных

растворов применяется сульфаминовая кислота (0,3–0,5%), соляная кислота, азотная кислота.

Продолжительность мойки и стерилизации или дезинфекции теплового оборудования составляет до 2–2,5 ч.

Мойку резервуаров, насосов и трубопроводов для молочного сырья необходимо проводить ежедневно по мере их опорожнения в следующей последовательности: ополаскивание водой температурой 45–50 °С 5–7 мин; промывание щелочным раствором температурой 65–75 °С 10–12 мин; ополаскивание от остатков щелочного раствора температурой 65–75 °С 5–7 мин; обработка горячей водой температурой 90–95 °С 15 мин для дезинфекции.

По мере образования минеральных отложений из-за жесткой воды необходима не реже 1 раза в 15–20 дней мойка кислотным раствором температурой 55–60 °С в течение 8–10 мин. Мойку проводят после ополаскивания оборудования от остатков щелочного раствора, и затем ополаскивают водой температурой 55–60 °С в течение 5 мин до создания нейтральной среды.

Порядок проведения мойки. Ополаскивание водой с температурой не больше 35 °С. Мойка щелочными или кислотными растворами, температура которых 50–55 °С. Скорость течения моющего раствора 0,9–1,5 м/с. Концентрация моющего раствора 0,5–3%, время мойки 30–40 мин. Ополаскивание в течение 10–15 мин горячей водой 60–65 °С. Дезинфекция растворами, имеющими температуру 55–60 °С, (первоначальная температура 80 °С), или паром в течение 30–60 мин. Если применяются дезинфицирующие растворы, то ополаскивание производится горячей водой.

Окончание ополаскивания определяют следующим образом. Берут пробу промывной воды в объеме 50 $см^3$ и добавляют 1–3 капли фенолфталеина. Если раствор не окрашивается, вода – чистая. Кислый раствор определяют по метилроту.

Эффективность дезинфекции проверяется микробиологом, проводящим смывы с оборудования после каждой обработки.

При производстве детских молочных продуктов дезинфекцию (стерилизацию) оборудования, контактирующего со стерильным продуктом, проводят перед началом его работы посредством обработки растворами дезинфектантов, паром (110–135 °С), горячей водой (90–115 °С) в течение 10–30 мин в зависимости от объема и вида оборудования, его удаленности от источника подачи дезинфицирующего раствора или горячей воды и пара. Упаковочный материал для производства детских молочных продуктов дезинфицируют концентрированными (30–35%) растворами H_2O_2.

Контрольные вопросы

1. Назначение и способы санитарной обработки технологического оборудования и тары.
2. Виды загрязнений в молочной промышленности.
3. Охарактеризуйте ручную и циркуляционную мойку.
4. Факторы, определяющие эффективность мойки.
5. Назначение и способы дезинфекции технологического оборудования и тары.

Лабораторные и практические занятия

Работа 1. Исследование состава, свойств и качества молока как сырья молочной промышленности

Содержание работы

Определить органолептические показатели, массовую долю сухих веществ, в том числе жира, белка и лактозы, кислотность, плотность, группу чистоты, бактериальную обсемененность и установить сорт исследуемого молока.

Молоко должно соответствовать по физико-химическим, микробиологическим и органолептическим показателям требованиям ГОСТ 52054 «Молоко натуральное коровье. Сырье». Основные показатели ГОСТ представлены в табл. 1.9–1.11.

Оборудование, приборы, материалы

Аппаратура и реактивы для органолептической оценки качества молока, определения содержания жира, белка, лактозы, сухих веществ, кислотности, плотности, степени чистоты, бактериальной обсемененности.

Порядок выполнения работы

1. Органолептическая оценка молока

Исследование состава и свойств молока начинают с проведения органолептической оценки, устанавливают цвет, запах, вкус, консистенцию молока, наличие тех или иных пороков.

Ход анализа. Для проведения органолептической оценки молока образец нагревают до комнатной температуры. Цвет молока определяют в цилиндре из бесцветного стекла при дневном свете. Цвет нормального молока от здоровых коров должен быть белым или слегка желтоватым. Консистенцию определяют при медленном переливании молока из одного сосуда в другой. Консистенция нормального молока должна быть однородной, не тягучей, без наличия слизи, хлопьев белка. Запах молока определяют при открывании сосуда, в котором хранилось молоко. Запах и вкус нормального молока должен быть приятным, специфическим, без посторонних запахов и привкусов.

2. Определение массовой доли жира

Массовую долю жира определяют кислотным методом Гербера. Метод основан на выделении жира из молока в жиромере с помощью центрифугирования после растворения белков концентрированной серной кислотой. Полному выделению жира способствует добавление изоамилового спирта.

Ход анализа. В молочный жиромер вносят дозатором 10 мл серной кислоты плотностью 1,815–1,820 г/см^2, не смачивая горлышко жиромера. Затем отмеривают пипеткой 10,77 мл молока. Уровень молока в пипетке устанавливают по нижнему мениску, держа ее строго вертикально. Отмеренное количество молока переносят в жиромер. Для этого пипетку наклоняют под углом 45° и, приложив к внутренней стенке внизу горла жиромера, дают молоку медленно стекать так, чтобы оно не смешивалось с серной кислотой, а наслаивалось на нее. Когда из пипетки вытечет последняя струйка молока, не отнимая пипетку от жиромера, делают выдержку в течение 7 с. Каплю молока, оставшуюся в пипетке, не выдувают. Далее в жиромер, не смачивая стенки горла, добавляют дозатором 1 мл изоамилового спирта. Жиромер закрывают пробкой, встряхивая до полного растворения белков. После чего жиромер перевертывают 2–3 раза, следя, чтобы имеющаяся в узкой части и в головке жиромера серная кислота полностью смешалась с остальной массой. Все манипуляции с жиромером производят, обязательно обернув его сухим полотенцем. Далее жиромер на 5 мин помещают в водяную баню с температурой (65±2) °С пробкой вниз. Затем жиромер переносят в центрифугу и центрифугируют при 1000–1200 об/мин 5 мин. По окончании центрифугирования жиромер вынимают, регулируют пробкой столбик жира так, чтобы он находился в трубке со шкалой, и ставят жиромер пробкой вниз в штатив водяной бани с температурой (65±2) °С. Уровень воды в бане должен быть несколько выше уровня столбика жира в жиромерах. Через 3–5 мин отсчитывают количество жира. Жиромер вынимают из бани, ввинчивая или вывинчивая пробку жиромера, устанавливают нижнюю границу жирового столбика на каком-либо делении шкалы, от которого затем отсчитывают количество делений до нижней точки вогнутого мениска столбика жира. При отсчете жиромер держат вертикально на уровне глаз, не перемещая столбик жира, который должен быть светло-желтого цвета. Показания жиромера соответствуют содержанию жира в молоке в процентах. Объем 10 малых делений шкалы молочного жира в жиромере соответствует 1% жира в продукте. Отсчет жира проводят с точностью до одного малого деления шкалы жиромера. Расхождения между параллельными определениями не должно превышать 0,1% жира.

3. Определение массовой доли белка

Массовую долю белка определяют методом титрования формальдегидом. Суть реакции состоит в том, что формальдегид вступает в реакцию с аминогруппами белка, в результате чего аминогруппы теряют свои основные свойства, кислые свойства белка усиливаются. Этим методом можно определить содержание белка только в молоке кислотностью не выше 22 °Т.

Ход анализа. В химический стакан емкостью 150–200 мл отмеривают пипеткой 20 мл молока, 0,25 мл (2–3 капли) 2%-ного раствора фенолфталеина и титруют 0,1 н раствором NaOH до появления слаборозовой окраски. Затем вносят 4 мл нейтрализованного 36–40%-ного раствора формальдегида и вторично титруют до такой же окраски, как и при первом титровании. Количество 0,1 н раствора NaOH в мл, израсходованное на титрование в присутствии формальдегида, умноженное на 0,959, соответствует содержанию общего белка в молоке в процентах.

4. Определение массовой доли лактозы

Массовую долю лактозы определяют рефрактометрическим методом, который основан на определении показателя преломления.

Ход анализа. В короткую толстостенную пробирку с бортиком вносят 5 мл исследуемого молока, прибавляют 5–6 капель 4%-ного раствора хлористого кальция и плотно закрывают резиновой или корковой пробкой. Пробирку помещают на 10 мин в кипящую водяную баню, охлаждают до 20 °С. Пипеткой или стеклянной трубкой с ватным тампоном в нижней части втягивают немного прозрачной жидкости. Удалив вату, наносят 2–3 капли на нижнюю призму рефрактометра, опуская верхнюю призму. Наблюдая в окуляр, устраняют расплывчатость и радужность окраски границы светотени. Передвижением окуляра добиваются полного совпадения граничной линии с визирным указателем и отсчитывают показатель преломления сыворотки по левой шкале рефрактометра. Процентное содержание молочного сахара в молоке находят по табл. 1.

5. Определение кислотности молока

Кислотность молока определяют методом титрования. Проводится титрование кислых солей, белков, углекислоты и других компонентов молока раствором щелочи в присутствии фенолфталеина.

Ход анализа. Бюретку наполняют 0,1%-ным раствором NaOH, установив ее на нулевом делении. В коническую колбу вместимостью 150–200 мл отмеривают пипеткой 10 мл молока, прибавляют 20 мл дистиллированной воды и три капли 1%-ного спиртового раствора фенолфталеина. Смесь тщательно перемешивают и титруют 0,1 н раствором NaOH до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в

течение 1 мин. По шкале бюретки отмечают количество щелочи (мл), пошедшей на титрование 10 мл молока, выраженной в градусах Тернера (°Т), что соответствует количеству миллилитров 0,1 н раствора NaOH, пошедшего на нейтрализацию 10 мл молока, умноженному на 10.

Таблица 1

Показатель преломления при 17, 5°С	Массовая доля лактозы, %	Показатель преломления при 17, 5°С	Массовая доля лактозы, %
1,3400	3,52	1,3416	4,28
1,3402	3,62	1,3418	4,38
1,3404	3,70	1,3420	4,49
1,3406	3,77	1,3422	4,59
1,3408	3,87	1,3424	4,69
1,3410	3,98	1,3426	4,79
1,3412	4,08	1,3428	4,89
1,3414	4,18	1,3430	5,00

Расхождение между параллельными определениями должно быть не более 1 °Т.

6. Определение плотности

Плотность нормального коровьего молока колеблется в пределах 1,027–1,032 г/см^3. Плотность молока также выражают в градусах ареометра (°А), оставляя десятые доли и отбрасывая целые единицы. Например, если плотность молока равна 1,0293 г/см^3, то в градусах ареометра она составит 29,3 °А.

Ход анализа. Плотность молока определяют при температуре 20 °С. Перед проведением анализа пробу молока нагревают до 40 °С, выдерживают 5 мин, затем охлаждают до (20±2) °С, переносят в стеклянный цилиндр емкостью 250 мл. Во избежание образования пены молоко наливают по стенке. Ареометр (лактоденсимер) медленно погружают в молоко и оставляют свободно плавать. Спустя минуту производят отсчет показаний плотности и температуры. Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,0005 г/см^3. При отклонении температуры вносят поправку, а именно: на каждый градус выше 20 °С прибавляют 0,00002 единицы плотности, или вычитают 0,00002 при температуре ниже 20 °С.

7. Определение массовой доли сухого остатка молока

Сухим остатком молока (СОМ) называется остаток, полученный в результате выпаривания влаги из молока или молочных продуктов при определенных условиях.

А. Высушивание с помощью лампы инфракрасного излучения

Для анализа используют специальную электролампу инфракрасного излучения мощностью 500 Вт. При использовании лампы инфракрасного излучения необходимо работать в очках с темными стеклами.

Ход анализа. Высушивание производится в металлических бюксах размером 20×50 мм и толщиной стенок 1 мм. На дно бюксы помещают несколько кружков фильтровальной бумаги или марли. В высушенную и взвешенную бюксу отвешивают 1–2 г молока и помещают на покрытую асбестом подставку на расстоянии 10 см от нижней части лампы до поверхности молока. Высушивание ведут до образования сухой, равномерно покрывающей всю поверхность молока желтой пленки. Продолжительность высушивания составляет около 10 мин. После высушивания бюксу помещают в эксикатор до полного охлаждения. Производят взвешивание.

Массовую долю сухого остатка молока в процентах вычисляют по формуле:

$$C = \frac{100 \cdot (B - A)}{Б - A},$$

где А – вес бюксы с фильтровальной бумагой, г; Б – вес бюксы с навеской молока до высушивания, г; В – вес бюксы с навеской молока после высушивания, г.

Б. Определение массовой доли сухих веществ расчетным способом

По величине плотности молока и массовой доле жира в нем можно определить массовую долю сухого обезжиренного остатка (СОМО) молока по формуле:

$$О_м = \frac{Д + 2}{4} + 0,225 \cdot Ж_м,$$

где $О_м$ – массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка, %; Д – плотность молока при 20 °С, °А; $Ж_м$ – массовая доля жира в молоке, %.

Массовую долю сухих веществ молока определяют по формуле:

$$С = О_м + Ж_м.$$

8. Определение степени чистоты

Метод основан на определении механических примесей путем фильтрования 250 мл молока и сравнения загрязненности фильтра с эталоном для установления группы чистоты молока.

Ход анализа. Для определения чистоты молока используют прибор, представляющий собой алюминиевый конический стакан. На его узкую часть навинчивается крышка с сеткой, на которую помещают ватный или фланелевый кружок. Молоко в количестве 250 мл нагревают до

температуры 35–40 °С, тщательно перемешивают и выливают в прибор. После окончания процесса фильтрации снимают фильтр с сетки и накладывают на лист бумаги или пергамента. Степень чистоты молока определяют, сравнивая фильтр со стандартным эталоном. По степени чистоты молоко делится на три группы.

I группа – на фильтре отсутствуют частицы механической примеси.

II группа – на фильтре имеются отдельные частицы механической примеси.

III группа – на фильтре имеется заметный осадок частиц механических загрязнений.

9. Определение бактериальной обсемененности молока по редуктазной пробе

В свежем молоке резазурин дает сине-стальное окрашивание, при восстановлении цвет изменяется от фиолетового до розового, а затем розовое окрашивание исчезает.

$$\underset{\text{резазурин (синий)}}{C_{12}H_7O_4} \xrightarrow{O} \underset{\text{резаруфин (розовый)}}{C_{12}H_7O_3} \xrightarrow{+H_2} \underset{\text{дегидрорезаруфин (белый)}}{C_{12}H_9O_3}$$

Чем больше в молоке микроорганизмов, способных выделить фермент редуктазу, тем быстрее произойдет обесцвечивание. Поэтому редуктазная проба является косвенным показателем обсемененности молока.

Ход анализа. В стерильные пробирки наливают по 10 мл молока и 1 мл раствора резазурина. Закрывают стерильными пробками и медленно перевертывают 3 раза, не допуская встряхивания. Пробирки помещают в водяную баню при температуре 37–38 °С и отмечают время начала опыта. Изменение окраски отмечают через 20 мин и через час. Оценка качества молока проводится по табл. 2.

Таблица 2

Класс	Качество молока	Цвет молока	
		через 20 мин	через 60 мин
1	хорошее		сине-стальной
2	удовлетворительное		сине-фиолетовый
3	плохое		розовый
4	очень плохое	белый	белый

Выполнение работы

Образцы молока, предназначенные для исследования, тщательно перемешивают, измеряют температуру и определяют органолептические показатели, массовую долю жира, белка, лактозы, сухих веществ,

степень чистоты, кислотность, плотность, бактериальную обсемененность. Результаты анализов записывают в табл. 3.

Таблица 3

Объект исследования	Органолептические показатели				Плотность, г/см^3	Кислотность, °Т
	вкус	цвет	запах	консистенция		
1	2	3	4	5	6	7

Продолжение таблицы 4

Группа чистоты	Класс бактериальной обсемененности	Массовая доля, %				Сорт
		жира	белка	лактозы	сухих веществ	
8	9	10	11	12	13	14

Оформление работы

Описать последовательность выполнения работы, заполнить таблицу, сделать выводы.

Работа 2. Сепарирование молока

Содержание работы

Исследовать процесс сепарирования молока. Сепарируют молоко, определяют производительность сепаратора, эффективность сепарирования, потери жира в процессе сепарирования, расход молока на 1 кг сливок.

Сепарирование молока – это его разделение под действием центробежной силы на две фракции различной плотности: сливки и обезжиренное молоко. Процесс сепарирования молока подчиняется закону Стокса:

$$C = \frac{2}{9} \cdot \left(\frac{2n}{60}\right)^2 Rn^2 r^2 \cdot \frac{\rho - \rho_1}{\mu},$$

где C – скорость выделения жировых шариков, см/с; n – частота вращения барабана сепаратора, $с^{-1}$; R – средний радиус рабочей части тарелки сепаратора, см; r – радиус жирового шарика, см; ρ – плотность плазмы кг/м^3; ρ_1 – плотность жира молока, кг/м^3; μ – вязкость молока, Па·с.

Оптимальной температурой сепарирования является 35–45 °С. Процесс сепарирования осуществляется в следующем порядке. Цельное молоко по центральной трубке сепаратора поступает в тарелкодержатель, из которого по каналам, образованным отверстиями в тарелках, поднимается в верхнюю часть комплекта тарелок и растекается между

ними. В межтарелочном пространстве жировые шарики, как более легкая фракция молока, движутся к центру барабана, далее по зазору между кромкой тарелки и тарелкодержателем поднимаются вверх и поступают в камеру для сливок. Обезжиренное молоко, как более тяжелая фракция, направляется к периферии барабана (в грязевое пространство), поднимается вверх, в камеру для обезжиренного молока.

Оборудование, приборы, материалы

Сепаратор малой производительности, весы и разновесы. Аппаратура и реактивы для определения кислотным методом Гербера жира в молоке цельном и обезжиренном, сливках. Молоко цельное кислотностью не более 20 °Т.

Порядок выполнения работы

Работу начинают с подготовки сепаратора. Собирают барабан, затем сепаратор в целом. При установке барабана на веретено проверяют положение сливочного винта и отверстия для выхода обезжиренного молока. Необходимо проверить правильность сборки барабана, крепление приемно-выводного устройства. Электродвигатель должен быть заземлен. Категорически запрещается снимать, поправлять или устанавливать приемно-выводное устройство во время вращения барабана сепаратора. Запрещается работать при обнаружении посторонних шумов, при задевании барабаном деталей приемно-выводного устройства, при повышении вибрации сепаратора, с разбалансированным барабаном. Запрещается тормозить барабан посторонними предметами или другими способами, не предусмотренными инструкцией, а также разбирать сепаратор во время вращения барабана.

1. Подготовка молока. Сепарирование

Молоко для сепарирования взвешивают и определяют в нем содержание жира.

Сепаратор пускают в работу. После достижения рабочих оборотов подогревают барабан сепаратора, пропускают через сепаратор 2–3 л горячей воды температурой 60–65 °С. Молоко температурой 35–45 °С заливают в приемную чашу сепаратора. Под рожки для сливок и обезжиренного молока подставляют предварительно взвешенные емкости. Первую порцию обезжиренного молока, равную объему барабана сепаратора, отбирают в отдельную посуду, так как она разбавлена водой. Сепарируют 3–4 л молока, отмечая время сепарирования. После полной остановки барабан сепаратора разбирают. Взвешивают крышку барабана с сепараторной слизью и без нее. По разности весов определяют вес сепараторной слизи. Рассчитывают количество сепараторной слизи в процентах от количества просепарированного молока.

2. Расчет производительности сепаратора

Взвешивают полученные сливки и обезжиренное молоко, определяют в них содержание жира. Производительность сепаратора определяют по формуле:

$$B = \frac{M_{сл} + M_{об\,м}}{m} \cdot 3600,$$

где B – производительность сепаратора, кг/ч; $M_{сл}$, $M_{об\ м}$ – масса сливок и обезжиренного молока, кг; m – время сепарирования, с.

3. Определяют эффективность сепарирования. Для этого рассчитывают степень обезжиривания по формуле:

$$Л = \frac{Ж_{сл} \cdot (Ж_{м} - Ж_{об\,м})}{Ж_{м} \cdot (Ж_{сл} - Ж_{об\,м})} \cdot 100\%,$$

где $Л$ – степень обезжиривания, %; $Ж_{м}$, $Ж_{сл}$, $Ж_{об\ м}$ – массовая доля жира в молоке, сливках, обезжиренном молоке.

4. Составляют жиробаланс сепарирования молока и определяют потери жира.

Жиробаланс составляют по формуле:

$$\frac{M_{м} Ж_{м}}{100} = \frac{M_{сл} Ж_{сл}}{100} + \frac{M_{об\,м} Ж_{об\,м}}{100} + П,$$

где $П$ – потери жира, кг.

Потери жира в процентах от количества переработанного жира определяют по формуле:

$$n = \frac{n \cdot 100}{M_{м} Ж_{м}} \cdot 100,$$

где n – потери жира, %.

5. Определяют расход молока на получение сливок.

Расход молока на 1 кг сливок определяют по формуле:

$$Р_{м} = \frac{1000(Ж_{сл} - Ж_{об\,м})}{Ж_{м} - Ж_{об\,м}},$$

где $Р_{м}$ – расход молока на 1 кг сливок, кг.

Оформление работы

Кратко описать выполнение работы. Произвести расчет количества сепараторной слизи, производительности сепаратора, степени обезжиривания, потерь жира, расхода молока на 1 кг сливок, заполнить таблицу 1.

Таблица 1

Молоко		Сливки		Обезжиренное молоко		Сепараторная слизь	
масса, кг	массовая доля жира, %	масса, кг	массовая доля жира, %	масса, кг	массовая доля жира, %	кг	%
1	2	3	4	5	6	7	8

Продолжение таблицы 1

Производительность сепаратора, кг/ч	Степень обезжиривания, %	Потери жира		Расход молока на 1 кг сливок, кг
		кг	%	
9	10	11	12	13

Построить график зависимости массовой доли жира в обезжиренном молоке от времени сепарирования.

По результатам работы сформулировать вывод.

Глава 2. Технология цельномолочных продуктов

Цельномолочные продукты являются продуктами ежедневного массового потребления для различных возрастных и социальных групп населения. Около 50% сырьевых ресурсов страны используется на производство цельномолочных продуктов, которые выпускают городские молочные заводы и комбинаты или цеха цельномолочной продукции при специализированных предприятиях молочной промышленности. Институтом питания РАМН разработаны рекомендуемые (физиологические) нормы потребления цельномолочной продукции, представленные в табл. 2.1.

2.1. Рекомендуемые нормы потребления цельномолочной продукции

Вид продукта	Ед. изм.	Рекомендуемые нормы потребления	
		в год	в сутки
Всего цельномолочной продукции, в пересчете на молоко	л	195	0,5
В том числе в натуральном виде:			
питьевое молоко и кисломолочные напитки	л	128	0,360
сметана	кг	6,5	0,018
творог и творожные изделия	кг	8,8	0,025
молочные десерты	кг	8,0	0,022
Нежирная продукция	кг	15	0,042

2.1. Технология питьевого пастеризованного и стерилизованного молока и сливок

Питьевое молоко. В странах с развитой молочной промышленностью питьевому молоку уделяют большое внимание, так как оно отно-

сится к продуктам повседневного спроса и используется непосредственно для потребления и в кулинарных целях. Питьевое молоко можно производить из натурального или нормализованного молока, сухого молока, сухого молока и сладкосливочного масла. В первом случае питьевое молоко называют натуральным, во втором – восстановленным, а в третьем случае – рекомбинированным молоком. Питьевое молоко различают по виду тепловой обработки, по составу, по виду расфасовки и упаковки. По виду обработки питьевое молоко бывает сырым, пастеризованным, топленым и стерилизованным.

Отечественной промышленностью выпускается более 50 видов питьевого молока, в том числе белкового, витаминизированного, обогащенного белково-углеводными концентратами, минеральными комплексами, лактулозой и другими пищевыми и биологически активными добавками. По массовой доле жира питьевое молоко, в соответствии с ГОСТ Р 51917, выпускают обезжиренное (не более 0,1%); нежирное (от 0,3 до 1,0%); маложирное (от 1,2 до 2,5%); классическое (от 2,7 до 4,5%); жирное (от 4,7 до 7,0%); высокожирное молоко (от 7,2 до 9,5%).

В зарубежных странах последние 25 лет растет спрос на молоко с пониженной массовой долей жира (0,5; 1,0 и 2,0%). Удельный вес питьевого молока с пониженной массовой долей жира в Дании – 37%; в США – 40%; Финляндии – 48%; во Франции – 50%; в Канаде – 70%. Согласно прогнозу, данная тенденция сохранится. Наряду с этим сформировалась устойчивая тенденция к росту объема производства питьевого молока с длительным сроком хранения и вкусом натурального, не подвергнутого тепловой обработке молока. В ассортименте питьевого молока увеличивается доля функционального молока для определенных групп потребителей, например, для детей, беременных и кормящих женщин, спортсменов, для людей с различными заболеваниями. Так, выпускается молоко, обогащенное йодом. Для людей, страдающих диабетом и галактозимией (непереносимостью лактозы), выпускают молоко с пониженным содержанием лактозы или безлактозное. Снижение содержания лактозы осуществляют выделением ее с помощью ультрафильтрации и диафильтрации, а также гидролизом лактозы до глюкозы и галактозы. Научными исследованиями доказано, что современный человек нуждается в большем количестве кальция (1,2–1,5 г/сут. против 0,8–1,0 г/сут.). Как известно, лучшим источником легкоусвояемого кальция является молоко и молочные продукты, в связи с этим растет выпуск питьевого молока, обогащенного кальцием.

Питьевое молоко выпускают в мелкой потребительской упаковке: стеклянной, полимерной – от 0,1 кг до 10 кг, или в крупной промышленной таре – цистерны, фляги, короба, контейнеры.

Пастеризованное молоко получают путем пастеризации нормализованного по жиру молочного сырья.

Технологический процесс производства пастеризованного молока

Производство пастеризованного молока осуществляется следующим образом (рис. 2.1): вначале проводится оценка качества и количества молока, после чего происходит его приемка, в процессе которой молоко перекачивается центробежным насосом через стационарное приемно-измерительное устройство, или счетчик молока, или весы. В некоторых случаях масса молока определяется в емкостях с тензометрическим устройством. Измерение массы молока можно также осуществить путем использования тарированных автомолцистерн или емкостей. Далее молоко проходит через пластинчатый охладитель и, охлажденное до температуры (6±2) °С, направляется на промежуточное резервирование, которое не должно превышать 6 ч. Все эти операции осуществляются в приемном отделении завода. Механическая и тепловая обработка молока проводится в аппаратном цехе или участке предприятия, где установлены пастеризационно-охладительные установки, сепараторы, гомогенизаторы, а также емкости для промежуточного резервирования пастеризованного молока перед розливом, который осуществляется в цехе розлива. Нормализованное молоко гомогенизируют при температуре 62–63 °С и давлении 10–15 МПа, пастеризуют при температуре (76±2) °С с выдержкой 15–20 с и охлаждают до (6±2) °С. В зависимости от аппаратурного оформления технологического процесса температура пастеризации может быть увеличена от 80 до 99 °С. При небольших объемах производства пастеризацию и охлаждение молока можно производить в ваннах ВДП или других двустенных емкостях с мешалками. Пастеризованное молоко перед розливом хранится при температуре (4±2) °С не более 6 ч. Если в случае производственной необходимости хранение пастеризованного молока перед розливом превысило 6 ч, его направляют на повторную пастеризацию. Пастеризованное молоко разливается в бутылки, пакеты, контейнеры, фляги и цистерны. В зависимости от вида и емкости упаковки, ее делят на потребительскую (мелкую) и транспортную (крупную). Потребительская упаковка имеет вместимость от 0,1 до 2,0 л и представлена стеклянными и пластиковыми бутылками, полиэтиленовыми, бумажными, многослойными пакетами и другими видами упаковки. Крупная фасовка пастеризованного молока осуществляется для предприятий общественного питания, детских и медицинских учреждений. Для этого используют многоразовую (оборотную) тару – фляги (рабочая емкость 38 л) и цистерны, а также одноразовую: канистры вместимостью от 4 до 20 л, мешки вместимостью от 5 до 48 л из полимерных материалов. Мешки снабжены краном, его после розлива герметизируют и вставляют в картонные или пластмассовые ящики. Использование крупной фасовки уменьшает расход упаковочных материалов и транспортные расходы на единицу продукта, упрощает процесс розлива, который может использоваться как на крупных,

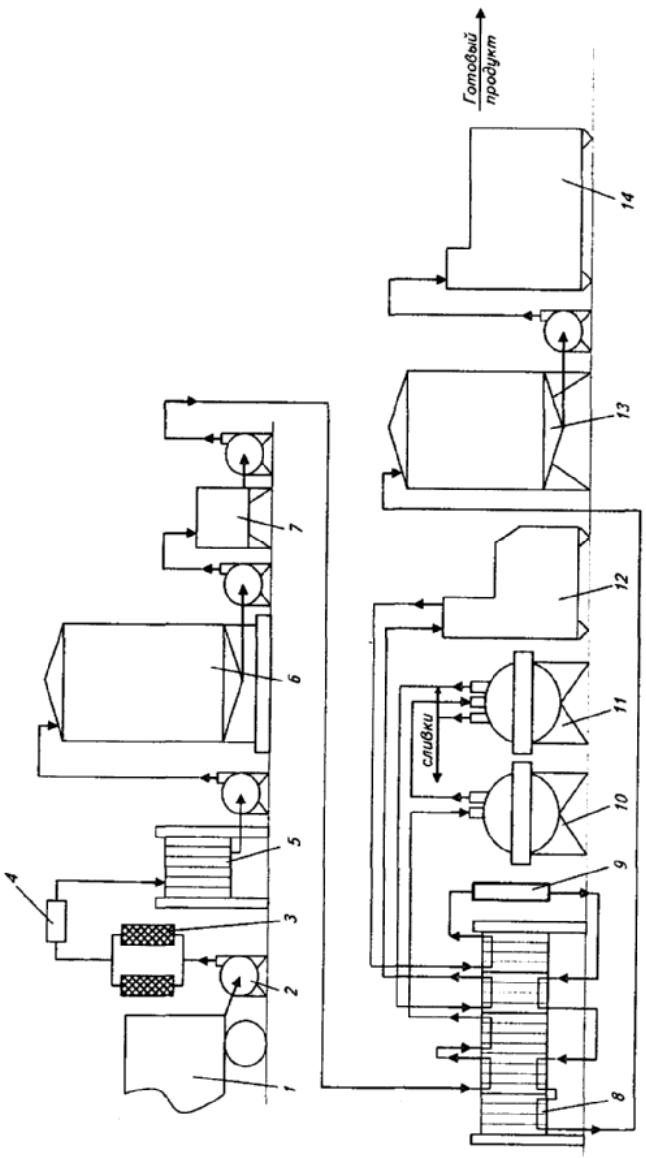


Рис. 2.1. Аппаратурно-технологическая схема производства питьевого пастеризованного молока:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – уравнительный бачок; 8 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 9 – выдерживатель; 10 – сепаратор-молокоочиститель; 11 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 12 – гомогенизатор; 13 – резервуар для промежуточного хранения; 14 – расфасовочный автомат

так и на мелких предприятиях. Розлив молока в бумажные, полиэтиленовые и многослойные пакеты осуществляется на автоматах, предназначенных для изготовления пакетов, наполнения их молоком и автоматической укладки пакетов в ящики. Бумажные пакеты выпускаются различной вместимости и формы. Наиболее распространены следующие: в форме тетраэдра – тетра-пак; в форме бруска – тетра-брик; в форме бруска с завинчивающейся пробкой – тетра-рекс; в форме бруска с плоским квадратным основанием и гребешком сверху – пюр-пак; в форме бруска с закругленными краями и завинчивающейся крышкой в верхней части – элопак, в виде кувшина. Внедряется новая упаковка в виде бутылок разной емкости и формы (ПЭТ-бутылка), четырехшовных плоских пакетов, пакетов с донышком типа дой-пак и в том числе с аппликатором пробки.

Упаковки типа тетра-пак, тетра-брик образуются из рулона бумажной ленты, которая может иметь различную конструкцию и вместимость от 0,1 до 1,0 л. Упаковка пюр-пак выполняется из готовых штампованных бумажных заготовок, сваренных по продольному шву. При розливе сначала запечатывается дно пакета, затем пакет заливается молоком и на заключительной стадии сваривается верхняя торцевая сторона пакета. Для сварки швов используют газовые горелки.

Допускается пастеризованное молоко производить из смеси натурального и восстановленного или полностью из восстановленного молока. Сырьем для *восстановленного* молока является сухое обезжиренное и цельное молоко, а также сливки. Сухие молочные консервы оценивают по количеству и качеству, растворяют в водопроводной воде при температуре 45–50 °С, охлаждают до (6±2) °С и выдерживают 3–4 ч для наиболее полного растворения, набухания белков молока, устранения водянистого вкуса и достижения требуемой плотности. Для растворения сухих молочных консервов могут использоваться специальные установки (рис. 2.2) протирочного и мешалочного типа производительностью, соответственно, 10 и 15 т/ч. На установке протирочного типа растворение сухого продукта осуществляется путем его подачи вместе с водой на сито, через которое смесь протирается лопастями с резиновыми вкладышами. В установке мешалочного типа сухой порошок подается в рабочий цилиндр через воронку, в которой имеется сито для отделения больших комочков молока. Вода поступает в цилиндр через патрубок, расположенный под воронкой. Вращением вала с лопастями внутри цилиндра производится перемешивание смеси сухого продукта и воды. Восстановленное молоко из установок для растворения отводится центробежным насосом. Для удаления из молока механических примесей и нерастворившегося осадка используют сепараторы-молокоочистители. Остальные операции технологического процесса производства пастеризованного молока из восстановленного молока аналогичны пастеризованному молоку из натурального сырья.

Для получения восстановленного молока стандартного состава рассчитывают количество сухого цельного молока и воды для его растворения. Массу сухого цельного молока определяют по формуле:

$$C = 100 \cdot H \cdot Ж_м / P \cdot Ж_{см},$$

где C – масса сухого цельного молока, кг на 1 т восстановленного молока; H – норма расхода сырья на 1 т восстановленного молока с учетом его фактической растворимости, кг; $Ж_м$ – массовая доля жира в восстановленном молоке, %; P – фактическая растворимость сухого молока, %, $Ж_{см}$ – массовая доля жира в сухом молоке, %.

Массу воды, необходимую для растворения сухого молока, определяют по формуле:

$$B = H - (C \cdot P)/100,$$

где B – количество воды, необходимое для растворения сухого молока, кг на 1 т восстановленного молока.

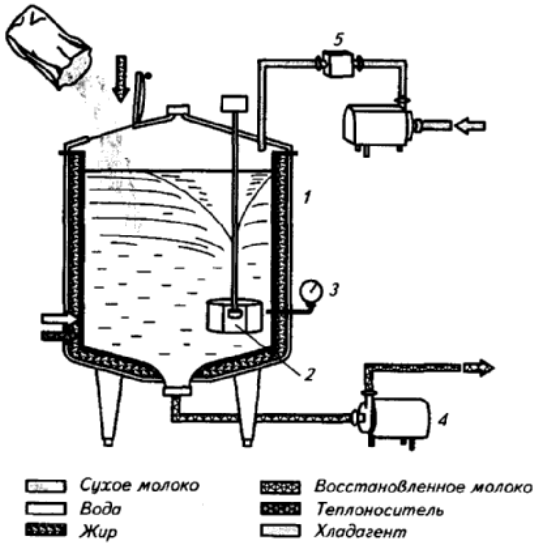


Рис. 2.2. Установка для восстановления молока периодического действия:

1 – резервуар с рубашкой и мешалкой; 2 – мешалка; 3 – термометр; 4 – насос; 5 – расходомер

Массу обезжиренного молока C_o определяют по формуле:

$$C_o = 100\, M_o / P,$$

где M_o – масса сухого обезжиренного молока по рецептуре, кг на 1 т восстановленного обезжиренного молока.

При использовании сухого цельного молока 25%-ной жирности, молоко восстанавливают до массовой доли жира 3,2%, а при 20%-ной жирности – до 2,5%. Технологическая схема производства восстановленного молока представлена на рис. 2.3.

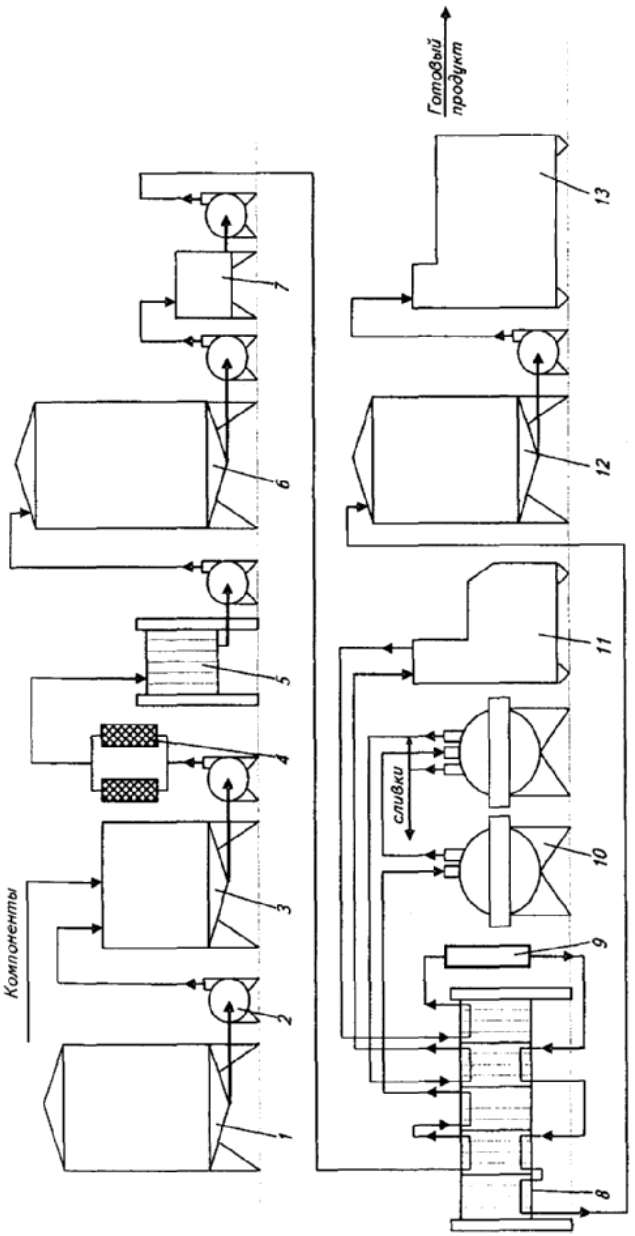


Рис. 2.3. Аппаратурно-технологическая схема производства восстановленного питьевого пастеризованного молока:

1 – резервуар для воды; 2 – насос; 3 – установка для восстановления молока; 4 – фильтр; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для выдержки молока; 7 – уравнительный бачок; 8 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 9 – выдерживатель; 10 – сепаратор-молокоочиститель; 11 – гомогенизатор; 12 – резервуар для промежуточного хранения; 13 – расфасовочный автомат

Технологический процесс производства питьевого пастеризованного молока из *рекомбинированного сырья* (рис. 2.4) состоит из следующих операций: приемка и подготовка сырья, приготовление рекомбинированного молока; очистка, гомогенизация, пастеризация и охлаждение рекомбинированного молока; розлив, упаковка и маркировка. Сухие молочные консервы восстанавливают. Масло сливочное зачищают, разрезают на куски массой 1,5–2,5 кг и плавят на маслоплавителе, установленном над смесительной ванной. В ванну подают восстановленное молоко при температуре 63–65 °С. Восстановленное молоко и масло смешивают в соотношении 3:1. Полученную молочно-жировую эмульсию перемешивают до полного растворения масла и гомогенизируют при давлении не ниже 10 МПа или эмульгируют на эмульсоре. Эмульсию готовят непосредственно перед внесением в восстановленное молоко, которое может храниться перед смешиванием не более 6 ч. К полученной эмульсии добавляют оставшуюся массу молока и для предупреждения нарастания кислотности полученное рекомбинированное молоко

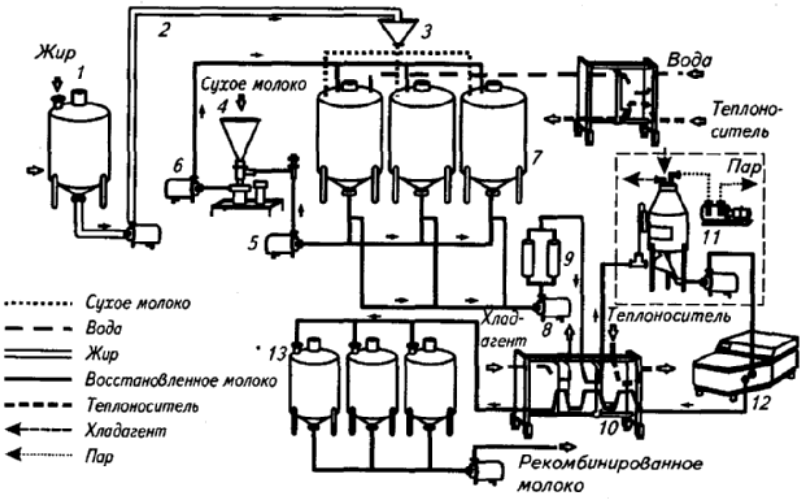


Рис. 2.4. Технологическая схема производства рекомбинированного молока в аппаратурном оформлении:

1 – резервуар для жира; 2 – трубопровод для жира; 3 – дозатор жира; 4 – воронка с высокоскоростным смесителем; 5 – циркуляционный насос; 6 – насос для восстановленного молока; 7 – резервуары для смешивания компонентов; 8 – разгрузочный насос; 9 – фильтры; 10 – пластинчатый теплообменник; 11 – вакуумный деаэратор; 12 – гомогенизатор; 13 – резервуары для рекомбинированного пастеризованного молока

направляют на дальнейшую обработку. Его подают через фильтр на сепаратор-молокоочиститель для удаления нерастворившихся частиц. Очищенное рекомбинированное молоко гомогенизируют при давлении (12,5±2,5) МПа и температуре от 45 до 70 °С. Далее молоко подается на пастеризацию при температуре (76±2) °С с выдержкой 20 с. Пастеризованное рекомбинированное молоко охлаждают до (4±2) °С и направляют через промежуточный резервуар на розлив и упаковку.

Срок хранения питьевого пастеризованного молока в герметичной упаковке составляет 3 сут при температуре (4±2) °С.

Топленое молоко – это нормализованное молоко, подвергнутое гомогенизации, пастеризации при температуре 95–99 °С и выдержке при этой температуре от 3 до 5 ч в зависимости от массовой доли жира до получения характерного кремового оттенка и карамельного привкуса. Для предотвращения образования на поверхности молока слоя из белка и жира необходимо через каждый час нагрева включать мешалку на 2–3 мин. Под действием высокой температуры происходят физико-химические изменения в молоке, связанные с взаимодействием белка и лактозы, что сопровождается изменением цвета, вкуса и запаха топленого молока.

Производство топленого молока аналогично пастеризованному, за исключением параметров и режимов некоторых операций. Для получения топленого молока стандартного состава нормализованную смесь готовят с учетом концентрирования жира в процессе топления. Массовую долю жира в нормализованной смеси для производства топленого молока определяют с учетом испаренной влаги по формуле:

$$Ж_{нм} = Ж_{тм}(100 - В)/100,$$

где $Ж_{нм}$ – массовая доля жира в нормализованной смеси, %; $Ж_{тм}$ – массовая доля жира в готовом топленом молоке, %; В – масса испарившейся при топлении влаги, кг.

Стерилизованное молоко выпускают в широком ассортименте с различной массовой долей жира, обогащенное витаминами, минеральными веществами или витаминно-минеральными комплексами, лактулозой, с вкусовыми и ароматическими добавками.

Стерилизованное молоко получают по трем принципиальным технологическим схемам:

- одноступенчатой стерилизацией в потоке с асептической расфасовкой в пакеты;
- одноступенчатой стерилизацией в герметичной стеклянной, пластиковой или жестяной упаковке;
- двухступенчатой стерилизацией: продукт стерилизуется в потоке, а затем после расфасовки в стеклянную или пластиковую тару повторно стерилизуется в таре.

Стерилизацию в стеклянной, пластиковой или жестяной таре проводят в автоклавах или стерилизаторах.

В зависимости от особенностей производства и розлива продукта различают периодическую и непрерывную стерилизацию. Способы и параметры стерилизации, розлива и упаковывания продуктов зависят от применяемого оборудования.

Технологический процесс производства стерилизованного молока одноступенчатой стерилизацией с асептической расфасовкой в пакеты включает следующие основные операции: приемка и оценка качества сырья; очистка; нормализация; тепловая обработка (пастеризация или подогрев); внесение солей стабилизаторов; стерилизация; охлаждение (вакуумирование); гомогенизация; асептическое резервирование; асептический розлив, упаковывание, маркирование; хранение и реализация.

Для производства стерилизованного молока используется цельное, обезжиренное молоко и сливки. В соответствии с ГОСТ 52054-2003, цельное молоко должно отвечать требованиям высшего и первого сортов: кислотность должна находиться в интервале 16–18 °Т; степень чистоты по эталону – не ниже 1-й группы; количество соматических клеток в 1 мл – не выше 500 тыс.; КМАФАнМ в 1 мл не должно превышать 300 тыс. КОЕ. К использованию допускается обезжиренное молоко кислотностью не более 19 °Т, и сливки с массовой долей жира не более 30% и кислотностью плазмы не выше 22 °Т.

В производстве стерилизованного молока предусмотрена высокотемпературная обработка (выше 100 °С), поэтому к сырью предъявляются дополнительные требования – оценка группы термоустойчивости молока. Молочное сырье должно выдерживать алкогольную пробу с 75%-ным этиловым спиртом, т. е. быть не хуже II группы термоустойчивости.

Термоустойчивость – способность молока под воздействием высоких температур не терять агрегативной устойчивости, т. е. не коагулировать. Термоустойчивость зависит от солевого равновесия в молоке и стойкости казеина и сывороточных белков к воздействию высоких температур. Оценку термоустойчивости в производстве стерилизованного молока проводят дважды: при приемке молока и после его нормализации перед технологической операцией – стерилизацией.

В молочной промышленности для определения термоустойчивости молочного сырья используют алкогольную, кальциевую, фосфатную и тепловую пробы.

Алкогольную пробу проводят смешиванием в лабораторной посуде, например чашках Петри, равных объемов молочного сырья и водного раствора этилового спирта с массовой долей этанола: 68; 70; 72; 75 и 80%. По результатам алкогольной пробы молочное сырье подразделяют на группы по термоустойчивости (табл. 2.2).

2.2. Термоустойчивость молока по алкогольной пробе

Группа молока по термоустойчивости	Массовая доля этанола в водном растворе, %
I	80
II	75
III	72
VI	70
V	68

Чем большую концентрацию спирта выдерживает молочное сырье не свертываясь, тем оно более термоустойчивое.

Для проведения кальциевой и фосфатной пробы к 10 мл молочного сырья добавляют, соответственно, 1%-ный раствор хлористого кальция (до 0,5 мл) или дигидрофосфат калия (до 1 мл) и помещают пробу на водяную баню в течение 5 мин. Если не произошла видимая коагуляция, молоко считается термоустойчивым. В противном случае – нетермоустойчивым.

Тепловую пробу проводят кипячением молока с последующей его визуальной оценкой или с помощью приборов «Термол-1» и КСМК «Луч», разработанных во ВНИМИ.

Принцип действия «Термола-1» основан на ступенчатом нагреве пробы и гидромеханической оценке коагуляции молочных белков. Диапазон температурного воздействия составляет от 80 до 140 °С с шагом 10 °С и продолжительностью выдержки при заданной температуре от 0,5 до 2,0 мин. Порядок проведения анализа: пробу молока помещают в ячейку и включают прибор. Общее время продолжительности контроля одной пробы составляет 23 мин. После чего прибор выдает результаты измерения в цифровой и звуковой форме. Оценка термоустойчивости молочного сырья по тепловой пробе на приборе «Термол-1» представлена в табл. 2.3.

Термоустойчивость молочного сырья с помощью прибора КСМК «Луч» контролируют по массовой доле ионизированного кальция в пробе. В термоустойчивом молоке концентрация ионизированного кальция при температуре 140 °С должна составлять от 3,2 до 7,0 мг/100 мл.

2.3. Оценка термоустойчивости молочного сырья по тепловой пробе на приборе «Термол-1»

Группа молока по термоустойчивости	Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин
I	140 и выше	2,0
II	120–130	2,0
III	100–120	1,0
VI	80–90	1,0
V	Ниже 80	0,5

Для повышения термоустойчивости проводят регулирование солевого равновесия путем внесения солей-стабилизаторов: цитратов или фосфатов калия и натрия. Научные исследования и производственный опыт показали эффективность использования комплекса солей, так называемые букеты солей-стабилизаторов. Количество и вид солей-стабилизаторов определяют для каждой партии молока. Для этого в три колбы вместимостью по 250 мл наливают по 100 мл молока и добавляют водный раствор соли стабилизатора 10%-ной концентрации в количестве: в первую колбу – 0,1 мл; во вторую – 0,2 мл; в третью – 0,3 мл. Смесь в колбах тщательно перемешивают и определяют в них термоустойчивость по алкогольной пробе. Проба, выдержавшая добавление 75%-ного этилового спирта, с минимальной концентрацией солей-стабилизаторов, используется для данной партии молока. Массу соли-стабилизатора M_c, которую необходимо внести в партию исследуемого молока, рассчитывают по формуле:

$$M_c = KM/100,$$

где К – массовая доля соли-стабилизатора в отобранной пробе, % (0,01–0,03%); М – масса молока, направляемого на стерилизацию, кг.

Рассчитанная масса соли (M_c) растворяется в кипяченой воде в соотношении 1:1, фильтруется и вносится в молоко, которое перемешивается в течение 15 мин. Рассчитанное количество соли можно вносить как в сырое нормализованное молоко, так и непосредственно перед стерилизацией, но не позднее чем за 30 мин до стерилизации.

Технологическая схема в аппаратурном оформлении производства стерилизованного молока одноступенчатым косвенным способом с применением стерилизационной установки Steriterm фирмы Tetra-Pak (Швеция) представлена на рис. 2.5. Нормализованное по массовой доле жира молоко подается в пластинчатый теплообменник где нагревается до температуры около 75 °С и подается в гомогенизатор, где гомогенизируется при давлении 18–25 МПа в зависимости от жирности молока. Конструктивные особенности стерилизационных установок косвенного нагрева позволяют осуществлять гомогенизацию перед стерилизацией, что дает возможность использовать неасептические гомогенизаторы. При этом для молока повышенной жирности и сливок целесообразно гомогенизацию проводить после стерилизации. Гомогенизированное молоко поступает в пластинчатый стерилизатор, где нагревается до температуры 137 °С, и подается в трубчатый выдерживатель, где выдерживается при этой температуре 4 с. Стерилизованное молоко подается на охлаждение в секцию регенерации пластинчатого теплообменника, где охлаждается до 20 °С и далее направляется на линию асептической упаковки или в асептический резервуар для промежуточного резервирования. Асептические условия в линии и резервуаре поддерживаются с помощью стерильного воздуха и давления (0,09±0,04) МПа.

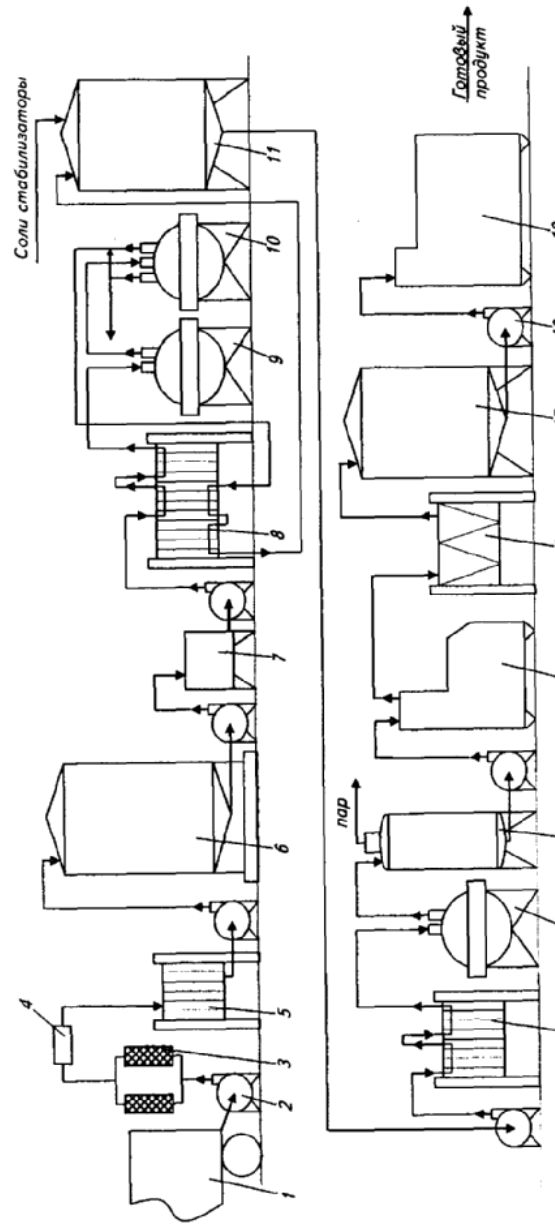


Рис. 2.5. Аппаратурно-технологическая схема производства стерилизованного молока одноступенчатой стерилизации (косвенный нагрев):

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – уравнительный бачок; 8 – пластинчатая нагревательно-охладительная установка; 9 – сепаратор-молокоочиститель; 10 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 11 – резервуар для промежуточного хранения; 12 – пластинчатый нагреватель; 13 – сепаратор для удаления дестабилизированного белка; 14 – дезодоратор; 15 – гомогенизатор; 16 – пластинчатая стерилизационно-охладительная установка; 17 – асептический резервуар для промежуточного хранения; 18 – асептический насос; 19 – асептический расфасовочный автомат

Особенности технологического процесса производства стерилизованного молока одноступенчатым способом пароконтактным нагревом представлены на рис. 2.6. Нормализованное по массовой доле жира молоко подается в теплообменник, где нагревается до температуры около 80 °С и насосом высокого давления перекачивается в паровой инжектор, где молоко смешивается со специально обработанным горячим паром и мгновенно нагревается до 140 °С. При этой температуре молочно-паровая смесь подается в выдерживатель, выдерживается 4 с и затем поступает в вакуум-камеру, где за счет постоянного поддерживаемого вакуума моментально охлаждается до температуры 80 °С и из него конденсируется введенный для нагрева молока пар. Далее стерилизованное молоко поступает в асептический двухступенчатый гомогенизатор, а затем в пластинчатый теплообменник, где охлаждается до 20 °С. После этого стерилизованное молоко направляется на линию асептической упаковки или в асептический резервуар для промежуточного резервирования.

Технологический процесс производства стерилизованного молока одноступенчатой стерилизацией в герметичной стеклянной или жестяной упаковке включает следующие основные операции: приемка и оценка качества сырья; очистка; нормализация; тепловая обработка (пастеризация или подогрев); внесение солей стабилизаторов; гомогенизация; охлаждение; розлив и герметичная укупорка; стерилизация; охлаждение; хранение и реализация.

Нормализованное по массовой доле жира молоко нагревается до температуры 80 °С, гомогенизируется и охлаждается до 60 °С, разливается в стеклянные бутылки, укупоривается и направляется на стерилизацию. Стерилизация может осуществляться партиями в автоклавах (периодический способ) или непрерывным способом в вертикальных и горизонтальных стерилизаторах. Стерилизация в автоклавах осуществляется паром под давлением, режимы стерилизации: 110–120 °С в течение 15–40 мин. В стерилизаторах режимы стерилизации следующие: в вертикальных – 115–120 °С в течение 20–30 мин; в горизонтальных – 132–140 °С в течение 10–12 мин.

Технологический процесс производства стерилизованного молока двухступенчатой стерилизацией включает следующие основные операции: приемка и оценка качества сырья; очистка; нормализация; тепловая обработка (пастеризация или подогрев); внесение солей стабилизаторов; гомогенизация; стерилизация; охлаждение; промежуточное резервирование; подогрев; розлив и герметичная укупорка; стерилизация; охлаждение; доохлаждение; хранение и реализация.

Операции от приемки молока до стерилизации осуществляются аналогично описанным выше схемам. Предварительная стерилизация молока может осуществляться на установках прямого или косвенного нагрева при температуре около 135 °С в течение 4 с, затем оно охлаждается

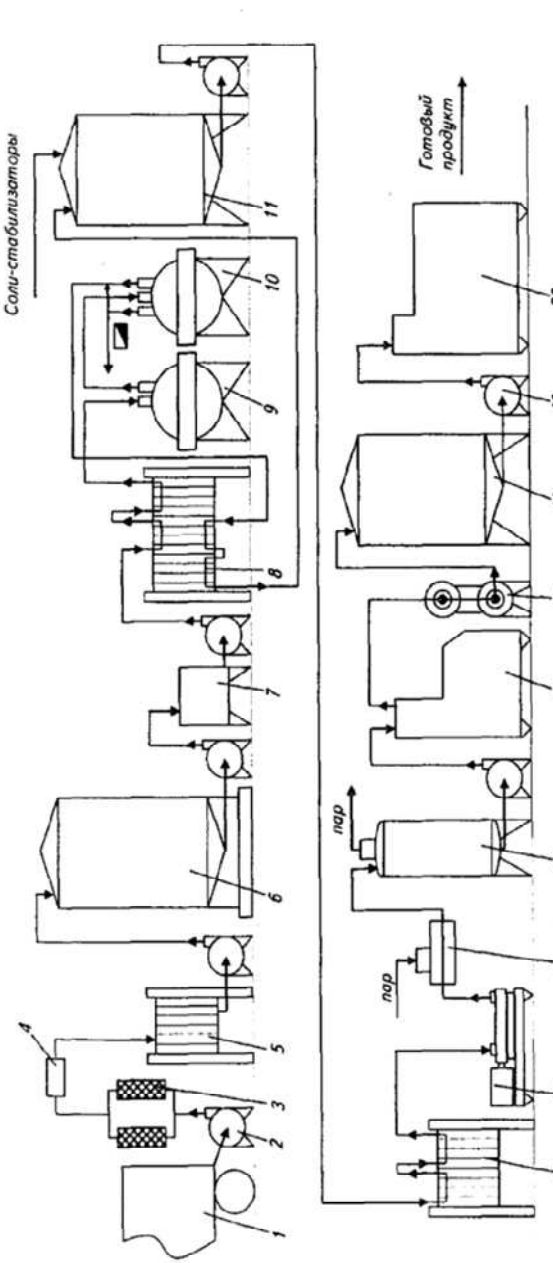


Рис. 2.6. Аппаратурно-технологическая схема производства стерилизованного молока одноступенчатой стерилизации (прямой нагрев):

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – уравнительный бачок; 8 – пластинчатая нагревательно-охладительная установка; 9 – сепаратор-молокоочиститель; 10 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 11 – резервуар для промежуточного хранения; 12 – пластинчатый нагреватель; 13 – насос высокого давления; 14 – инжектор; 15 – дезодоратор; 16 – гомогенизатор (асептик); 17 – трубчатый охладитель (асептик); 18 – асептический резервуар для промежуточного хранения; 19 – асептический насос; 20 – асептический расфасовочный автомат

в зависимости от материала бутылки: до температуры 70 °С – для стеклянных и до 30 °С – для пластиковых бутылок и направляется на фасовку или в промежуточный резервуар. Расфасованное и укупоренное в бутылки молоко направляют в стерилизатор, где оно сначала подогревается до температуры 75–90 °С, а затем стерилизуется в вертикальных стерилизаторах при 115–120 °С в течение 20–30 мин, а в горизонтальных – при 132–140 °С в течение 10–12 мин. Затем бутылки поступают в секцию охлаждения, где водой охлаждаются до температуры 50–55 °С, а далее проводится доохлаждение до 20 °С в камерах хранения.

Каждую партию стерилизованного молока перед реализацией проверяют на соответствие требованиям промышленной стерильности. Бутылки и пакеты со стерилизованным молоком выдерживают при температуре 37 °С в течение 3 сут., а сливки – при температуре 55 °С в течение 5 сут. После этого проводят визуальный осмотр упаковки. При вздутии пакета, пластиковой бутылки или наличия газообразования в стеклянной бутылке и нарушения ее герметичности продукт считают не отвечающим требованиям промышленной стерильности. Если после термостатирования упаковка не имеет внешних признаков порчи, ее вскрывают и проводят органолептическую оценку стерилизованного продукта. Стерилизованный продукт отвечает требованиям промышленной стерильности, если не отмечены изменения вкуса и консистенции.

Сливки

Сливки – концентрат жировой фракции молока, получаемый сепарированием натурального молока, – обладают высокой пищевой и биологической ценностью, используются для нормализации молочных продуктов по жиру и для непосредственного потребления.

Молочная промышленность вырабатывает для непосредственного потребления сливки пастеризованные, стерилизованные, взбитые, а также сливочные напитки натуральные и с наполнителями. По массовой доле жира, в соответствии с ГОСТ Р 51917, сливки и сливочные продукты выпускают следующих видов: нежирные (от 10 до 14%); маложирные (от 15 до 19%); классические (от 20 до 34%); жирные (от 35 до 48%) и высокожирные (от 50 до 58%).

Пастеризованные сливки – это сливки, подвергнутые термической обработке при определенных температурных режимах. Температура пастеризации сливок зависит от массовой доли жира в них и составляет для нежирных и маложирных сливок 78–80 °С, выдержка до 30 с, для классических и жирных сливок – 85–87 °С, выдержка до 30 с. Технологический процесс производства питьевых пастеризованных сливок аналогичен производству пастеризованного молока и может быть осуществлен по той же схеме. В производстве сливок для непосредственного употребления гомогенизация является обязательной операцией, а режимы гомогенизации для нежирных и маложирных сливок – 10–15 МПа при 60–80 °С, для

классических и жирных сливок – 5–7,5 МПа при 60–87 °С. Расфасовывают и упаковывают сливки в стеклянные и пластиковые бутылки, баночки, в пакеты, а также во фляги, цистерны и другую разрешенную упаковку. Пастеризованные сливки должны иметь чистый запах и слегка сладковатый вкус, однородную консистенцию и белый с кремовым оттенком цвет. Кислотность сливок зависит от массовой доли жира в них. Кислотность плазмы (обезжиренной части) сливок определяют по формуле:

$$К_п = 100\ К_с/(100 - Ж_с),$$

где $К_п$ – кислотность плазмы сливок, °Т; $К_с$ – титруемая кислотность сливок, °Т; $Ж_с$ – массовая доля жира в сливках, %.

Стерилизованные сливки. Выпускают нежирные, маложирные и классические стерилизованные сливки. Для этого отобранные по термоустойчивости сливки нормализуют по жиру, гомогенизируют и подвергают одноступенчатой стерилизации с последующим охлаждением их и фасованием в асептических условиях. При получении стерилизованных сливок используют автоматизированные линии для производства стерилизованного молока.

Взбитые сливки – это пастеризованные подвергнутые взбиванию сливки с добавлением сахара, вкусовых и ароматических наполнителей и стабилизатора консистенции.

В зависимости от вида вырабатываемых взбитых сливок согласно рецептуре готовят смесь, пастеризуют ее при температуре 85–87 °С с выдержкой 5 мин, гомогенизируют при давлении 7,5–8,5 МПа и температуре пастеризации и охлаждают до 3–5 °С. При этой температуре смесь выдерживают от нескольких минут до нескольких часов в зависимости от вида используемого стабилизатора. Смесь взбивают на специальном оборудовании. В готовом продукте взбитость должна быть не менее 80%.

Контрольные вопросы

1. Какие способы производства стерилизованного молока и сливок используют в молочной промышленности?
2. Составьте технологическую схему производства стерилизованного молока одноступенчатым способом в потоке с асептической расфасовкой в пакеты.
3. В чем суть прямого и косвенного нагрева при стерилизации и как способ стерилизации влияет на организацию технологического процесса?
4. Составьте технологическую схему производства стерилизованного молока одноступенчатой стерилизацией в герметичной стеклянной, пластиковой или жестяной упаковке.
5. В чем состоит особенность стерилизации в автоклавах и стерилизаторах?

6. Составьте технологическую схему производства стерилизованного молока двухступенчатой стерилизацией?

Пороки питьевого молока и сливок

Пороки питьевого молока и сливок условно могут быть разделены на пороки вкуса и запаха, пороки микробиологического и технологического происхождения.

Пороки вкуса и запаха

Кормовой привкус сырого молока питьевому молоку или сливкам придают вещества, обладающие выраженными вкусовыми и ароматическими свойствами, например, силос. В целях предупреждения этого порока запрещается хранить молочное сырье в помещении, где содержится скот и хранится корм.

Рыбный привкус придает вещество бетаин, входящее в состав свеклы. При пищеварении бетаин превращается в триметиламин, который придает молоку и сливкам рыбный привкус. Для предупреждения этого порока рекомендуется свеклу скармливать вместе с грубым кормом или подвергать ее силосованию, при котором происходит расщепление бетаина.

Окисленный вкус возникает в результате окисления триглицеридов и фосфолипидов молока под действием кислорода при участии металлов и солнечного света. Для предупреждения этого порока необходимо принять ряд мер: устранить прямое влияние коротковолнового светового излучения; исключить попадание в молоко металлов, особенно меди и железа, являющихся катализаторами окислительной реакции; использовать антиокислители.

Привкусы «горький» и «нечистый и затхлый» образуются в результате микробиологического распада белков молока. Для предупреждения этого порока необходимо соблюдать санитарно-гигиенические нормы и правила, которые обеспечивают защиту молочного сырья от воздействия бактерий, дрожжей и плесневых грибов.

Прогорклость вызывают продукты гидролиза масляной, капроновой и каприновой жирных кислот, возникающего под действием нативных и бактериальных липаз. Для исключения гидролиза жирных кислот молочного жира необходимо соблюдать условия получения доброкачественного сырья и технологические режимы его обработки, а также максимально снизить механическое воздействие, которое индуцирует гидролитическую прогорклость.

Пороки микробиологического происхождения

Коагуляция белка и кислый вкус. Порок возникает при кислотности питьевого молока и сливок выше 30 °Т. Кислый вкус и коагуляция возникают в результате повторного обсеменения готового продукта при разгерметизации отдельных участков асептической части стерилизационных установок и упаковочного оборудования, некачественной мойки

и стерилизации или дезинфекции оборудования, нарушения герметичности упаковки. Для предупреждения этого порока необходимо соблюдать технологические и санитарные режимы производства стерилизованного молока и сливок.

Горький привкус при кислотности продукта ниже 30 °Т. Возникает из-за пептонизации белка под действием ферментов микробного происхождения. Предупреждением порока является обеспечение эффективной стерилизации молочного сырья и упаковочного материала.

Газообразование «бомбаж» возникает в результате попадания газообразующей микрофлоры в продукт в результате повреждения упаковки или нарушения ее герметичности. Для предупреждения этого порока необходимо соблюдать асептические условия фасовки и хранения продукта.

Желирование возникает в результате воздействия протеаз, продуцируемых психрофильными микроорганизмами. Для предупреждения этого порока не рекомендуется длительное промежуточное резервирование сырья, в результате которого развиваются психрофильные микроорганизмы – источники термостойких протеаз.

Пороки технологического происхождения

Отстой жира при хранении возникает при неэффективной гомогенизации. Для обеспечения эффективности гомогенизации необходимо выбирать режимы в соответствии с жирностью продукта.

Мелкие хлопья белка или осадок на дне упаковки появляются в результате использования нетермостойкого сырья. Поэтому необходимо сырье проверять на термоустойчивость и при необходимости регулировать ее внесением солей-стабилизаторов.

Водянистый привкус возникает при попадании в молоко воды. Следует наблюдать за работой оборудования и исключать причины попадания воды: неполное вытеснение воды из трубопровода при косвенной стерилизации и нарушение режимов вакуумной обработки при пароконтактном способе стерилизации.

Дымный привкус у продукта возникает в результате его контакта с поверхностями, нагретыми до 200–250 °С. Для предупреждения порока необходимо следить за работой регуляторов давления в асептическом резервуаре и работой установок асептического розлива.

Пригорелый привкус возникает в результате пригара. Для предупреждения пригара молочного сырья необходимо соблюдать все параметры технологического процесса.

Металлический привкус возникает при использовании плохо луженой тары.

Салистый привкус возникает в результате окисления молочного жира под действием солнечного света. Поэтому молоко и сливки должны быть защищены от него.

2.2. Технология заквасок и бактериальных препаратов

В основе производства сыра, кисломолочных продуктов, продуктов лечебно-профилактического назначения и др. используются биохимические процессы, протекающие при участии микроорганизмов: кефирных грибков, молочнокислых, пропионовокислых, уксуснокислых микроорганизмов, дрожжей, бифидобактерий и/или их сочетаний.

Чистые культуры микроорганизмов получают выделением или селекцией в специальных микробиологических лабораториях или научных центрах. По способу происхождения их принято делить на природные и генетически модифицированные виды. В РФ не разрешается использовать в производстве продуктов питания генетически модифицированные закваски. Для создания заквасок используют разрешенные в установленном законодательством РФ порядке микроорганизмы, обладающие высокими производственно ценными свойствами.

Молочнокислые бактерии выделяют из молока, кисломолочных продуктов и растений, содержащих в своем составе данные микроорганизмы.

Селекция молочнокислых бактерий состоит из ряда последовательно выполняемых этапов:

- отбор образцов, содержащих молочнокислые бактерии, и их обогащение молочнокислой микрофлорой;
- высев обогащенной культуры на плотную питательную среду и термостатирование посевов;
- выделение колоний в стерильное обезжиренное молоко и исследование выделяемых образцов по ряду признаков, позволяющих установить их принадлежность к тому или иному виду молочнокислых бактерий;
- определение их производственной ценности.

Образцы, полученные из различных источников, обогащают молочнокислыми бактериями путем 2–3-кратного пассерования в стерильном обезжиренном молоке. При обогащении образца температуру термостатирования устанавливают в соответствии с оптимальной температурой культивирования данной культуры. Обогащенные образцы высевают из соответствующего разведения с таким расчетом, чтобы в одной чашке вырастало не более 20–30 изолированных колоний. Затем проводят микроскопические исследования. Просматривая под микроскопом, выделяют изолированные колонии, типичные для молочнокислых бактерий: *Lbm. acidophilum*, *Lbm. bulgaricum*, *Lac. lactis*. subsp. *cremoris*, *Str. thermophilus*. Из каждой чашки Петри выделяют около 5 колоний. Изолированные колонии переносят в стерильное обезжиренное молоко и термостатируют до образования сгустка. Выделенные штаммы характеризуют по микроскопической картине, активности свертывания и органолептическим показателям. Штаммы, имеющие неравномерные по размеру клетки, involюционные формы клеток, загрязненные посторонней микрофлорой, отбраковывают. Отобранные штаммы переливают в стерильное обезжиренное молоко и термостатируют до образования сгустка при тех же режимах. Выделенные штаммы дифференцируют по гомо- и гетероферментативному образованию газа на среде с глюкозой.

При селекционной работе отбирают штаммы, обладающие типичными производственными свойствами: сильной и средней кислотообразующей способностью, образующие плотный, ровный сгусток, колющейся или вязкой консистенции, чистого кисломолочного вкуса, а также по антагонистической активности к патогенной и условно-патогенной микрофлоре и по фагоустойчивости.

Бифидобактерии, используемые в производстве молочных продуктов, подбирают в первую очередь по их лечебно-профилактическим свойствам, так как они при оптимальных условиях культивирования дают кислотность около 40 °Т и дряблый молочный сгусток за 2–4 сут. Как правило, их используют для обогащения молочных продуктов и придания им пробиотических свойств и очень редко проводят совместное культивирование бифидобактерий с другими микроорганизмами, применяемыми в молочной промышленности. При отборе бифидобактерий для использования в составе заквасок оценивают их культуральные свойства: продолжительность свертывания молока; прирост титруемой кислотности; число жизнеспособных клеток в закваске; антагонистическую активность; устойчивость к фенолу и кислотности среды (pH); органолептические показатели.

При селекционной работе и создании новых симбиотических заквасок учитывают следующие требования:

- безопасность штаммов, предназначенных для введения в состав пробиотиков и биодобавок;
- наличие антагонистических свойств к конкурентной, в том числе патогенной и условно-патогенной микрофлоре;
- устойчивость к антибиотикам, наиболее интенсивно используемым в антибиотикотерапии;
- способность пробиотических микроорганизмов активно усваивать широкий спектр нутриентов, которые присутствуют в пищеварительном тракте в результате биохимических процессов переваривания пищи в организме человека;
- наличие адгезивной активности по отношению к клеткам эпителия пищеварительного тракта человека;
- высокая скорость роста заквасочных культур, позволяющая им быстрее освоить питательный субстрат и, следовательно, увеличить продуктивность клеток пробиотических штаммов в готовом продукте;

- кислотобразующая способность;
- возможность культивирования в симбиозах и консорциумах;
- возможность суммирования биологических свойств штаммов микроорганизмов с взаимоусиливающим эффектом – синергизмом заквасок.

Закваска – специально подобранные непатогенные, нетоксигенные микроорганизмы и/или комплексы микроорганизмов, используемые для изготовления продуктов переработки молока.

Порядок приготовления и использования заквасок в производственных условиях показан на рис 2.7.

Ассортимент заквасок, применяемых в молочной промышленности, весьма многообразен: отечественного производства, которые выпускают биофабрики (Барнаульская, Угличская), специализированные лаборатории (Центральная микробиологическая лаборатория и цех заквасок ВНИМИ; научно-исследовательские центры компаний «Вимм-Биль-Данн», «Данон» и др.), а также зарубежного. Наиболее широко импортируют в РФ закваски трансевропейская компания «Даниско», датская фирма «Хр. Хансен», болгарская «Еко ком», ряд итальянских фирм и компаний. Тестирует и депонирует штаммы ГосНИИ генетики и селекции промышленных микроорганизмов, а сертифицирует и контролирует Институт питания РАМН.

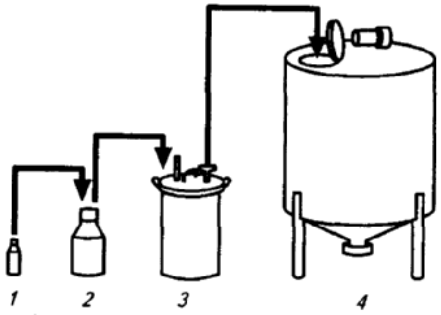


Рис. 2.7. Порядок приготовления производственной закваски:

1 – сухие или жидкие чистые культуры (коммерческая закваска); 2 – лабораторная (материнская) закваска; 3 – первичная производственная закваска; 4 – вторичная производственная закваска

Закваски, в зависимости от их физического состояния и способа производства, выпускают следующих видов: жидкие (на маркировке проставлена буква Ж); сухие (на маркировке – буква С); замороженные (на маркировке – буква З); на плотных питательных средах (на маркировке – буквы ПС). По числу жизнеспособных клеток в заквасках их делят на бактериальные закваски и бактериальные концентраты. В бактериальных заквасках число жизнеспособных клеток составляет 10 млрд. в 1 г, а в бакконцентратах – сотни миллиардов.

Жидкие закваски и бакконцентраты представляют собой чистые культуры, находящиеся в активном состоянии и выращенные на стерильном молоке со сроком годности 14 сут. при температуре от 3 до 6 °С.

Сухие закваски и бакконцентраты вырабатывают из жидких форм сублимационной или лиофильной сушкой. Такой способ производства позволяет существенно повысить содержание микробных клеток, сохранить их активность и повысить срок хранения от 3 мес. до нескольких лет. Сухие закваски и концентраты, в отличие от жидких, более транспортабельны и хранимоспособны.

Разработаны и получили широкое распространение за последние 25 лет закваски прямого внесения (прямое сквашивание нормализованного сырья) без специальной подготовки в производственных условиях. В основном это закваски импортного происхождения, и маркируют их латинскими буквами DVS.

Закваски по составу микроорганизмов, входящих в них, разделяют на моновидовые и поливидовые. Моновидовые закваски включают микроорганизмы одного вида, и для их обозначения используют букву М. Поливидовые закваски включают два или более видов микроорганизмов, и для их обозначения используют букву П.

В состав заквасок входят три основные группы микроорганизмов – лактококки, лактобактерии, в том числе ацидофильные, и дрожжи.

Лактококки представляют собой клетки овальной формы. При размножении в молоке они располагаются в виде коротких цепочек. В молочной промышленности используются мезофильные и термофильные лактококки, оптимальная температура культивирования которых составляет, соответственно, 30–35 °С и 40–45 °С. Предел их кислотообразования – 120–130 °Т. *Ароматобразующие лактококки* (*Lac. lactis.* subsp.: *cremoris*, *citrovorus*, *paracitrovorus*, *diacetilactis*, *acetoinicus*) наряду с молочной кислотой продуцируют летучие кислоты, углекислый газ спирты, эфиры, которые придают продукту своеобразный вкус и аромат. Оптимальная температура их культивирования составляет 25–30 °С, а предел кислотообразования – 80–120 °Т.

Болгарская палочка представляет собой относительно крупные палочки в виде отдельных образований или цепочек. Оптимум их культивирования при 42–45 °С, предел кислотообразования – 300 °Т.

Ацидофильная палочка представляет собой крупные палочки или цепочки, оптимальная температура ее культивирования составляет 40–42 °С. Различают слизистые и неслизистые расы. Слизистые расы являются относительно слабыми кислотообразователями: предел их кислотообразования – 200 °Т. При сквашивании они образуют тягучий слизистый

сгусток. Неслизистые расы – сильные кислотообразователи, предел их кислотообразования составляет 300 °Т. Они при сквашивании образуют ровный сгусток.

Молочные дрожжи представляют собой одноклеточные неподвижные крупные образования. Дрожжи в 10 раз крупнее бактерий и принадлежат к группе одноклеточных грибов. Они сбраживают лактозу при температуре 18–20 °С в присутствии кислой среды и кислорода.

Кефирные грибки – уникальное создание природы, до конца непознанное. Они представляют собой симбиоз в составе которого – лактококки и лактобактерии, укусуснокислые бактерии и дрожжи. Внешне кефирные грибки представляют собой светло-желтые белковые образования неправильной формы. Температура культивирования кефирных грибков – 18–22 °С, а предел кислотообразования – 95–110 °С. Кефирные грибки хранят в сухой и влажной форме. В первом случае у них консистенция плотная. Во втором – рыхлая. Сухие грибки неактивны, поэтому перед применением их помещают на 12–24 ч в кипяченую и охлажденную до 30 °С воду, а затем в подогретое до температуры культивирования пастеризованное молоко. За это время грибки набухают и после промывания могут быть использованы для приготовления закваски.

Характеристика кисломолочных продуктов и чистых культур молочнокислых бактерий, используемых в заквасках для их производства представлена в табл. 2.4.

2.3. Технология жидких диетических кисломолочных продуктов

Производство кисломолочных продуктов – сложный биохимический процесс, в результате которого образуется свойственный только данному кисломолочному продукту вкус и запах, консистенция и внешний вид. Кисломолочные продукты получают сквашиванием термически обработанного молока, сливок, пахты, сыворотки или их смесей.

По ГОСТ 51917 кисломолочный продукт – это молочный продукт, изготавливаемый сквашиванием молока или сливок кефирными грибками и/или чистыми культурами молочнокислых, пропионовокислых, уксуснокислых микроорганизмов и/или дрожжей и/или их смесями. Общее содержание молочнокислых микроорганизмов в готовом продукте в конце срока годности – не менее 10^7 КОЕ в 1 г продукта. Допускается после сквашивания использование пищевых добавок, фруктов, овощей и продуктов их переработки. Бифидопродукт – это продукт, содержащий бифидобактерии, количество которых в конце срока годности – не менее 10^6 КОЕ в 1 г продукта.

2.4. Характеристика кисломолочных продуктов и заквасок для их производства

Продукт	Смесь для заквашивания	Закваска	Температура сквашивания, °С	Продолжительность сквашивания, ч	Кислотность сгустка, °Т
Ацидофилин	Пастеризованное молоко	Ацидофильная палочка, молочнокислый стрептококк, кефирный грибок	30–35	6–8	75–120
Ацидофильное молоко	Пастеризованное молоко	Ацидофильная палочка	40–42	4–5	80–130
Варенец	Пастеризованное молоко при 95–98 °С с выдержкой 3–5 ч (топленое)	Молочнокислый стрептококк, болгарская палочка	40–42	3–5	80–120
Кефир	Пастеризованное молоко	Кефирный грибок	20–24	10–12	80–120
			10–14	10–12	
Кумыс	Парное кобылье или пастеризованное коровье молоко	Молочные дрожжи, болгарская и ацидофильная палочки	26–28	10	70–130
			1–4	24–72	
Простокваша	Пастеризованное молоко	Молочнокислый стрептококк, болгарская палочка	40–42	4–6	100–120
Простокваша обыкновенная	Пастеризованное молоко	Молочнокислый стрептококк	30–32	6–8	80–100
Сметана	Пастеризованные сливки	Молочнокислые стрептококки	28–34	6–16	65–110
Творог	Пастеризованное молоко	Молочнокислые стрептококки	38–42	3–4	80–140
Йогурт	Пастеризованное и нормализованное по СОМО молоко	Болгарская палочка, термофильный стрептококк	38–42	3–4	80–140

Технологический процесс получения кисломолочных продуктов включает следующие общие операции: нормализацию молочного сырья по жиру, в производстве кефира – дополнительно по белку, йогурта – по

массовой доле сухих веществ молока; тепловую обработку, гомогенизацию, заквашивание и сквашивание, охлаждение и расфасовку. В процессе сквашивания происходят изменения практически всех компонентов молока. В первую очередь подвергается молочнокислому и/или спиртовому брожению лактоза, в результате чего образуется молочная кислота, летучие органические кислоты, этиловый спирт, углекислота, эфиры и пр.

Молочнокислое брожение вызывают молочнокислые микроорганизмы при участии фермента лактазы (β-галактозидазы). В результате расщепления лактозы образуется сначала глюкоза и галактоза, а в конечном счете – молочная кислота.

$$\underset{\text{лактоза}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{\beta\text{-галактозидаза}} \underset{\text{молочная кислота}}{4C_3H_6O_3}$$

При смешанном брожении наряду с молочной кислотой из молочного сахара образуется также спирт этиловый, углекислый газ.

$$\underset{\text{лактоза}}{C_{12}H_{22}O_{11}} \xrightarrow{\beta\text{-галактозидаза}} \underset{\text{углекислый газ}}{4CO_2} + \underset{\text{этиловый спирт}}{4C_2H_5OH}$$

По способу сквашивания кисломолочные продукты условно делят на продукты гомоферментативного (молочнокислого) брожения и гетероферментативного (смешанного брожения: молочнокислого и спиртового). Примером гомоферментативного брожения является простокваша, йогурт, ряженка, сметана, а гетероферментативного – кефир, кумыс.

Брожение лактозы происходит также под влиянием ароматобразующих бактерий, которые, помимо молочной кислоты и летучих кислот, образуют ароматические вещества.

Ассортимент жидких кисломолочных продуктов разнообразен и с каждым годом увеличивается. Условно жидкие кисломолочные продукты классифицируют по способу производства, по виду брожения и используемых микроорганизмов. По органолептическим показателям их условно разделяют на питьевые и пастообразные. В соответствии с ГОСТ 51917, жидкие кисломолочные продукты могут выпускаться с термической обработкой после сквашивания и без нее, с различной массовой долей жира (табл. 2.5), а в зависимости от используемого молочного сырья – из натурального, нормализованного, восстановленного, рекомбинированного молока или их смесей.

По способу производства – жидкие кисломолочные продукты вырабатывают термостатным и резервуарным способами.

Кисломолочные продукты, созданные с использованием молочнокислых бактерий и бифидобактерий, рассматриваются в качестве основы функционального питания человека и способствуют профилактике ряда заболеваний. Положительный эффект достигается как путем введения живых клеток лактобактерий непосредственно в организм человека (так называемые пробиотики), так и путем использования этих микроорганизмов в составе заквасок. Оздоравливающее действие в значительной степени обусловлено биологически ценными свойствами специально подобранных для этих целей культур молочнокислых бактерий и бифидобактерий.

2.5. Ассортимент жидких кисломолочных продуктов

Жидкие кисломолочные продукты, жирностью, %	Обезжиренные	Нежирные	Маложирные	Классические	Нормальной	Жирные	Высокожирные
Не подвергнутые термической обработке после сквашивания	не более 0,1	от 0,3 до 1,0	от 1,2 до 2,5	от 2,7 до 4,5	–	от 4,7 до 7,0	от 7,2 до 9,5
Подвергнутые термической обработке после сквашивания	не более 0,1	от 0,3 до 1,0	от 1,2 до 2,5	–	от 2,7 до 4,5	от 4,7 до 7,0	от 7,2 до 9,5

Кисломолочные напитки

К кисломолочным напиткам относят питьевые кисломолочные продукты, которые получают сквашиванием нормализованного молочного сырья специальными закваскими термостатным или резервуарным способом с добавлением или без добавления вкусовых наполнителей. Ассортимент кисломолочных напитков с учетом различных видов молочного сырья, заквасочных культур, жирности, наполнителей, видов упаковки составляет более тысячи наименований. При этом их можно систематизировать по видовым группам.

Кефир. Наиболее распространенным кисломолочным напитком в нашей стране является кефир, который вырабатывают из пастеризованного молока. Закваска приготовляется на кефирных грибках или закваске ДВС, в состав которых входит микрофлора кефирных грибков, в количественном и качественном соотношении соответствующая кефирным грибкам, но искусственно составленная. Кефир – кисломолочный продукт гетероферментативного брожения – молочнокислого и спиртового.

Кефир может вырабатываться как термостатным, так и резервуарным способами производства. В настоящее время больше распространен резервуарный способ как экономически наиболее целесообразный (рис. 2.8). При резервуарном способе производства кефира обязательна гомогенизация молока. Сквашивание молока проводят в специальных емкостях при температуре 20–25 °С. Закваска вносится, как правило, в потоке. Продолжительность сквашивания 8–12 ч. Полученный сгусток

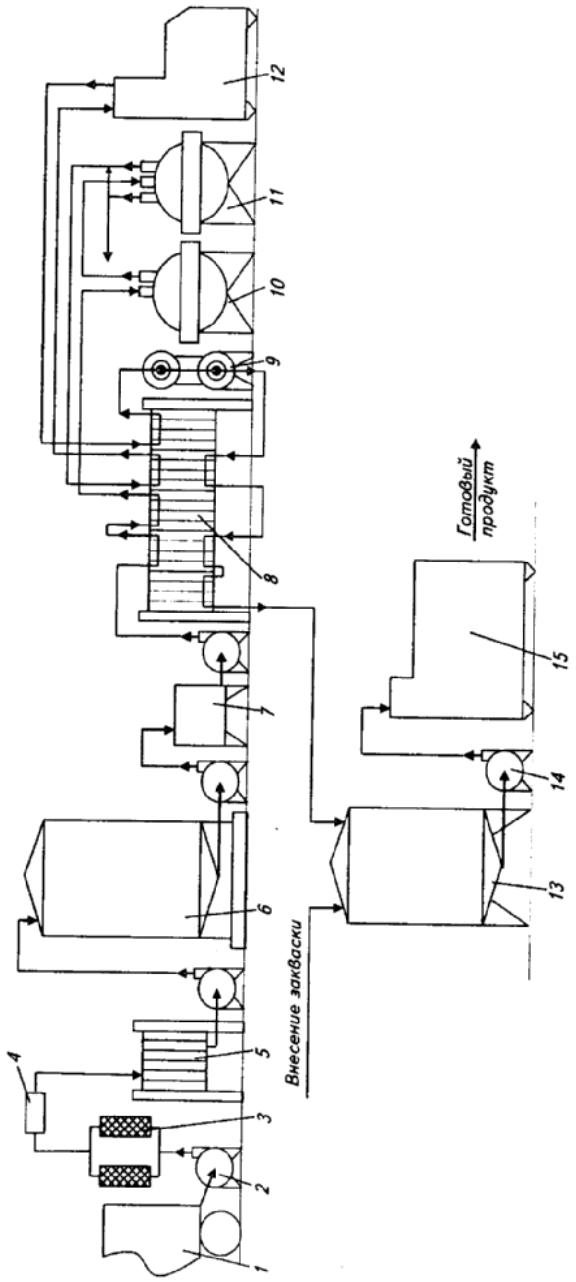


Рис. 2.8. Аппаратурно-технологическая схема производства кефира резервуарным способом:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – уравнительный бачок; 8 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 9 – выдерживатель; 10 – сепаратор-молокоочиститель; 11 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 12 – гомогенизатор; 13 – резервуар для сквашивания и созревания; 14 – насос для вязких продуктов; 15 – расфасовочный автомат

перемешивается, охлаждается и оставляется на созревание в той же емкости. При созревании происходит спиртовое брожение, вызванное жизнедеятельностью дрожжей. При этом накапливаются продукты спиртового брожения, увеличивается гидратация белков, что сопровождается уплотнением сгустка. Под влиянием ферментов, выделяемых микроорганизмами кефирной закваски, происходит частичный гидролиз белков с образованием пептонов. Продолжительность созревания 10–12 ч при температуре 14–16 °С, после чего кефир фасуется и направляется в холодильную камеру, где он охлаждается до 8 °С, после чего кефир можно направлять на реализацию. Кислотность готового продукта 85–120 °Т.

Кефир вырабатывают в широком ассортименте с добавлением витаминов, минеральных добавок или их комплексов, вкусовых и фруктово-ягодных наполнителей, а также бифидобактерий. Наполнители вносятся в охлажденный до 8–10 °С готовый кефирный сгусток. Полученный кефир перемешивается и оставляется для дополнительного созревания в течение 1–3 ч, после чего подается на фасовку. Для получения кефира с наполнителями используют только резервуарный способ производства. Кефир имеет кисломолочный освежающий, слегка острый вкус. Консистенция однородная сметанообразная, сгусток ненарушенный при термостатном способе производства и нарушенный при резервуарном. Сгусток может быть пронизан пузырьками углекислого газа, что вызывается спиртовым брожением.

Айран – национальный кавказский кисломолочный напиток, традиционный для Кабарды, Теберды и Карачая, напоминает кефир, но имеет свои особенности. Вырабатывается из цельного и обезжиренного молока – коровьего, овечьего или козьего. Закваска для продукта состоит из молочнокислых палочек, стрептококков и дрожжей. Айран, в отличие от кефира, обладает более тонкими, мягкими и нежными кисломолочным вкусом и ароматом, содержит нежные хлопья казеина. При более низкой кислотности и незначительном содержании спирта (0,1%) по сравнению с кефиром имеет более высокий процент пептонизированных белков, обладает высокими диетическими и терапевтическими свойствами.

Температура сквашивания для айрана несколько выше, чем для кефира: летом 20–25, а зимой 25–35 °С. После образования сгустка продукт помещают в холодильную камеру при 6–8 °С для суточного созревания.

Простокваши – распространенные кисломолочные напитки, которые различаются составом применяемых заквасок, видом тепловой обработки сырья и вырабатываются следующих видов: обыкновенная, мечниковская, ацидофильная, южная, ряженка, варенец и др. В производстве простокваши молочное сырье пастеризуют при температуре 85–87 °С с выдержкой 5–10 мин или при 90–95 °С с выдержкой 2–3 мин, а ряженки и варенца – при 95–99 °С в течение 1–3 ч. Для производства обыкно-

венной простокваши используют закваску на мезофильных стрептококках, температура заквашивания и сквашивания составляет 30–32 °С, продолжительность сквашивания – 4–6 ч. Мечниковская, ацидофильная, южная простокваша, варенец и ряженка сквашиваются закваской, включающей термофильный стрептококк, ацидофильную и/или болгарскую палочку, или их сочетание. Температура сквашивания составляет 40–45 °С, а продолжительность – от 2,5 до 5 ч. Окончание сквашивания определяют по образованию плотного сгустка и кислотности, которая определяется видом используемой закваски и составляет от 75 до 90 °Т. Для получения простокваш однородной густой консистенции с отделением сыворотки не более 3% рекомендуется в производстве использовать гомогенизацию. Гомогенизация молочного сырья в зависимости от массовой доли жира проводится при давлении 12,5–17,5 МПа и температуре 60–65 °С или температуре пастеризации. Технологические особенности производства простокваш представлены на примере производства мечниковской простокваши (рис. 2.9).

К разновидностям простокваш относят кисломолочные напитки, разработанные во ВНИМИ: *напитки «Юбилейный», «Снежок», «Любительский», «Коломенский»* и др. Эти напитки выпускают с добавлением сахара или подсластителей, с вкусо-ароматическими добавками (с ароматом персика, яблока, банана, тропических фруктов и т. п.), а также с фруктово-ягодными добавками, медом, джемом. Сахар, подсластители и вкусо-ароматические вещества вносят в молоко перед пастеризацией. Фруктово-ягодные добавки и мед – в готовый сквашенный продукт перед расфасовкой или во время фасовки для получения слоеного продукта с несмешанной структурой.

Напитки «Южный» и «Снежок» вырабатываются резервуарным способом. В качестве закваски используют термофильный стрептококк и болгарскую палочку. Готовый продукт имеет чистый кисломолочный вкус, кислотность его 90–120 °С. Напиток «Снежок» отличается от «Южного» добавлением сахара или подсластителей и фруктово-ягодных наполнителей.

Напиток «Молодость» – это нежирный продукт, который производят из смеси натурального и сухого обезжиренного молока путем сквашивания закваской на чистых культурах термофильного стрептококка и болгарской палочки. Продукт вырабатывают с сахаром и без него. В напитке с сахаром массовая доля сахарозы составляет 5%, сухих веществ – не менее 14%, а в напитке без сахара массовая доля сухих веществ составляет 9,5%. Кислотность готового продукта 100–130 °Т. Консистенция продукта однородная сметанообразная, вкус чистый кисломолочный, при добавлении сахара – в меру сладкий.

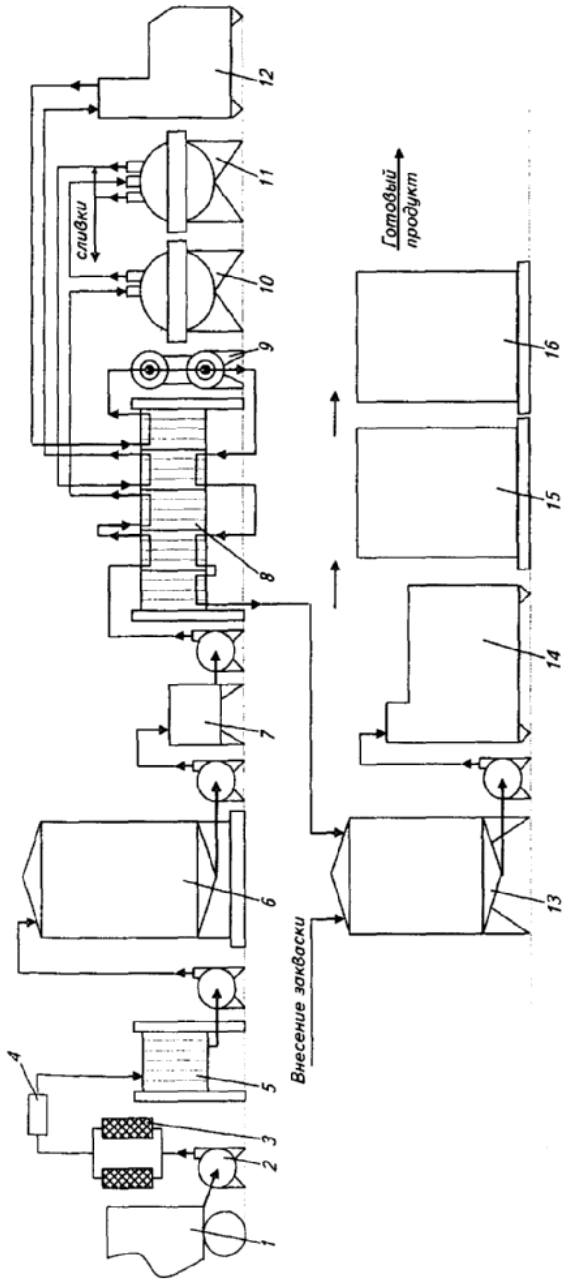


Рис. 2.9. Аппаратурно-технологическая схема производства мечниковской простокваши термостатным способом:
1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – уравнительный бачок; 8 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 9 – выдерживатель; 10 – сепаратор-молокоочиститель; 11 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 12 – гомогенизатор; 13 – резервуар для сквашивания и созревания; 14 – расфасовочный автомат; 15 – термостатная камера; 16 – холодильная камера

Напиток «Коломенский» вырабатываются резервуарным и термостатным способами из пастеризованного обезжиренного молока с добавлением сахара, плодово-ягодных сиропов, аскорбиновой кислоты путем сквашивания закваской, приготовленной на чистых культурах болгарской палочки и ароматобразующего молочнокислого стрептококка. Готовый продукт должен иметь чистый, кисломолочный вкус, при изготовлении продукта с сахаром или сиропом – в меру сладкий с ароматом и вкусом добавленного сиропа. Консистенция напитка однородная сметанообразная. Кислотность готового продукта 85–120 °Т.

Напиток «Любительский» вырабатывают резервуарным и термостатным способами из пастеризованного обезжиренного молока, сквашенного закваской, приготовленной на чистых культурах молочнокислых термофильного и мезофильных (ароматобразующего) стрептококков. Готовый продукт должен иметь чистые кисломолочные освежающие вкус и запах, однородную, слегка тягучую консистенцию. Кислотность готового продукта 85–120 °Т.

Напиток «Юбилейный» вырабатывают из пастеризованного нормализованного или обезжиренного молока с добавлением или без добавления сахара, подсластителей, плодово-ягодных наполнителей путем сквашивания закваской, приготовленной на чистых культурах термофильного и мезофильного стрептококков. В сладком напитке массовая доля сахарозы составляет 5%, а в плодово-ягодном – 6%. Кислотность готового продукта 80–120 °Т.

Йогурт традиционно вырабатывали в балканских странах из молока буйволиц или овец, в котором содержание сухих веществ повышено по сравнению с молоком коров, поэтому йогурт имеет более густую консистенцию по сравнению с простоквашей. В настоящее время йогурт является основным кисломолочным продуктом в США, широко распространен в Канаде и Европе. В России йогурт получил широкое распространение недавно, в настоящее время на его долю приходится около четверти общего объема производства кисломолочных напитков в стране, он занимает второе место после кефира. По консистенции йогурт принято делить на питьевой и пастообразный. В зависимости от введения вкусовых и ароматических наполнителей вырабатывают йогурт натуральный, сладкий, плодово-ягодный, а также с пряностями, овощами и солью. По способу производства йогурт производят резервуарным (рис. 2.10) и термостатным способами.

Промышленное производство йогурта, как правило, осуществляется из коровьего молока, в котором содержание сухих веществ повышают путем предварительного сгущения молока в вакуум-аппаратах, добавлением сухого нежирного молока, ультрафильтрационным концентрированием, а также использованием стабилизаторов консистенции (загустителей). В состав закваски для йогурта входят термофильный стрептококк и болгарская палочка.

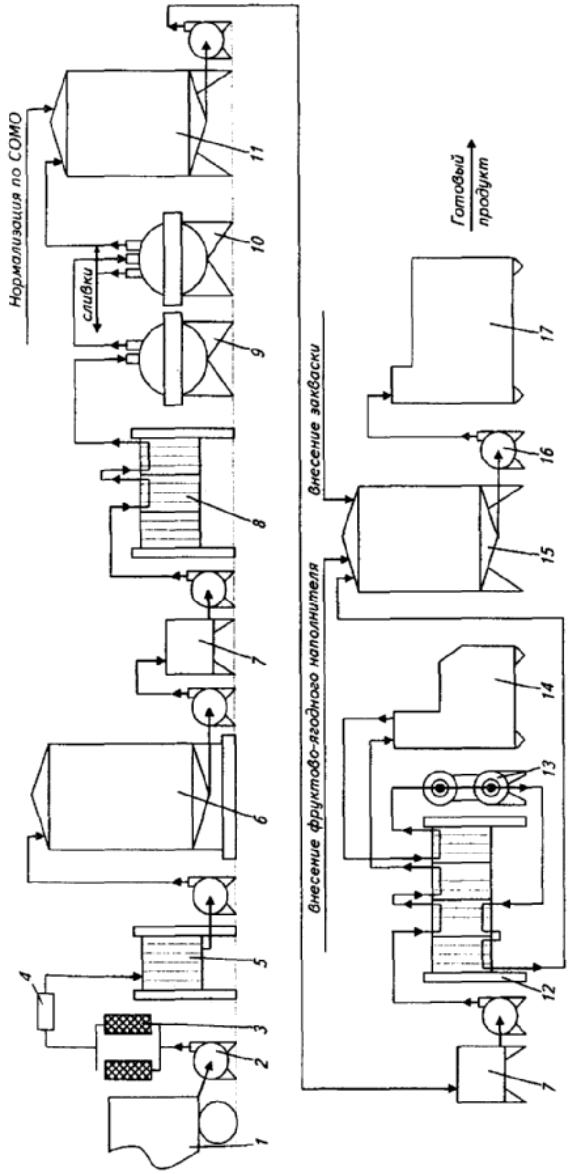


Рис. 2.10. Аппаратурно-технологическая схема производства йогурта с фруктово-ягодными наполнителями резервуарным способом:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – уравнительный бачок; 8 – пластинчатый подогреватель; 9 – сепаратор-молокоочиститель; 10 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 11 – резервуар для промежуточного хранения; 12 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 13 – выдерживатель; 14 – гомогенизатор; 15 – резервуар для сквашивания; 16 – насос для вязких продуктов; 17 – расфасовочный автомат

В Грузии разработан кисломолочный продукт мацони, получаемый путем сквашивания коровьего молока целым комплексом молочнокислых бактерий, в Армении – «Наринэ», который получают в результате сквашивания коровьего молока одной из разновидностей ацидофильной палочки, смесь мацун, в Азербайджане – катык, в Средней Азии – айран, кумыс, шубат.

Кисломолочные напитки с солодовым экстрактом. К ним относятся напитки «Славянский», «Российский» и «Здоровье», которые вырабатываются из смеси нормализованного молока и солодового экстракта, сквашенного специально подобранными закваскими. Напитки «Славянский» и «Российский» приготовляют с добавлением ягодных сиропов. Кислотность напитков 80–120 °Т. Все напитки с солодовым экстрактом вырабатывают резервуарным и термостатным способом, а напитки с плодово-ягодными сиропами – только резервуарным способом. Особенностью производства этих напитков является использование солодового экстракта, который представляет собой раствор белков жиров и углеводов растительного происхождения, получаемый в результате ферментации смеси солода, пшеничной муки и воды. В муку и солод вносят воду по рецептуре, при температуре 45–47 °С. Смесь при перемешивании выдерживается в течение 30–45 мин, а затем медленно нагревается в течение 15 мин до 70–75 °С и выдерживается при этой температуре до полного осахаривания крахмала в декстринмальтозу. После завершения процесса осахаривания смесь очищается и вносится в нормализованное молоко в количестве 25% массы заквашиваемого молока. Смесь нормализованного молока и солодового экстракта перемешивается, пастеризуется, гомогенизируется и охлаждается до температур заквашивания: 33–37 °С для напитка «Славянский», 36–40 °С для напитка «Российский» и 26–30 °С для напитка «Здоровье». Для заквашивания нормализованной смеси используют закваску на чистых культурах мезофильных и термофильных стрептококков для напитка «Славянский», на чистых культурах болгарской палочки и термофильного стрептококка – для напитка «Российский» и на кефирных грибках и ацидофильной палочки – для напитка «Здоровье».

Иммунолакт – кисломолочный напиток, получаемый сквашиванием нормализованного молока резервуарным способом бакконцентратом «Иммунолакт», в состав которого входят молочнокислые палочки, термофильный стрептококк, цитратсбраживающие лактококки (предприятие-изготовитель ОНО «Экспериментальная биофабрика» ВНИИМС Россельхозакадемии, г. Углич). Очищенную и гомогенизированную нормализованную молочную смесь пастеризуют при температуре (92±2) °С с выдержкой 2–8 мин, смесь охлаждают до температуры заквашивания (37±2) °С. Сквашивание смеси длится 7–8 ч. Окончание сквашивания определяют по образованию достаточно прочного сгустка и кислотности,

которая должна составлять 70–75 °Т. По окончании сквашивания в межстенное пространство резервуара подают ледяную воду в течение 10–30 мин, затем сгусток перемешивают в течение 10–30 мин до достижения им однородной консистенции и охлаждают до температуры 14–16 °С, расфасовывают и доохлаждают в камере готовой продукции до температуры (4±2) °С. Срок хранения готового продукта при температуре (4±2)°С составляет 7 сут. Общее количество молочнокислых бактерий на конец срока годности, КОЕ/г, не менее 1×10^7. Готовый продукт представляет собой напиток с нарушенным сгустком и кисломолочным вкусом со слабым привкусом уксусной кислоты.

Кисломолочные напитки с бифидобактериями. Бифидобактерии, которые являются нормальной микрофлорой кишечника, оказывают защитное действие и подавляют развитие многих патогенных микробов. Кисломолочные напитки с бифидобактериями обладают биологической ценностью и терапевтическими свойствами, поэтому занимают значительное место в современном производстве кисломолочных напитков. Они являются эффективным средством в профилактике желудочно-кишечных заболеваний и при дисбактериозе кишечника. Наиболее высокими антибиотическими свойствами обладают кисломолочные напитки, приготовленные с использованием комбинированной закваски чистых культур бифидобактерий, болгарской палочки и кефирной грибковой закваски. Компоненты закваски культивируют раздельно при оптимальных температурах развития. Разработаны симбиотические закваски и бакконцентраты на основе молочнокислых бактерий и бифидобактерий, например, бифацид (ВНИМИ), бифилюкс (ВНИИМС), бифилайф (ООО «Мир биотехнологий (НПО)» и НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского). Возможно внесение бифидобактерий в готовые кисломолочные продукты перед их расфасовкой. Для этого используют специальные асептические дозаторы.

Бифилюкс – кисломолочный напиток, получаемый сквашиванием нормализованного молока концентратом лиофилизированных бифидобактерий и молочнокислых бактерий «Бифилюкс» (предприятие-изготовитель ОНО «Экспериментальная биофабрика» ВНИИМС Россельхозакадемии, г. Углич). Очищенную и гомогенизированную нормализованную молочную смесь пастеризуют при температуре (92±2) °С с выдержкой 2–8 мин, охлаждают до температуры заквашивания (37±2) °С. Сквашивание смеси длится 7–8 ч. Окончание сквашивания определяют по образованию достаточно прочного сгустка и кислотности, которая должна составлять 70–75 °Т. По окончании сквашивания в межстенное пространство резервуара подают ледяную воду в течение 10–30 мин, затем сгусток перемешивают в течение 10–30 мин до достижения им однородной консистенции и охлаждают до температуры 14–16 °С, расфасовывают и доохлаждают в камере готовой продукции до температу-

ры (4±2) °С. Срок хранения готового продукта при температуре (4±2) °С составляет 7 сут. Количество бифидобактерий на конец срока годности, КОЕ/г, не менее 1×10^7, общее количество молочнокислых бактерий на конец срока годности, КОЕ/г, не менее 1×10^7.

Кумыс традиционно вырабатывают из кобыльего молока, которое по сравнению с коровьим молоком содержит больше молочного сахара и меньше белков, причем казеин и сывороточные белки в нем находятся в равных количествах. Поэтому белок при сквашивании молока не образует плотного сгустка, а выпадает в виде мелких хлопьев.

Кумыс из коровьего молока изготовляют из обезжиренного и цельного молока, подсырной несепарированной сыворотки.

При выработке кумыса из обезжиренного молока подготовленное обезжиренное молоко заквашивается закваской на чистых культурах болгарской и ацидофильной палочки, а также молочных дрожжей, сбраживающих лактозу и выделяющих антибиотики, которые подавляют развитие туберкулезной палочки. Для усиления спиртового брожения к молоку добавляется сахар в количестве 2,5%. Сквашивание молока происходит в емкости в течение 5–6 ч до кислотности сгустка 75–85 °С при периодическом перемешивании. Для лучшего развития дрожжей перемешивание сопровождается аэрацией. При этом сгусток приобретает однородную жидкую, слегка пенящуюся консистенцию. Готовый сгусток фасуется на автоматах для розлива жидких продуктов в узкогорлые стеклянные бутылки.

В зависимости от степени созревания кумыс выдерживают в холодильной камере: слабый в течение 1 сут., средний – 2 сут., крепкий – 3 сут. с момента заквашивания молока. Слабый кумыс должен иметь кислотность 100–120 °Т, содержание спирта в нем 0,1–0,3%; средний – соответственно, 120–140 °Т и 0,2–0,4; крепкий – соответственно, 140–150 °Т и до 1%.

Физико-химические показатели кумыса жирного следующие: слабый – массовая доля жира не менее 1,5%, сухих веществ 9,5%, содержание витамина С 10 мг%, кислотность не более 95 °Т, массовая доля спирта не менее 0,6%; средний – массовая доля сухих веществ 9,2%, содержание витамина С 18 мг%, кислотность 110 °Т, массовая доля спирта 1,1%; крепкий – массовая доля жира 9%, содержание витамина С 18 мг%; кислотность 130 °Т, массовая доля спирта 1,6%.

Куранга – кисломолочный напиток народов Северо-Восточной Азии – монголов, бурят, тувинцев, хакасов и др. Изготовляют из коровьего цельного и обезжиренного молока, в котором проводится гетероферментативное брожение специальной закваской, сложившейся у кочевников: молочнокислые палочки, стрептококки и дрожжи. Сквашивание проводится при температуре около 30 °С, спиртовое брожение при 6–10°, массовая доля спирта достигает 1%, казеин осаждается в виде мелких хлопьев. В куранге содержится много витаминов А, группы В – в 1,5 раза больше, чем в кумысе, но в 2 раза меньше витамина С. Продукт по своей природе близок к кефиру, но отличается более жидкой консистенцией, более высоким содержанием молочной кислоты и спирта.

Куранга повышает всасывание и усвояемость пищи, усиливает основной и белковый обмен, а также окислительные процессы в организме и усвоение белка, обогащает организм витаминами. Антибиотические вещества куранги обладают широким спектром по отношению к сапрофитным микроорганизмам, задерживают рост микрококков, спорообразующих и бактерий кишечной палочки, поэтому куранга показана для лечения различных форм туберкулеза, пищеварительного тракта. Антибиотическими свойствами куранга обязана народному способу производства, когда готовую курангу «оживляют» добавлением свежего непастеризованного молока, содержащего большое количество естественной вирулентной микрофлоры. Эти микроорганизмы частично погибают или не развиваются под воздействием антибиотических веществ куранги. Такие симбиотические закваски обусловливают получение куранги с высокими терапевтическими свойствами.

Ацидофильные напитки. Отечественная молочная промышленность вырабатывает уникальные по диетическим свойствам кисломолочные напитки, полученные на основе ацидофильной палочки: ацидофильное молоко, ацидофилин, ацидофильно-дрожжевое молоко, напиток «Московский». Производство ацидофильных продуктов осуществляется как резервуарным способом, так и термостатным.

Ацидофильное молоко вырабатывается из пастеризованного молока путем сквашивания его закваской, приготовленной на чистых культурах ацидофильной палочки, без добавления или с добавлением сахара, ванилина и корицы, и других наполнителей. Массовая доля сахарозы в сладком напитке не менее 5%, кислотность 80–130 °Т. Возможно использовать вместо сахарозы подсластители. Готовый продукт имеет однородную сметанообразную консистенцию. Вкус и запах чистые кисломолочные. При добавлении вкусовых и ароматических веществ – вкус сладкий с привкусом введенных наполнителей.

Ацидофилин вырабатывается из пастеризованного молока с использованием закваски, приготовленной на чистых культурах ацидофильной палочки, молочнокислых стрептококков и кефирной закваски в равных соотношениях, без добавления или с добавлением сахара или подсластителей.

Готовый продукт имеет чистый кисломолочный вкус, допускается наличие остроты (результат спиртового брожения). Консистенция продукта вязкая и тягучая. Кислотность готового продукта 75–120 °Т. В сладком напитке массовая доля сахарозы составляет не менее 5%.

Ацидофильно-дрожжевое молоко вырабатывается с использованием закваски на чистых культурах ацидофильной палочки и дрожжей, сбра-

живающих лактозу, обладающих антибиотическими свойствами, с добавлением или без добавления сахара или подсластителей.

Готовый продукт должен иметь однородную, слегка тягучую консистенцию, допускается небольшое газообразование. Вкус слегка острый с легким дрожжевым запахом. Кислотность напитка 80–120 °Т. Сладкий напиток имеет массовую долю сахарозы не менее 5%. Ацидофильно-дрожжевое молоко является наиболее ценным диетическим кисломолочным продуктом. Микроорганизмы, входящие в состав закваски, вырабатывают антибиотик низин, который подавляет развитие туберкулезных палочек, стафилококков, возбудителей дизентерии и тифа.

Напиток «Московский» вырабатывают из смеси обезжиренного молока, цельного молока с добавлением или без добавления сахара, подсластителей и плодово-ягодных сиропов, сквашенного чистыми культурами ацидофильной палочки слизистых и неслизистых рас. Физико-химические показатели напитка «Московский» следующие: массовая доля жира 1%, сухого обезжиренного остатка – не менее 11%, а напитка сладкого и с сиропами – соответственно, 16 и 17%. Кислотность готового продукта 80–130 °Т.

Кисломолочные напитки с бифидобактериями

Во ВНИМИ разработан уникальный продукт «Тонус». Этот кисломолочный напиток получают из нормализованного пастеризованного молока, сквашенного закваской, состоящей из пропионовокислых бактерий, молочнокислых мезофильных ароматообразующих стрептококков и уксуснокислых бактерий. Продукт вырабатывают резервуарным и термостатным способом. В готовом виде он имеет однородную консистенцию, с нарушенным сгустком – при резервуарном способе производства, с ненарушенным – при термостатном способе, допускается незначительное отделение сыворотки, вкус и запах кисломолочный, освежающий, слегка острый. Цвет молочно-белый, слегка кремовый. Технологический процесс осуществляют в следующем порядке: приемка и подготовка сырья; нормализация и очистка нормализованной смеси; гомогенизация при температуре от 45 до 85 °С и давлении 12–17 МПа; пастеризация при температуре 90–95 °С с выдержкой от 2 до 8 мин, или при температуре 85–89 °С с выдержкой от 10 до 15 мин; охлаждение до температуры заквашивания (33±1) °С; заквашивание и сквашивание нормализованной смеси. Закваску вносят одновременно с нормализованной смесью или перед подачей ее в резервуар при включенной мешалке. Заквашенную смесь перемешивают 5–10 мин. Сквашивание проводят в течение 4–6 ч до образования сгустка кислотностью 68–76 °Т. По окончании сквашивания в межстенное пространство подают ледяную воду и через 2–3 ч осуществляют перемешивание в течение 5–10 мин. Затем продолжают охлаждение до температуры 15–20 °С; далее следует

розлив, упаковка и маркировка; доохлаждение готового продукта проводят до температуры (6±2) °С.

«Тонус» был разработан во ВНИМИ в результате долголетней селекционной работы. Для этого продукта был получен уникальный симбиоз пропионовокислых, молочнокислых и уксуснокислых бактерий. При высоких органолептических показателях продукт обладает уникальными диетическими свойствами. «Тонус», наряду со свойствами кисломолочных пробиотических продуктов, содержит лечебную дозу витамина B_{12}.

2.4. Технология сметаны

Сметана – кисломолочный продукт с повышенным содержанием жира, вырабатывается сквашиванием нормализованных сливок чистыми культурами молочнокислых микроорганизмов.

Сметана является национальным русским продуктом, который часто называют «русские сливки», «кислые сливки» или «ферментированные сливки». По назначению и применению сметана является альтернативой европейским соусам (майонезам) и американскому йогурту.

В соответствии с ГОСТ 52092, сметана – это национальный кисломолочный продукт, изготовляемый сквашиванием сливок с использованием заквасок из лактококков или смеси заквасок лактококков и термофильных молочнокислых стрептококков, которую можно вырабатывать с массовой долей жира от 10 до 58% (см. табл. 2.6) из нормализованных сливок, из восстановленных сливок, из рекомбинированных сливок или из их смесей.

2.6. Ассортимент сметаны

Вид сметаны	Массовая доля жира, %	Кислотность, °Т
Нежирная	10,0; 12,0; 14,0	65–110
Маложирная	15,0; 17,0; 19,0	65–100
Классическая	20,0; 22,0; 25,0; 28,0; 30,0; 32,0; 34,0	55–100
Жирная	35,0; 37,0; 40,0; 42,0; 45,0; 48,0	55–80
Высокожирная	50,0; 52,0; 55,0; 58,0	55–70

По организации технологического процесса сметану производят резервуарным и термостатными способами. При резервуарном способе сквашивание сливок проводят в резервуарах и только после сквашивания, перемешивания и охлаждения сметана расфасовывается и упаковывается в потребительскую или промышленную упаковку. При термостатном способе производства сметаны сливки после заквашивания и перемешивания немедленно расфасовывают в потребительскую тару и сквашивают в расфасованном виде в термостатной камере, после за-

вершения процесса сквашивания сметану для охлаждения и созревания направляют в холодильную камеру.

Резервуарный способ производства сметаны позволяет повысить эффективность ее производства за счет рационального использования оборудования, производственных площадей, автоматизированного управления технологическим процессом, однако сметана в результате многократного механического воздействия на нее после сквашивания приобретает более жидкую консистенцию. При производстве сметаны термостатным способом сгусток получается ненарушенным, густым, однако для такого производства необходимо дополнительное оснащение производства термостатными и холодильными камерами.

В производстве сметаны из нормализованных свежих сливок большинство операций являются общими: приемка сырья; сепарирование молока и получение сливок; нормализация сливок; пастеризация; гомогенизация; охлаждение; заквашивание и сквашивание сливок; фасование и упаковывание; охлаждение и созревание сметаны.

Технологическая схема производства сметаны в аппаратурном оформлении представлена на рис. 2.11.

При получении сливок из молока его подогревают до 45 °С и сепарируют до содержания жира, соответствующего готовому продукту (при заквашивании сливок закваскими прямого внесения), или с учетом жирности закваски (при заквашивании сливок производственной закваской, приготовленной на обезжиренном или нежирном молоке). Массовую долю жира в сливках для производства сметаны с учетом жирности закваски определяют по формуле:

$$Ж_{сл} = 100\ (Ж_{см} - К\,Ж_з)/100 - К,$$

где $Ж_{сл}$ – массовая доля жира в сливках, %; $Ж_{см}$ – массовая доля жира в сметане, %; К – количество закваски, %; $Ж_з$ – массовая доля жира в закваске, %.

Режимы пастеризации в производстве сметаны определяют с учетом не только безопасности продукта, но и обеспечения показателей качества, характерных для сметаны, а именно: вкуса, консистенции и стойкости в хранении.

В зависимости от качества сырья и вида вырабатываемой сметаны сливки пастеризуют при температуре 84–88 °С с выдержкой от 15 с до 10 мин или при 92–96 °С с выдержкой 15–20 с.

Гомогенизируют сливки при давлении 7,5–10 МПа и температуре 50–70 °С. С повышением жирности сметаны давление гомогенизации снижают. В производстве сметаны применяют одно- и двухступенчатую гомогенизацию. При двухступенчатой гомогенизации суммарное давление на первой и второй ступенях должно быть на 2,3 МПа выше, чем при одноступенчатой. При этом на второй ступени гомогенизации давление должно быть в два раза меньше, чем на первой. При использовании двухступенчатой гомогенизации сливок сметана получается более густой,

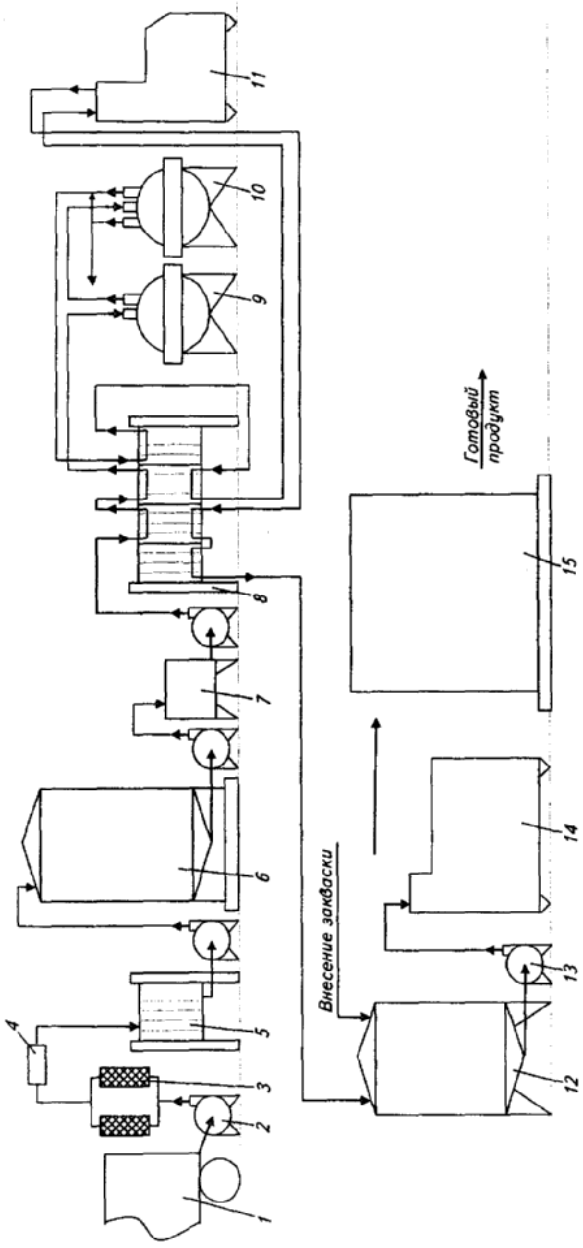


Рис. 2.11. Аппаратурно-технологическая схема производства сметаны резервуарным способом с предварительной гомогенизацией сливок:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – уравнительный бачок; 8 – пластинчатая пастеризационная нагревательно-охладительная установка; 9 – сепаратор-молокоочиститель; 10 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 11 – гомогенизатор; 12 – резервуар для сквашивания и созревания; 13 – насос для вязких продуктов; 14 – расфасовочный автомат; 15 – холодильная камера

однородной консистенции и устойчивой к механическим и температурным изменениям. Гомогенизацию сливок допускается проводить как перед пастеризацией, так и после пастеризации. При этом гомогенизация после пастеризации предупреждает образование крупинок в сметане.

Сливки после пастеризации и гомогенизации немедленно охлаждают до температуры заквашивания, которую устанавливают в зависимости от вида используемой закваски. Допускается промежуточное резервирование пастеризованных сливок при температуре не выше 2 °С не более 6 ч.

Для улучшения консистенции сметаны гомогенизацию сочетают с физическим созреванием сливок. В этом случае гомогенизированные, пастеризованные сливки быстро охлаждают до температуры 2–6 °С и при этой температуре выдерживают 1–2 ч. В процессе физического созревания сливок происходит массовая кристаллизация жира и образуются смешанные кристаллы, которые сохраняются во время сквашивания сливок при температуре 20–24 °С и участвуют в формировании структуры сметаны. Сливки, подвергнутые низкотемпературной обработке, нагревают до температуры сквашивания водой с температурой, превышающей температуру сливок не более чем на 3–4 °С. Заквашивают сливки после созревания при температуре не выше 24 °С во избежание расплавления отвердевшего жира.

Закваску в сливки можно вносить в потоке или после наполнения емкости. Для равномерного распределения закваски и предупреждения образования хлопьев белка сливки во время внесения закваски перемешивают.

При производстве сметаны используют многоштаммовые закваски, состоящие из кислотообразующих и ароматобразующих культур мезофильных молочнокислых стрептококков. При выработке некоторых видов сметаны применяют комбинированные закваски, состоящие из мезофильных и термофильных стрептококков или культур ароматобразующих стрептококков и ацидофильной палочки. Закваску вносят в количестве 1–5%. Уменьшают дозу до 1–2% при высокой активности закваски или для удлинения процесса сквашивания по технологическим причинам. Можно увеличить дозу закваски в зависимости от качества сырья, свойств закваски и условий производства. Сквашивают сливки при использовании закваски на мезофильных культурах молочнокислых бактерий в теплое время года при 20–24 °С, в холодное – при 22–26 °С. Сквашивание сливок при температуре выше 26 °С приводит к образованию более грубой структуры сгустка, получению сметаны с недостаточно выраженным ароматом, меньшей способностью к восстановлению консистенции после ее перемешивания и перекачивания, к усилению выделения сыворотки. Повышение температуры сквашивания также приводит к излишнему нарастанию кислотности в связи с развитием посторонних термоустойчивых молочнокислых палочек. Пониженные температуры сквашивания сливок (18–19 °С) тормозят развитие молочнокислого процесса, приводят к образованию слабого, дряблого сгустка и получению сметаны с недостаточно густой консистенцией, невыраженным вкусом или посторонними привкусами. При использовании комбинированной закваски температура сквашивания составляет 28–32 °С, так как при такой температуре активно развивается как мезофильная, так и термофильная микрофлора. Продолжительность сквашивания зависит от массовой доли жира в сливках и вида используемой закваски. При использовании закваски на мезофильных культурах время сквашивания составляет 11–16 ч, при комбинированной закваске – 7–12 ч. Сливки вследствие повышенного содержания жира и пониженного – плазмы являются менее благоприятной средой для развития микрофлоры закваски, чем молоко, поэтому процесс сквашивания более длительный. Окончание сквашивания сливок устанавливают по кислотности и плотности сгустка, которые зависят от вида сметаны (табл. 2.6). Процесс сквашивания сливок в производстве сметаны можно регулировать изменением температуры и продолжительности сквашивания, дозы и активности закваски, очередностью резервуаров при заквашивании и расфасовки сметаны.

Для обеспечения однородной консистенции сметаны ее перемешивают с помощью мешалки (около 20 оборотов в минуту) в течение 3–15 мин. Последующее перемешивание проводят во время фасования в течение 3–6 мин через каждый час. Сметану направляют на фасование при температуре сквашивания. При необходимости торможения молочнокислого процесса допускается охлаждение продукта до 16–18 °С путем подачи ледяной воды в межстенное пространство резервуара. С целью сохранения сгустка, полученного при сквашивании, сметану рекомендуется направлять на расфасовку самотеком. Для вытеснения сквашенных сливок из резервуара разрешается применение очищенного сжатого воздуха с давлением (0,05±0,02) МПа. Продолжительность фасования из одной емкости не должна превышать 4 ч. Сметана после расфасовки и упаковки охлаждается до 1–8 °С. Продолжительность охлаждения и созревания сметаны, упакованной в потребительскую тару составляет 6–12 ч, в крупную – 12–48 ч. В процессе охлаждения и созревания сметаны приостанавливаются биохимические процессы, в результате чего нарастание кислотности затормаживается или прекращается; значительная часть молочного жира кристаллизуется и продукт приобретает более густую консистенцию. После охлаждения и созревания сметана готова к реализации. Условия хранения и сроки годности сметаны устанавливает изготовитель.

Сметана из восстановленных, рекомбинированных сливок и их смесей

В соответствии с ГОСТ 52092, допускается производить сметану из масла коровьего, сливок сухих, сухого обезжиренного и цельного молока, пластических сливок. По рецептуре составляют смесь. В подогретое до

50–60 °С натуральное или восстановленное молоко кислотностью не выше 20 °Т вносят зачищенное масло или пластические сливки и расплавляют их. Полученную смесь гомогенизируют при давлении 10 МПа и температуре 65–70 °С. Гомогенизация является обязательной операцией, так как позволяет получить стойкую жировую эмульсию, полученную при смешивании различного молочного сырья. Гомогенизированную жировую эмульсию охлаждают до 27–28 °С и вносят закваску. Заквашивание, сквашивание и последующие операции технологического процесса производства аналогичны производству сметаны из натуральных сливок.

Сметанный продукт – это кисломолочный продукт с повышенным содержанием жира, полученный по технологии сметаны, в составе которого имеются компоненты немолочного происхождения (например, молочный жир частично или полностью заменен на растительный, животный или их смесь) и/или изготовляемый с использованием термизации, пастеризации, стерилизации, ультравысокотемпературной обработки после его сквашивания.

2.5. Технология творога и творожных изделий

Творог – кисломолочный белковый продукт, изготовляемый сквашиванием молока чистыми культурами молочнокислых бактерий с применением или без сычужного фермента и хлористого кальция и с последующим отделением части сыворотки. В результате обезвоживания молочного сгустка в нем концентрируется белок и жир, поэтому творог относится к продуктам высокой пищевой и биологической ценности. В обезжиренном твороге содержание белка больше, чем в некоторых сортах мяса. Творог обладает липотропными свойствами, так как содержит в своем составе такие важные аминокислоты, как лизин и метионин, используемые для синтеза холина, поэтому рекомендуется при заболеваниях печени, почек и сердечно-сосудистой системы. Творог отличается высоким содержанием кальция и фосфора, которые находятся в сбалансированном соотношении, что обусловливает их высокую усвояемость. Например, соотношение между кальцием и фосфором в твороге составляет 1:1,5–1:2, в то время как в рыбе и мясе оно равняется, соответственно, 1:11 и 1:13. Творог условно классифицируют по способу свертывания белков молока:

- кислотный (осаждение белков под действием молочной кислоты, образующейся в процессе молочнокислого брожения вследствие добавления к молоку закваски);
- кислотно-сычужный (осаждение белков молока за счет молочной кислоты и сычужного фермента).

Производство творога определяется не только способом свертывания, но и видом применяемого оборудования. Так, на комплекте оборудования ТО-2,5 и творогоизготовителях ТИ-4000 творог вырабатывают кислотным и кислотно-сычужным способами, а на линии Я9-ОПТ и с использованием ванн-сеток – кислотным способом.

По способу производства творог условно классифицируют на полученный традиционным и раздельным способами (рис. 2.12). Творог, получаемый кислотной или кислотно-сычужной коагуляцией и обезвоживанием сгустка с помощью мешочков или прессующих устройств – это творог, полученный традиционным способом. Сущность производства творога способом состоит в том, что из обезжиренного молока получают нежирный творог, а затем его смешивают с пастеризованными сливками и получают творог различной жирности.

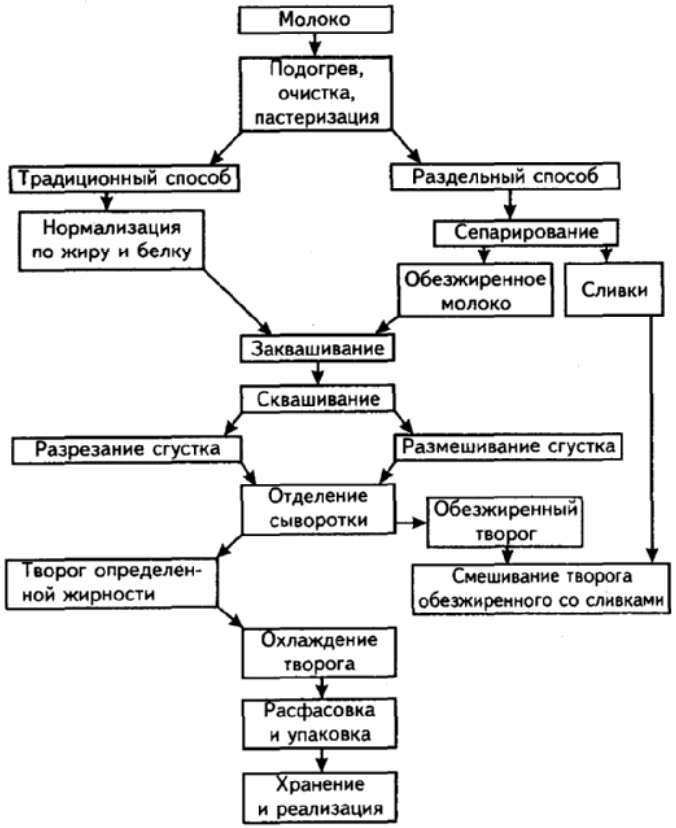


Рис. 2.12. Общая технологическая схема производства творога традиционным и раздельным способом

Каждый из способов производства творога имеет свои преимущества и недостатки. Раздельный способ обеспечивает механизацию и автоматизацию производства, позволяет снизить потери жира в производственном цикле, гарантирует высокие показатели качества и безопасности готового продукта: внесение в обезжиренный творог охлажденных пастеризованных сливок позволяет снизить температуру и кислотность готового продукта, что предупреждает нарастание кислотности. Важным преимуществом раздельного способа является отсутствие ручного труда и контакта полуфабрикатов и продукта с окружающей средой. Недостатком раздельного способа является мягкая мажущаяся консистенция творога, не позволяющая использовать его в производстве глазированных сырков, творожных масс, сырников и других формованных творожных изделий. Творог, полученный традиционным способом, напротив, может использоваться в производстве глазированных сырков, творожных масс, сырников и других формованных творожных изделий, однако в производстве используется ручной труд, отсюда – низкая производительность труда и контакт продукта с человеком и окружающей средой.

В соответствии с ГОСТ Р 51917, по способу производства кисломолочный белковый продукт разделяют на творог и кварк.

Творог – это национальный кисломолочный продукт, изготовляемый сквашиванием молока чистыми культурами лактококков или смесью чистых культур лактококков и термофильных молочнокислых стрептококков в соотношении (1,5–2,5):1 с использованием кислотной, кислотно-сычужной или термокислотной коагуляции белков с последующим удалением сыворотки самопрессованием и/или прессованием, с содержанием молочнокислых бактерий в готовом продукте в конце срока годности не более 10^6 КОЕ в 1 г продукта, массовой долей белка не менее 14,0%, без добавления немолочных компонентов.

Кварк – кисломолочный продукт, изготовляемый сквашиванием молока чистыми культурами лактококков или смесью чистых культур лактококков и термофильных молочнокислых стрептококков в соотношении (1,5–2,5):1 с использованием кислотной, кислотно-сычужной и термокислотной коагуляции белков, с удалением сыворотки центрифугированием и/или ультрафильтрацией, с содержанием молочнокислых бактерий в готовом продукте в конце срока годности не менее 10^6 КОЕ в 1 г продукта. Допускается нормализация массовой доли жира в кварке добавлением пастеризованных сливок и внесение в кварк пищевых добавок, фруктов, овощей и продуктов их переработки.

Творог по ГОСТ Р 52096 – продукт для непосредственного использования в пищу, упакованный в потребительскую тару и изготавливаемый из натурального, нормализованного, восстановленного, рекомбинированного коровьего молока или из их смесей. В зависимости от массовой доли жира творог подразделяют на обезжиренный, нежирный, классический и жирный. Характеристика творога в зависимости от массовой доли жира представлена в табл. 2.7.

2.7. Ассортимент творога

Вид творога	Массовая доля, %			Кислотность, °Т, не более
	жира	белка	влаги	
Обезжиренный, не более	1,8	18	80	от 170 до 240
Нежирный, не менее, в том числе:				
	2,0	18	76	от 170 до 240
	3,0	18	76	от 170 до 230
	3,8	18	76	от 170 до 230
Классический, не менее, в том числе:				
	4,0	16	75	от 170 до 230
	5,0	16	75	от 170 до 230
	7,0	16	73	от 170 до 220
	9,0	16	73	от 170 до 220
	12,0	14	70	от 170 до 210
	15,0	14	70	от 170 до 210
	18,0	14	65	от 170 до 210
Жирный, не менее, в том числе:				
	19,0	14	65	от 170 до 210
	20,0	14	65	от 170 до 210
	23,0	14	60	от 170 до 200

При производстве творога используют молоко, соответствующее ГОСТ 52054 «Молоко натуральное коровье – сырье», нормализованное и обезжиренное молоко (кислотный или кислотно-сычужный способы), а также восстановленное и рекомбинированное или их смесь (кислотный способ). Пригодность молочного сырья устанавливают на основе органолептической оценки, результатов физико-химических и бактериологических анализов.

Массу сухого цельного молока для производства творога определяют по формуле:

$$C_{\text{ц}} = 100H_{\text{жм}}/(100 - 10P)\,Ж_{\text{см}},$$

где $C_{\text{ц}}$ – масса сухого цельного молока, кг; $H_{\text{жм}}$ – норма расхода восстановленного цельного молока на 1 т творога, кг; P – фактическая растворимость сухого цельного молока в воде, мл сырого осадка; $Ж_{\text{см}}$ – фактическая массовая доля жира в сухом цельном молоке, %.

Массу сухого обезжиренного молока для производства творога определяют по формуле

$$C_{\text{о}} = 100\,C_{\text{по}}/(100 - 10P_{\text{о}}),$$

где $C_{\text{о}}$ – масса сухого обезжиренного молока, кг; $C_{\text{по}}$ – масса сухого обезжиренного молока 100%-ной растворимости по рецептуре, кг; $P_{\text{о}}$ – фактическая растворимость сухого обезжиренного молока, мл сырого осадка.

Массу сухого обезжиренного молока можно определить по следующей рецептуре:

Молоко сухое обезжиренное при 100%-ной растворимости	94,7 кг
Вода питьевая	905,3 кг
Итого	1000 кг

Массу воды, необходимую для растворения сухого молока, определяют по формуле:

$$B = H - C_{\text{п}}(100 - 10P)/100,$$

где B – масса воды, необходимой для растворения сухого цельного молока, кг на 1 т восстановленного молока; H – норма расхода восстановленного молока на 1 т творога; $C_{\text{п}}$ – масса сухого молока, кг; P – фактическая растворимость сухого молока в воде, мл сырого осадка.

Подготовка и растворение сухого молока осуществляется аналогично питьевому восстановленному молоку.

Молочное сырье для производства творога проходит механическую очистку при температуре поступающего молока или при 35–40 °С. Очищенное цельное молоко гомогенизируют при давлении 4,5–7 МПа и температуре 45–55 °С. Очищенное гомогенизированное восстановленное молоко охлаждают до 4–8 °С и выдерживают при этой температуре 3–4 ч для набухания белков молока, устранения водянистого вкуса и достижения требуемой плотности. Возможно промежуточное резервирование сырого молока до переработки при температуре 2–6 °С не более 6 ч. При раздельном способе молоко сепарируют и получают обезжиренное молоко и сливки. Сепарирование проводят при температуре 35–40 °С, массовая доля жира в сливках для внесения в нежирный творог должна составлять от 50 до 55%.

При традиционном способе производства творога нежирного, классического и жирного проводят нормализацию по жиру и белку смешиванием цельного молока с обезжиренным или путем отделения части сливок от нормализуемого молока. При производстве обезжиренного творога используют обезжиренное молоко.

Подготовленное молочное сырье подвергается тепловой обработке, обезжиренное и нормализованное молоко пастеризуют при температуре 76–80 °С с выдержкой 10–20 с и охлаждают до температуры заквашивания 28–32 °С в холодное время и 26–30 °С в теплое время года, при ускоренном способе сквашивания – до 30–34 °С, или до температуры промежуточного резервирования 4–8 °С. Молоко перед переработкой может храниться без пастеризации не более 6 ч. Сливки пастеризуют при температуре 86–90 °С с выдержкой 15–20 с и охлаждают сначала до температуры 30–46 °С, а затем до температуры 6–10 °С. Сливки можно хранить до

внесения в обезжиренный творог не более 5 ч при температуре 6–10 °С и не более 18 ч – при 1–5 °С.

При кислотно-сычужном способе производства творога коагуляция казеина происходит в результате действия кислоты и сычужного фермента или его аналогов. Поэтому в подготовленное для сквашивания молоко вносят закваску в количестве 1–5%, хлористый кальций из расчета 400 г безводной соли на 1000 кг молока. Хлористый кальций вносят в виде 30–40% водного раствора, концентрацию соли уточняют по плотности раствора при 20 °С (табл. 2.8).

2.8. Нормы расхода хлористого кальция

Плотность водного раствора хлористого кальция при 20 °С, кг/м³	Масса хлористого кальция адсорбированной с учетом влаги		Масса раствора, кг на 1000 кг молока
	%	кг на 1000 кг раствора	
1238	30	38,5	1,33
1337	35	46,8	1,14
1392	40	55,8	1,00

Затем вносят сычужный фермент или его аналоги из расчета 1 г фермента на 1000 кг молока. Сычужный ферментный препарат предварительно растворяют в воде или в осветленной свежей творожной сыворотке при температуре 33–39 °С. После внесения всех компонентов в заквашенное молоко его перемешивают в течение 10–15 мин и оставляют в покое до образования сгустка. Продолжительность заквашивания зависит от вида вырабатываемого творога, способа коагуляции, вида закваски, температуры сквашивания и составляет в среднем 6–10 ч для кислотно-сычужного способа и 8–12 ч для кислотного. Окончание сквашивания определяют по плотности и кислотности сгустка. Плотность проверяют пробой на излом. Шпателем делают Т-образный надрез сгустка и приподнимают его. Края на изломе должны быть ровными и блестящими, с выступающей прозрачной сывороткой светло-зеленого цвета. Качество творога во многом зависит от правильного определения окончания свертывания. При недостаточном сквашивании или переквашивании происходят значительные потери белка и жира. При переквашивании консистенция у творога будет мажущейся, а вкус – кислый.

После образования сгустка его обрабатывают различными способами в зависимости от используемого оборудования. В творожных ваннах сгусток разрезают на кубики размером по ребру около 2 см специальными проволочными ножами. Сначала сгусток разрезают по длине ванны на горизонтальные слои, затем по длине и ширине – на вертикальные. Разрезанный сгусток оставляют в покое на 40–60 мин для выделения сыворотки и нарастания кислотности. Для усиления синерезиса (выделе-

ния сыворотки и уплотнения сгустка) полученный творожный сгусток подогревают до температуры 34–52 °С путем пуска горячей воды в межстенное пространство и выдерживают от 15 до 40 мин в зависимости от вида творога и используемого сырья.

Для обезвоживания сгустка, прессования и охлаждения творога применяют различное оборудование: лавсановые мешочки с пресс-тележкой, установку для прессования и охлаждения творога в мешочках; творогоизготовитель с прессующей ванной; ванны-сетки; цилиндрический обезвоживатель, обтянутый фильтрующей тканью; охладитель барабанного типа; двухцилиндровый охладитель для творога; охладитель для непрерывного охлаждения творога и т. п.

Выделившаяся в результате обработки сгустка сыворотка выпускается из ванны сифоном или через штуцер и собирается в отдельную емкость, а творожный сгусток разливается в бязевые или лавсановые мешки размером 40×80 см, которые заполняются на 3/4 объема. Допускается сгусток сливать в серпянку, натянутую на пресс-тележку.

Дальше по технологической схеме происходит самопрессование и прессование творожного сгустка. Продолжительность этого процесса в установках для прессования и охлаждения составляет 1–4 ч, в пресс-тележке – не более 4 ч, в холодильной камере – не более 10 ч. При производстве нежирного творога обезвоживание сгустка может производиться на творожном сепараторе.

Охлаждение готового творога осуществляется в мешках или тележках в холодильной камере, в установках для прессования и охлаждения и на различных охладителях. Температура охлаждения творога составляет 9–15 °С. Упакованный творог доохлаждается в холодильной камере до температуры 4–8 °С.

Особенности производства творога на творогоизготовителе с прессующей ванной

При производстве творога традиционным способом используется в большом объеме ручной труд. С целью замены ручных операций в процессе разрезки сгустка, розлива его в мешочки, самопрессования и прессования творога применяют творогоизготовитель с прессующей ванной, разработанный во ВНИМИ. Творогоизготовитель конструкции ВНИМИ состоит из ванны для сквашивания, гидроподъемника и прессующей ванны. После разрезки сгустка и выдержки часть сыворотки сливают и включают гидропривод прессующей ванны, которая опускается в ванну для сквашивания. На перфорированной поверхности прессующей ванны закреплена фильтрующая ткань, через которую проникает из ванны для сквашивания сыворотка. Она откачивается насосом каждые 20–30 мин. Продолжительность прессования сгустка с помощью прессующей ванны составляет 1–1,5 ч для нежирного и обезжиренного творога, 2–3 ч – для классического и 3–4 ч – для жирного. Затем ее поднимают

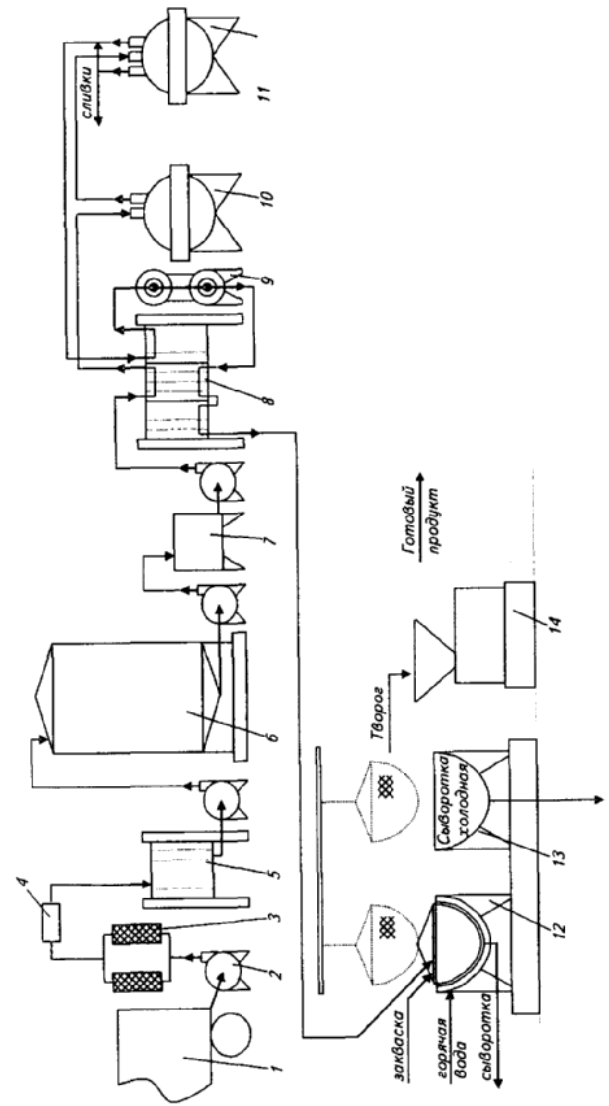


Рис. 2.13. Аппаратурно-технологическая схема производства творога с использованием ванн-сеток:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – уравнительный бачок; 8 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 9 – выдерживатель; 10 – сепаратор-молокоочиститель; 11 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 12 – творожная ванна и ванна-сетка; 13 – ванна с холодной сывороткой; 14 – расфасовочный автомат

и закрепляют в исходном положении, а отпрессованный творог выгружают из ванны для сквашивания в тележки и направляют его на охлаждение. Особенности производства творога с использованием ванн-сеток представлены на аппаратурно-технологической схеме (рис. 2.13).

Особенности производства творога на механизированной линии Я9-ОПТ производительностью 2,5 и 5,0 т/ч (рис. 2.14)

Нормализованное по жиру молоко гомогенизируют под давлением 10–15 МПа при температуре 55–65 °С. Пастеризацию можно проводить при температуре 76–80 °С с выдержкой 10–20 с. Для снижения крупитчатой консистенции пастеризацию проводят при 88–94 °С с выдержкой 10–20 с. Заквашивание проводят внесением 1–10% закваски в летний период года при температуре 24–28 °С, в зимний – при 26–30 °С. Заквашивание и сквашивание молока осуществляется в резервуарах для кисломолочных продуктов. Сквашивание ведут до кислотности 75–95 °Т при производстве классического творога и до 80–100 °Т при производстве нежирного и обезжиренного творога. После получения сгустка включают мешалку и перемешивают в течение 2–5 мин. Тщательно перемешанный сгусток из резервуара подается на обезвоживатель через трех секционный трубчатый теплообменник. В первой секции сгусток нагревается до температуры 42–54 °С горячей водой с температурой 70–90 °С, циркулирующей в межстенном пространстве теплообменника. Температура подогрева сгустка понижается с уменьшением массовой доли жира в нем. Продолжительность нагрева сгустка 2–2,5 мин. Затем сгусток подается во вторую секцию подогревателя, где выдерживается при температуре 42–54 °С в течение 1–1,5 мин. Далее творожный сгусток, в котором прошел синерезис, подается в третью секцию теплообменника, где охлаждается до 30–40 °С при выработке классического творога и до 25–35 °С при выработке обезжиренного и нежирного творога. Сгусток охлаждается водопроводной водой, циркулирующей в межстенном пространстве охладителя. Далее сгусток подается в открытом потоке в цилиндрический обезвоживатель, обтянутый фильтрующей тканью – лавсаном. По мере прохождения внутри лавсанового барабана сгусток обезвоживается, а сыворотка проходит самотеком через лавсан и собирается в поддон, откуда отводится в отдельную емкость. Содержание влаги в твороге регулируют углом наклона барабана и скоростью вращения или изменением температуры подогрева и охлаждения сгустка. Из обезвоживателя творог поступает в бункер цилиндрического охладителя, где охлаждается циркулирующим в межстенном пространстве рассолом. Охлажденный до 8–12 °С творог расфасовывают в потребительскую или транспортную тару и направляют в холодильную камеру на доохлаждение.

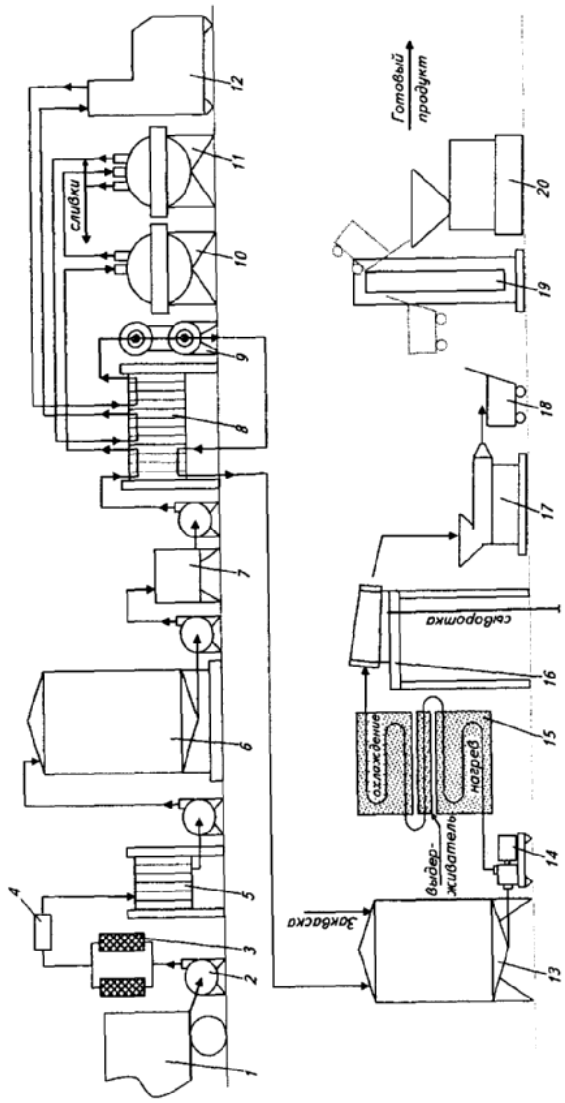


Рис. 2.14. Аппаратурно-технологическая схема производства творога на линиях Я9-ОПТ:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – уравнительный бачок; 8 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 9 – выдерживатель; 10 – сепаратор-молоко-очиститель; 11 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 12 – гомогенизатор; 13 – резервуар для сквашивания молока; 14 – винтовой насос; 15 – аппарат для тепловой обработки сгустка; 16 – обезвоживатель сгустка; 17 – охладитель творога; 18 – тележка для творога; 19 – подъемник для творога; 20 – расфасовочный автомат

Особенности производства кварка на линиях фирмы «Альфа-лаваль» Швеция (рис. 2.15)

Обезжиренное молоко после пастеризации и охлаждения до температуры заквашивания поступает в емкость для сквашивания молока, где происходит его заквашивание и сквашивание. Полученный сгусток кварка насосом направляют в пластинчатый теплообменник, где сначала подогревают, а затем охлаждают и через фильтр подают на сепаратор-творогоотделитель. Из сепаратора выходят кварк и сыворотка. Кварк подается в охладитель и смеситель, где смешивается с высокожирными сливками. Количество сливок, необходимых для нормализации обезжиренного кварка, определяют по формуле:

$$M_{сл} = Ж_{тв}T_o/(Ж_{сл} - Ж_{тв}),$$

где $M_{сл}$ – масса сливок, необходимых для нормализации обезжиренного кварка, т; $Ж_{тв}$ – массовая доля жира в готовом кварке; T_o – постоянная доза обезжиренного кварка; $Ж_{сл}$ – массовая доля жира в высокожирных сливках.

Внесение в кварк пищевых добавок, фруктов, овощей и продуктов их переработки производят перед фасовкой с помощью дозатора.

Готовый кварк поступает в промежуточную емкость и далее на фасовку в полистироловые стаканчики или коробочки.

Особенности производства кварка ультрафильтрацией сгустка или ультрафильтрацией нормализованной смеси представлены в разделе 6 «Технология продуктов детского питания».

Зерненый творог (домашний сыр) – молочный продукт, изготовляемый из творожного или сырного зерна с добавлением сливок, поваренной соли или углеводов за исключением стабилизаторов. Зерненый творог вырабатывают по рецептуре и в соответствии со следующими последовательно выполняемыми технологическими операциями (рис. 2.16):

- приемка и подготовка сырья и основных материалов;
- подогрев и сепарирование молока для получения обезжиренного молока и сливок с массовой долей жира 13–20%;
- подготовка сливок, которая состоит в пастеризации при температуре (92±2) °С и выдержке 15–20 с, гомогенизации при давлении 10–15 МПа и температуре (30±2) °С и охлаждении до (6±2) °С;
- обработка обезжиренного молока. Пастеризация при (72±2) °С, с выдержкой 15–20 с, охлаждение до температуры заквашивания (30±2) °С – при быстром сквашивании; (21±2) °С – при медленном сквашивании. После внесения закваски на молочнокислых мезофильных стрептококках добавляют 30–40%-ный раствор хлористого кальция из расчета 400 г безводной соли на 1 т молока и сычужный фермент. После внесения всех компонентов проводят перемешивание в течение 30–40 мин с интервалом 10–15 мин. Окончание сквашивания определяют по pH сгустка (4,6–4,9 ед.). Продолжительность сквашивания 5–7 ч при быстром способе и 10–12 ч – при медленном.

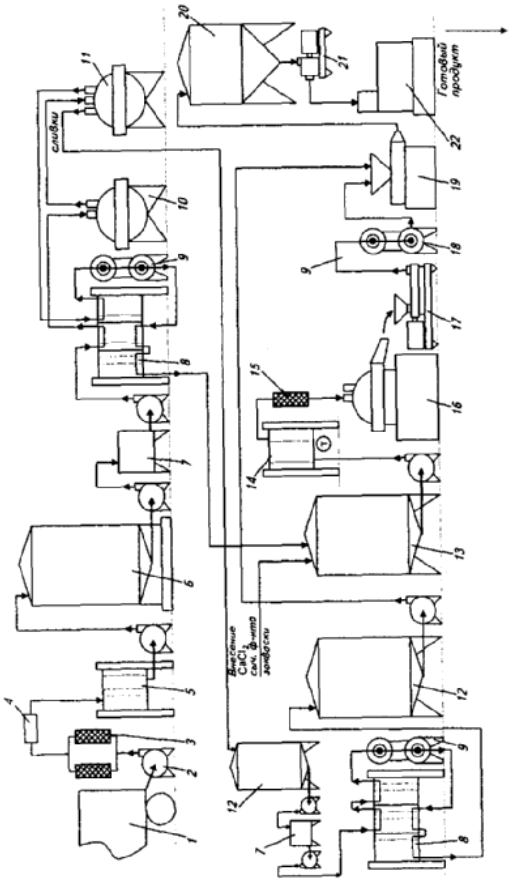


Рис. 2.15. Аппаратурно-технологическая схема производства мягкого диетического творога (кварка) с удалением сыворотки центрифугированием:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – уравнительный бачок; 8 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 9 – выдерживатель; 10 – сепаратор-молокоочиститель; 11 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 12 – резервуар для промежуточного хранения сливок; 13 – резервуар для сквашивания обезжиренного молока; 14 – пластинчатый подогреватель; 15 – фильтр творожного сгустка; 16 – сепаратор-творогоотделитель; 17 – винтовой насос; 18 – трубчатый охладитель; 19 – смеситель-дозатор; 20 – резервуар для промежуточного хранения творога; 21 – роторный насос; 22 – расфасовочный автомат

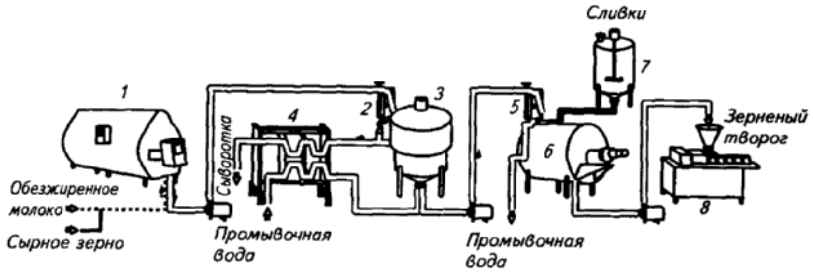


Рис. 2.16. Механизированная линия производства зерненого творога:

1 – сыродельная ванна; 2 – отделитель сыворотки (фильтр); 3 – резервуар для промывки сырного зерна; 4 – пластинчатый теплообменник для сыворотки; 5 – слив промывной воды; 6 – смеситель для смешивания сырного зерна со сливками и солью; 7 – резервуар для сливок; 8 – упаковочная машина

- обработка сгустка. Полученный в результате сквашивания сгусток разрезают проволочными ножами на кубики размером около 10×10×10 мм. Разрезанный сгусток оставляют в покое на 20–30 мин для лучшего отделения сыворотки. Для снижения кислотности выделившейся сыворотки до 36–40 °Т добавляется питьевая вода в количестве 10–15% от объема при температуре (45±2) °С.
- подогрев сырного зерна. Полученное сырное зерно нагревают до температуры (38±2) °С со скоростью нагрева 1 °С за 10 мин и до 48–55 °С со скоростью нагрева 1 °С за 2 мин. Нагретое зерно вымешивают в течение 30–60 мин.
- промывание и охлаждение сырного зерна. Промывание ведут в две стадии: на 1 стадии добавляют 40–50% воды при температуре (16±2) °С, перемешивают 15–20 мин и воду сливают; на 2 стадии добавляют 30–40% воды при температуре (8±2) °С, промывают 15 мин и воду сливают;
- обсушка сырного зерна. Зерно сдвигают к стенкам ванны, чтобы в середине ванны образовался желоб для свободного стекания сыворотки. В готовом зерне содержание влаги не должно превышать 80%.
- смешивание сырного зерна со сливками и солью. По рецептуре к зерну добавляют сливки и соль в виде пастеризованного раствора или сухой прокаленной соли.
- перемешивание, охлаждение и фасовка зерненого творога (домашнего сыра).

Готовый зерненый творог должен содержать массовую долю жира не более 1,8% и не менее 4,0%; соответственно массовую долю влаги 80,0 и 79,0%; поваренной соли – не более 1,0%; кислотность – не более 150 °Т.

В соответствии с ГОСТ 51917 предусмотрено производство следующих продуктов данной группы:

творожный (-ое) продукт (изделие) – молочный или молокосодержащий продукт, изготовляемый из творога или кварка с добавлением или без добавления пищевых добавок;

творожная масса – молочный творожный продукт, изготовляемый из творога с добавлением сливочного масла и/или сливок;

творожный сырок – формованное творожное изделие.

Творожные продукты фасуют в пакеты типа флоу-пак, в стаканчики и другую мелкую потребительскую упаковку.

2.6. Технология мороженого

Мороженое является одним из наиболее популярных продуктов, что объясняется его вкусовыми и пищевыми достоинствами.

Первый рецепт мороженого в Европу привез итальянский путешественник Марко Поло (1254–1323 гг.) из Китая. Китайское лакомство сразу вошло в число самых изысканных блюд королевской итальянской кухни. Во Францию рецепт фруктового мороженого попал в 1553 г., когда флорентийка Екатерина Медичи привезла его в качестве приданого. На ее свадьбе с королем Франции Генрихом II впервые был подан десерт, который потряс королевский двор, – ледяное лакомство из малины, апельсинов и лимонов. В 1762 г. в Париже было открыто первое кафе-мороженое «Прокоп», существующее и поныне. С целью расширения ассортимента наряду с фруктовым льдом и шербетом стали делать молочное, сливочное и яичное мороженое.

В России первое упоминание о мороженом относится к концу XVIII века. Первый патент на «Машину для приготовления мороженого» получил русский купец Иван Излер в 1845 г. В течение длительного исторического периода мороженое являлось редким кулинарным десертом в кругу богатого избранного общества. Промышленное производство мороженого в мире было организовано только в XX веке. Первая отечественная фабрика мороженого была построена в 1939 г. в г. Москве в районе Фили, работает и по настоящее время. Промышленный выпуск широкого ассортимента мороженого в больших объемах был организован в Советском Союзе во второй половине XX века. Производство мороженого успешно пережило период «перестройки» 90-х гг. прошлого века и поступательно развивается в XXI веке. В настоящее время в России производством мороженого занимаются как крупные предприятия, так и малые (фабрики и цеха по производству мороженого).

В зависимости от состава мороженое условно разделяют на три группы: мороженое на молочной основе, плодово-ягодное мороженое и

ароматическое мороженое. В зависимости от консистенции и состояния влаги в мороженом оно делится на мягкое и твердое (другое название – закаленное мороженое). По виду упаковки и массе мороженое принято разделять на весовое и порционное мороженое.

В соответствии с ГОСТ Р 51917 «Продукты молочные и молокосодержащие. Термины и определения», ***мороженое*** – мягкий (с температурой минус (5–7) °С) или твердый (с температурой не выше минус 18 °С) взбитый сладкий молочный продукт, изготовляемый путем взбивания и замораживания смеси молока, и/или молочных продуктов, и/или вторичного молочного сырья, пищевых продуктов и пищевых добавок; ***замороженный десерт*** – молокосодержащий продукт, изготовляемый по технологии мороженого;

В соответствии с ГОСТ 52175-2003 «Мороженое молочное, сливочное и пломбир», мороженое классифицируется в зависимости от массовой доли жира, применения пищевкусовых продуктов и/или ароматизаторов и оформления поверхности. Классификация мороженого в зависимости от массовой доли жира и характеристика его состава представлена в табл. 2.9.

2.9. Классификация мороженого в зависимости от массовой доли жира и характеристика его состава

Вид мороженого	Массовая доля ,% не менее			
	молочного жира	сахарозы	сухих веществ	СОМО
Молочное:				
нежирное	0; 1,0; 1,5; 2,0	15,5	28,0	12,0
классическое	2,5; 3,0; 3,5; 4,0	15,5	29,0	11,5
жирное	4,4; 5,0; 5,5; 6,0	14,5	30,0	11,5
Сливочное классическое	8,0; 8,5	14,0	32,0	11,0
	9,0	14,0	33,0	11,0
	9,5; 10,0	14,0	34,0	11,0
Пломбир:				
классический	12,0	14,0	36,0	10,0
	13,0	14,0	37,0	10,0
	14,0	14,0	38,0	10,0
	15,0	14,0	39,0	10,0
жирный	15,5;16,0	14,0	40,0	10,0
	17,0	14,0	41,0	10,0
	18,0	14,0	41,0	9,5
	19,0; 20,0	14,0	42,0	9,5

В зависимости от оформления поверхности мороженого, оно может быть декорированным, глазированным (частично или полностью), в

печенье или вафлях. Возможно использование различных их сочетаний. Наиболее часто используют для покрытий глазурь следующих видов: шоколадную, молочно-шоколадную, ореховую, арахисовую, фруктовую, овощную или ароматизированную.

Классификация мороженого в зависимости от применения пищевкусовых продуктов и/или ароматизаторов и их нормативное содержание представлены в табл. 2.10.

2.10. Виды и содержание пищевкусовых продуктов в мороженом

Вид мороженого	Наименование пищевкусового продукта	Массовая доля пищевкусового продукта, %, не менее
1	2	3
Крем-брюле	Сироп крем-брюле	10,0
Шоколадное	Какао-порошок	2,0
С фруктами	Фрукты, продукты переработки фруктов (сок, пюре и др.)	1,4
	Черная смородина, вишня, клюква и продукты их переработки (сок, пюре и др.)	1,2
С фруктами и ароматом	Фрукты, продукты переработки фруктов в сочетании с ароматизатором	1,0
С овощами	Овощи, продукты переработки овощей (сок, пюре и др.)	1,0
С кофе	Кофе быстрорастворимый	0,3
	Водная вытяжка из кофе	2,0
Чайное	Водная вытяжка из чая	1,0
С цикорием	Водная вытяжка из цикория	1,3
Яичное	Яйца куриные	7,0
	Порошок яичный	2,0
Яично-желтковое	Желток куриного яйца	7,0
Яично-белковое	Белок куриного яйца	3,0
С медом	Мед натуральный	3,0
С орехами	Ядра орехов обжаренные целые, дробленые или протертые с сахаром (пралине)	6,0
С арахисом	Арахис обжаренный целый, дробленый или протертый с сахаром (пралине)	6,0
С мармеладом	Мармелад в виде кусочков или крошки	6,0
С цукатами, изюмом или курагой	Цукаты, изюм или курага	8,0
С воздушными кукурузой или рисом	Кукуруза воздушная, рис воздушный	2,0

Продолжение таблицы 2.10

1	2	3
С шоколадом, шоколадной стружкой, шоколадной крошкой, шоколадно-вафельной крошкой	Шоколад, шоколадные стружка, крошка, шоколадно-вафельная крошка	5,0
С кокосовой стружкой, с цветной крошкой, с печеньем, с бисквитом	Стружка кокосовая, крошка цветная, печенье, бисквит	5,0
С мягкой карамелью, с джемом, с повидлом, с вареньем, с фруктовым наполнителем, с сиропом крем-брюле, с вареным сгущенным молоком, с топингом	Карамель мягкая, джем, повидло, наполнитель фруктовый (с массовой долей сухих веществ фруктов не менее 3,0%), сироп крем-брюле, молоко сгущенное вареное, топинг	8,0

«Международная ассоциация мороженого» предложила следующую классификацию замороженных десертов:

- *Мороженое* (ICE CREAM) – замороженный продукт, изготовляемый из смеси таких молочных продуктов, как молоко, сливки и обезжиренное молоко в сочетании с сахаром, ароматизаторами, фруктами, ягодами, орехами и т. д. Мороженое, содержащее менее 1,4% яичных желтков, называется «французское», или «замороженный кустард». Мороженое и французское мороженое содержат не менее 10% молочного жира и весят не менее 4,5 фунта на галлон.
- *Замороженное молоко* (ICE MILK) – замороженный десерт, аналогичный мороженому, но содержащий от 2 до 7% молочного жира.
- *Шербет* (SHERBET) – фруктовый и ароматизированный нефруктовыми ароматизаторами, содержит от 1 до 2% молочного жира и весит не менее 6 фунтов на галлон.
- *Замороженная вода* (WATERICES) – фруктовый лед и ароматизированный нефруктовыми ароматизаторами, не содержит молочных ингредиентов и весит не менее 6 фунтов на галлон.
- *Мелорин* (MELORINE) – замороженный десерт, аналогичный замороженному молоку, в котором молочный жир полностью или частично заменен растительным жиром при минимальном содержании жира 6% (не существует четко установленного стандарта).

Сырье для мороженого

Основным сырьем для мороженого на молочной основе (молочного, сливочного мороженого и пломбира) служит натуральное свежее молоко кислотностью не выше 22 °Т, сливки различной жирности кислотностью не более 20 °Т и молочные консервы – сгущенное цельное и обезжиренное молоко с сахаром, сухое молоко (цельное и обезжиренное), сливочное несоленое масло.

Обязательный компонент всех видов мороженого – сахар. Он не только придает ему сладкий вкус, но и способствует понижению температуры замерзания мороженого, образованию нежной консистенции продукта.

В качестве вспомогательного сырья для производства мороженого используют плоды и ягоды свежие или замороженные, с сахаром и без сахара, а также в виде варенья, джема, повидла, пюре, соков, сиропов, цукатов в сушеном виде и пр. Наряду с плодами и ягодами в мороженое вводят вкусовые и ароматические вещества, например, различные орехи (кроме буковых), сладкий миндаль, шоколад, какао, кофе, карамель, ванилин, корицу и др. Неотъемлемым компонентом всех видов мороженого являются стабилизаторы. В качестве стабилизаторов применяют коллоидные вещества, препятствующие образованию крупных кристаллов льда при замораживании и способствующие образованию стойкой пены при взбивании смеси. Применяемые в производстве мороженого стабилизаторы обладают большой гидрофильностью, способностью к неограниченному набуханию и образованию коллоидных растворов, отличающихся высокой вязкостью и способностью к структурообразованию. К таким веществам относятся органические полимеры белковой природы – желатин, казеин, яичный белок и др., а также углеводные вещества – пектин, агар, агароид, крахмал, целлюлоза, растительные камеди и др. Крахмал (картофельный, кукурузный и пшеничный) используется в натуральном виде или в форме модифицированного, растворимого и желирующего крахмала, получаемого специальной химической обработкой. В последнее время в качестве стабилизатора для мороженого предложены новые виды и композиции стабилизаторов, например, карбоксиметилцеллюлоза (метиловый эфир целлюлозы), растворимая в воде и обладающая высокими желирующими свойствами; композиции «Гриндстенд», «Палсгаард» и т. п., обладающие более высокими технологическими свойствами.

Технологический процесс производства мороженого

Подготовка сырья

На предприятия, вырабатывающие мороженое, пищевое сырье поступает в автоцистернах, металлических и деревянных бочках, флягах, мешках, ящиках, а также в стеклянной таре и емкостях из полимерных материалов.

Жидкое и сгущенное молочное сырье, сахарный сироп, доставляемые в автоцистернах, перекачивают в специальные резервуары. Сгущенное молоко хранят на предприятиях при температуре от 0 до 20 °С и относительной влажности воздуха не выше 85% не более одного месяца со дня выработки. Сахарный сироп хранят не более 7 сут.

Молоко, сливки и другое жидкое молочное сырье, поступающее на предприятия, фильтруют и сохраняют в вертикальных или горизонтальных емкостях, ваннах, снабженных теплоизоляцией, при температуре продукта не выше 6 °С, контролируя в процессе хранения кислотность.

Сливочное масло при наличии на монолитах окисленного слоя (порок «штафф») надо зачищать. Без зачистки поверхностного слоя разрешается использовать масло, хранившееся при температуре минус 18 °С и ниже не более 12 мес., если толщина окисленного слоя не превышает 2 мм и отсутствуют выраженные неприятные запахи и вкус. Монолиты масла перед внесением в смесь разрезают на куски или расплавляют на маслоплавителях. Расплавленное масло, не допуская расслоения жировой эмульсии, фильтруют.

Для проверки качества куриных яиц используют овоскоп. Проверку осуществляют в специальном обособленном помещении. Отобранные доброкачественные яйца промывают в проточной воде, дезинфицируют 2%-ным раствором хлорной извести или 0,5%-ным раствором хлорамина и после этой обработки снова ополаскивают чистой водой. Вымытые яйца тотчас же используют, поскольку хранить их после мойки нельзя. Разбитые в общую посуду доброкачественные куриные яйца тщательно перемешивают, растирают с сахаром-песком и сразу же вводят в смесь мороженого (в смесительную ванну). Можно вводить яйца в смесь и без предварительного растирания с сахаром-песком.

Свежие плоды, ягоды и овощи инспектируют, сортируют по качеству, отбраковывая и удаляя недозрелые, перезрелые, мятые и забродившие. Отобранное для производства сырье тщательно промывают холодной проточной водой. После мойки его обрабатывают и подготавливают в соответствии с видом плодово-ягодного сырья.

Стабилизаторы перед внесением в смесь подвергают специальной подготовке. Пищевой альгинат натрия заливают горячей водой в соотношении 1:5 и вносят в пастеризатор при температуре смеси в нем около 70 °С. Этот стабилизатор можно вводить в смесь при такой же температуре и в сухом виде, но при этом смесь необходимо непрерывно перемешивать. Агароид вносят в сухом виде непосредственно в смесь при температуре последней 60–65 °С. Агар промывают в проточной воде для набухания и лучшего растворения, затем на 1 часть агара берут 9 частей воды и нагревают до 90–95 °С. Полученный 10%-ный раствор вводят в смесь при температуре ее 60–65 °С в период нагревания для последующей пастеризации. Желатин выдерживают в течение 30 мин в холодной воде для набухания при непрерывном помешивании (на 1 часть стабилизатора берут 9 частей воды), затем нагревают до температуры 55–60 °С, добиваясь полного растворения желатина, и вливают в смесь при температуре последней 50–60 °С в период ее нагревания для последующей пастеризации. Можно вводить раствор желатина в смесь без предварительного нагревания.

Растворы желатина и агара при введении в смесь фильтруют. В пастеризатор периодического действия желатин и агар можно вводить и в сухом виде при температуре смеси 50–60 °С.

Крахмалы картофельный, кукурузный, а также карбоксиметиловый (КМК) перед внесением в смесительную ванну предварительно смешивают с другими сухими компонентами (сахаром-песком, сухими молочными продуктами).

Метилцеллюлозу заливают водой или молоком температурой 50–60 °С из расчета получения 1%-ного раствора, доводят до температуры 80–90 °С и выдерживают при этой температуре соответственно от 7 до 3 мин. Во время пастеризации метилцеллюлоза находится в жидкости в виде белых хлопьев. Затем ее охлаждают до температуры не выше 6 °С и фильтруют. Пастеризацию и охлаждение следует вести при непрерывном помешивании, чтобы избежать оседания набухшей метилцеллюлозы на дно емкости. Вводят метилцеллюлозу в сборный желоб оросительного охладителя или в емкость для хранения смеси.

Пектин смешивают с сахаром-песком в соотношении 1:5, заливают холодной водой и нагревают до температуры 80–85 °С при постоянном перемешивании до полного растворения. Раствор фильтруют и вносят в смесь мороженого при температуре от 35 до 40 °С.

Пектин можно вводить в мороженое также в составе стабилизирующего пищевого концентрата (КСП) жидкого, сгущенного или сухого.

Разрешается замена одного стабилизатора, предусмотренного рецептурой, другим, если в описании технологии мороженого того или иного вида нет указания об использовании только данного стабилизатора.

Ванилин вносят в смесь (100 г на 1000 кг) в виде 5%-ного водного раствора. Можно применять его в виде водно-спиртового раствора (300 г ванилина, 200 г спирта-ректификата и 500 г воды при температуре не ниже 30 °С) или в сухом виде. Вносят ванилин на стадии охлаждения или хранения смеси. Для ароматизации мороженого взамен ванилина можно применять арованилон или этилванилин (не более 25 г на 1000 кг продукта). Их вносят в пастеризатор в сухом виде при температуре смеси 55–60 °С.

Для интенсификации аромата молочного, сливочного мороженого и пломбира с ягодами, плодами, орехами и некоторыми другими наполнителями, а также плодово-ягодного и ароматического мороженого можно вводить соответствующие пищевые ароматические добавки, разрешенные к употреблению.

Воду или молоко для приготовления растворов стабилизаторов и других компонентов смесей расходуют из общей массы влаги, предусмотренной рецептурой.

Расход сырья, необходимого для приготовления смесей, предусматривается специально разрабатываемыми нормами, включающими также его естественные потери на всех этапах производства.

В мороженое всех видов на молочной основе (кроме пломбира без наполнителей) можно вводить не более 3% концентратов подсырной молочной сыворотки в пересчете на сухие вещества концентратов для частичной замены СОМО. Пахту из-под сладкосливочного масла (сухую и сгущенную с сахаром) можно использовать для полной замены СОМО в мороженом указанных видов. Допускается использовать концентраты молочной сыворотки для замены части СОМО в пломбире с наполнителями.

Во избежание появления в мороженом при длительном хранении пороков качества вследствие образования крупных кристаллов лактозы массовая доля сухого обезжиренного остатка молока в молочном мороженом не должна превышать 12%, в сливочном – 11 и в пломбире – 10% по отношению к массе продукта.

Получаемые при выработке мороженого производственные отходы вводят в смесь после соответствующей технологической обработки с указанием внесенной массы и их состава в рецептурном расчете. Масса вводимых отходов мороженого без глазури должна быть не более 100 кг на 1000 кг смеси, а мороженого в глазури – не более 200 кг на 1000 кг. Можно вносить в смесь взамен СОМО не более 0,5% вафельных отходов, считая на их сухие вещества.

Составление смеси и подготовка компонентов

Применяемые в качестве сырья для мороженого молочные продукты можно разделить на две основные группы: с содержанием жира большим, чем требуется для данного вида мороженого (к этой группе относятся цельное молоко, сливки, сливочное масло и т. д.); с более высоким содержанием СОМО – сухое молоко, сгущенное молоко (цельное и обезжиренное).

Расчет смеси для мороженого заключается в определении количества молочных продуктов, которое обеспечивает требуемый состав смеси в отношении содержания жира, СОМО и сахара (с учетом норм потерь сырья при производстве мороженого), а также вкусовых и ароматических добавок. Задача эта довольно сложна, для ее решения применяют различные методы расчета.

Разрабатывают рецептуры мороженого с применением различного сырья, исходя из расчетного содержания в том или ином виде основных компонентов. Например, принимается, что молоко коровье цельное имеет 3,2% жира и 8% СОМО, а молоко цельное сгущенное с сахаром содержит жира 8,5%, СОМО 20%, сахара свекловичного 43,5%. Однако рецептуры приходится уточнять, производя перерасчет в связи с изменением состава молочного сырья, указанного в рецептурах. Для этого применяются пакеты прикладных программ и ПК. Практически для уточнения существующих рецептур в связи с отклонением фактического состава одного или нескольких компонентов от расчетного можно применять алгебраический способ расчета. Этот способ предусматривает решение системы уравнений с тремя или четырьмя неизвестными.

Количество отдельных молочных продуктов обозначают x, y и z, а сумму их – A. Таким образом, при трехкомпонентной смеси

$$x + y + z = A.$$

В составе смеси при $A = 100$ частей находятся сахар, стабилизатор и добавляемая вода.

Определяют баланс жира в смеси, исходя из жирности отдельных молочных компонентов. Допустим, смесь состоит из x цельного молока, y масла сливочного и z обезжиренного сухого молока. Тогда уравнения для расчета содержания жира в мороженом получат вид:

молочное мороженое	$0{,}032x + 0{,}83y = A_м$,
сливочное мороженое	$0{,}032x + 0{,}83y = A_с$,
пломбир	$0{,}032x + 0{,}83y = A_п$,

где $A_м$, $A_с$, $A_п$ – массовая доля молочного жира, соответственно, в молочном, сливочном мороженом и пломбире, %, (см. табл. 2.9).

Незначительным содержанием жира в сухом обезжиренном молоке пренебрегают.

Баланс СОМО для всех видов смесей мороженого подсчитывают по уравнению

$$0{,}08x + 0{,}93z = СОМО_м,$$

где $СОМО_м$ – сухой обезжиренный молочный остаток определенного вида мороженого, % (см. табл. 2.9).

Содержание СОМО в масле также не принимается в расчет.

Решив все три уравнения (для одного из видов мороженого), составляют сводную таблицу на 100 или на 1000 кг готового мороженого.

При наличии всего лишь двух видов молочного сырья можно использовать, например, графический метод расчета по треугольнику.

Допустим, требуется составить сливочную смесь мороженого с содержанием жира 10% из сливок 40%-ной жирности и молока жирностью 3,2%. По углам треугольника размещают по убывающей показатели жирности двух компонентов и желаемой жирности смеси: 40, 10 и 3,2%. Затем из каждого большего числа вычитают меньшее (разности показаны на сторонах треугольника). Каждая разность будет соответствовать числу частей продукта, показатель жирности которого находится в противолежащем углу:

40 – 3,2 = 36,8 – частей смеси сливочной;

40 – 10 = 30 – частей молока;

10 – 3,2 = 6,8 – частей сливок.

Основываясь на полученных величинах (в частях или долях), подсчитывают количество каждого из двух компонентов смеси в целом (в

килограммах или тоннах). В каждой партии смеси определяют содержание жира, общее содержание сухих веществ молока, выявляя соответствие фактического состава смесей расчетному или отклонения от него. Недостающее количество СОМО удобнее всего пополнять сухим обезжиренным молоком, а недостающее количество жира – сливочным маслом. Соответственно добавляют в смесь сахар и воду.

Помимо молочного сырья в смесь, независимо от вида мороженого, вносят один из стабилизаторов в следующих количествах (в %): 0,5 желатина, 0,7 агара или агароида, 0,3 альгината натрия, до 3 крахмала.

В соответствии с расчетом состава смеси или с выбранной рецептурой все входящие в состав смеси ингредиенты загружаются в смесители или ванны ВДП; в последних при небольших объемах производства не только смешивают, но и пастеризуют смесь.

Натуральные жидкие молочные продукты (молоко, сливки) загружаются в холодном или в подогретом виде в первую очередь. Сахар после просеивания вносят в сухом виде или в виде сиропа. Сухое молоко смешивают с небольшими порциями сахара, затем добавляют в смесь при тщательном помешивании воду или молоко. Когда сухое молоко превратится в однородную массу, добавляют немного воды или молока. Сливочное масло после зачистки разрезают на куски и в таком или в расплавленном виде вносят в смесь.

Отдельно подготовляют стабилизаторы. Желатин, агароид и альгинат натрия вносят в виде 5–10%-ного раствора, при приготовлении которого сухие стабилизаторы предварительно промываются проточной холодной водой, а затем растворяются в горячей. Температура для растворения желатина не должна быть выше 70 °С, иначе он теряет свои желирующие свойства. Агар можно растворять при температуре 75–85 °С. Крахмал предварительно превращают в клейстер, заваривая его кипятком при тщательном перемешивании; желирующий крахмал обладает хорошей растворимостью, поэтому его вносят в смесь в сухом виде с другими компонентами; карбоксиметилцеллюлозу – в предварительно растворенном виде.

Сливочное масло после зачистки разрезают на куски и в таком или в расплавленном виде вносят в смесь.

Пастеризация и гомогенизация смеси мороженого

На предприятиях, вырабатывающих мороженое, смесь пастеризуют в аппаратах непрерывного действия – автоматизированных пластинчатых пастеризационно-охладительных установках, трубчатых пастеризаторах и пастеризаторах с вытеснительным барабаном, а также в аппаратах периодического действия – ваннах со змеевиковой мешалкой, ваннах длительной пастеризации, пароварочных котлах и т. п.

Белковые вещества и жир в смеси мороженого обладают защитными свойствами по отношению к действию теплового удара на микроорганизмы, поэтому при пастеризации смеси в емкостных аппаратах применяют следующие режимы: 68–70 °С с выдержкой не менее 30 мин; 75 °С с выдержкой 15 мин; 85 °С с выдержкой 5–10 мин. В поточных аппаратах смесь мороженого пастеризуют при 85 °С с выдержкой в течение 50–60 с или 92–95 °С без выдержки. На режимы пастеризации влияет состав мороженого, в частности, массовая доля жира: чем она выше, тем выше температура и больше время тепловой обработки.

Смесь из смесительной ванны, пройдя через фильтр, поступает на пастеризацию и гомогенизацию.

Гомогенизация повышает взбитость смеси, улучшает консистенцию готового мороженого, придает ему нежную структуру.

В хорошо гомогенизированной смеси мороженого средний диаметр жировых шариков должен быть в пределах 1–1,5 мкм.

Технологические инструкции предусматривают, в зависимости от вида смеси, ее состава и других условий, следующие значения давления гомогенизации: для молочной смеси 12,5–15,0 МПа, для сливочной 10,0–12,5, для пломбира 7,5–9,0 МПа. Применение излишне высокого давления гомогенизации приводит к агрегации жировых шариков, которая отрицательно сказывается на взбитости мороженого.

Уменьшает образование скоплений жировых шариков двухступенчатая гомогенизация. Между давлением первой и второй ступени должен быть перепад, равный примерно 8,0–10 МПа, при нарушении этого условия снижается взбитость смеси, которая является показателем качества мороженого.

Охлаждение и хранение

Гомогенизированную смесь для мороженого необходимо немедленно охладить до 2–6 °С. Охлаждение является предварительной стадией физической подготовки смеси и может проводиться на различных охладителях – оросительных, одно-, двух- и многосекционных, трубчатых и пластинчатых. Последний тип охладителей наиболее приемлем в санитарном отношении.

После охлаждения смесь поступает в резервуар для кратковременного хранения (не более 24 ч). В процессе хранения происходит отвердевание и кристаллизация глицеридов молочного жира и слипание жировых шариков. Кроме того, белковые вещества смеси, в особенности коллоидные вещества, применяемые в качестве стабилизаторов, под влиянием низких температур и продолжительного их воздействия переходят из золевого состояния в гель. Глубокое охлаждение резко замедляет броуновское движение коллоидных частиц стабилизатора и суспензии отвердевших частиц жира, в результате под влиянием сил взаимодействия между частицами происходит повышение вязкости и обра-

зование структуры. Жировые шарики смыкаются своими белковыми оболочками, а коллоидные белковые вещества плазмы и стабилизаторы, имеющие макромолекулы удлиненной формы (желатин) и даже нитевидной (карбоксиметилцеллюлоза), образуют сетчатую структуру геля с максимальной иммобилизацией водной фазы, что в дальнейшем, при замораживании, препятствует образованию крупных кристаллов льда и создает благоприятные условия для создания прочных стенок воздушных пузырьков при взбивании смеси.

С повышением концентрации стабилизатора скорость гелеобразования увеличивается, так как уменьшаются расстояния между частицами и увеличивается вероятность контакта между участками цепей, способными к взаимодействию. Карбоксиметилцеллюлоза при pH 5,0 взаимодействует с α-казеином, при pH 5,6 – с β-казеином, при pH ниже 4,7 – с α-лактальбумином.

При непрерывнопоточном способе производства мороженого длительное хранение (созревание) охлажденной смеси может быть заменено глубоким охлаждением смеси (до 2–4 °С) в промежуточном резервуаре перед фризерованием в течение 30–60 мин. Этому способствует применение таких стабилизаторов, как желирующий крахмал и в особенности карбоксиметилцеллюлоза, а также современные смеси стабилизаторов.

Приготовление мороженого из смесей

Фризерование – основной процесс производства мороженого, при осуществлении которого происходит частичное замораживание и насыщение смесей воздухом, который в продукте распределяется в виде мельчайших пузырьков. В процессе фризерования смеси образуется структура мороженого, которая окончательно формируется при последующей холодильной обработке продукта – закаливании.

Структура мороженого определяется размерами, формой и расположением частиц: пузырьков воздуха, кристаллов льда и жира. Чем они мельче и равномернее распределены в общей массе мороженого, тем лучше его качество (рис. 2.17).

Смесь фризеруют в специальных аппаратах – фризерах (рис. 2.18).

Основными конструктивными элементами фризеров являются горизонтально расположенный на станине замораживающий цилиндр с мешалкой, продуктовые насосы, расходный бачок для смеси с поплавковым клапаном. Цилиндр имеет рубашку, покрытую тепловой изоляцией и металлическим кожухом. Охлаждение цилиндра осуществляется за счет непосредственного испарения хладагента (аммиак, хладон и др.) или хладоносителем (рассол). Мешалка снабжена взбивательным устройством и ножами скребкового типа.

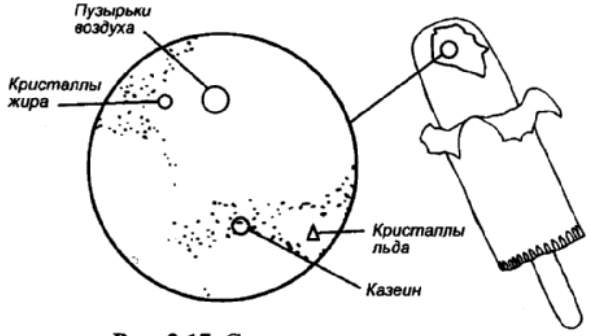


Рис. 2.17. Структура мороженого

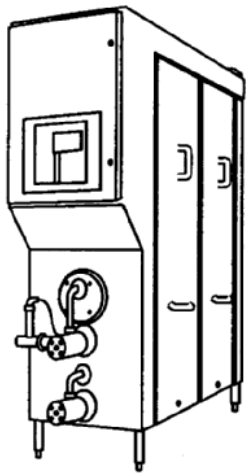


Рис. 2.18. Общий вид фризера

Для фризерования смесь вводится внутрь цилиндра фризера, где она охлаждается и намерзает на внутренней поверхности. Слой намерзающей смеси непрерывно срезается ножами, укрепленными на мешалке и прижимающимися к стенке. Процесс замораживания значительно ускоряется в результате перемешивания смеси, которое одновременно препятствует срастанию кристаллов друг с другом. Размер и форма образующихся при фризеровании кристаллов льда зависят от скорости замораживания смеси, ее состава, взбитости и размера воздушных пузырьков, массовой доли связанной воды.

Во фризер должна поступать смесь температурой 2–6 °С. Температура мороженого при выходе из фризера в зависимости от состава смеси, фасования и используемого фасовочного оборудования должна быть в пределах от минус 3,5 до минус 5 °С.

После достижения криоскопической температуры вода в смеси мороженого начинает превращаться в мельчайшие кристаллы льда. В результате в незамороженной части влаги повышается концентрация растворенных веществ (сахарозы, лактозы, минеральных солей) и понижается температура замерзания. Вновь замерзает часть влаги, и вновь еще более понижается криоскопическая температура. Таким образом, процесс фризерования происходит при постепенно понижающейся температуре продукта. Температура начала замораживания смеси зависит от ее состава и колеблется от минус 2,2 °С до минус 3,5 °С. Процесс фризерования заканчивается по достижении температуры мороженого

(на выходе из фризера) от минус 3,5 до минус 5° С, затем его направляют на расфасовку и закаливание в морозильную камеру или туннель.

Формирующиеся в мороженом в процессе фризерования воздушные пузырьки, их размеры, равномерность распределения, объемная доля воздуха в продукте также оказывают большое влияние на структуру и вкусовые достоинства мороженого. Взбиваемость смесей обусловливается их составом и технологическими режимами обработки, видом и количеством введенного стабилизатора. Объемная доля воздуха в мороженом и размеры воздушных пузырьков зависят также от конструктивных особенностей фризера (скорость вращения мешалки и ее форма, принудительная подача воздуха и др.), степени заполнения цилиндра смесью (во фризерах периодического действия).

Взбивание смеси мороженого с одновременным замораживанием подобно процессу пенообразования жидкости. Степень взбитости оказывает большое влияние на структуру, консистенцию и вкусовые качества мороженого. Если взбитость недостаточна, мороженое получается слишком плотным, имеет грубую структуру и дает очень сильное холодящее ощущение во рту. Если же взбитость слишком велика, мороженое становится снегообразным, приобретает хлопьевидное строение.

Нормальная взбитость молочного и сливочного мороженого 75–95%, фруктового 35–40%. Оптимальная взбитость мороженого не должна превышать трехкратного количества сухого вещества, содержащегося в мороженом.

При использовании фризеров периодического действия и мороженицы выпускать мороженое из аппарата следует после того, как взбитость его составит не менее 50% для молочного, 60% для сливочного и пломбира и 40% для плодово-ягодного, а температура его будет не выше минус 3,5 °С. Для этого необходимо цилиндр фризера заполнять смесью не более чем наполовину его вместимости и следить за тем, чтобы температура рассола в рубашке цилиндра не поднималась выше минус 18 °С.

При использовании фризеров непрерывного действия для приготовления фасованного мороженого, закаливаемого в карусельных эскимогенераторах. Взбитость мороженого в глазури должна быть 40–45%, без глазури – 30–40%, а температура мороженого, заполняющего ячейки, не выше минус 3,5 °С. При изготовлении фасованного мороженого с использованием автоматизированных линий взбитость продукта должна быть не менее 50%, а температура – не выше минус 4 °С.

Расфасовка и закаливание мороженого

Мелкорасфасованное мороженое является основной продукцией фабрик и цехов по производству мороженого. Процесс расфасовки и упаковки таких видов мороженого, как эскимо, брикеты, сандвичи, мороженое в стаканчиках и др., на крупных предприятиях полностью механизирован (рис. 2.19).

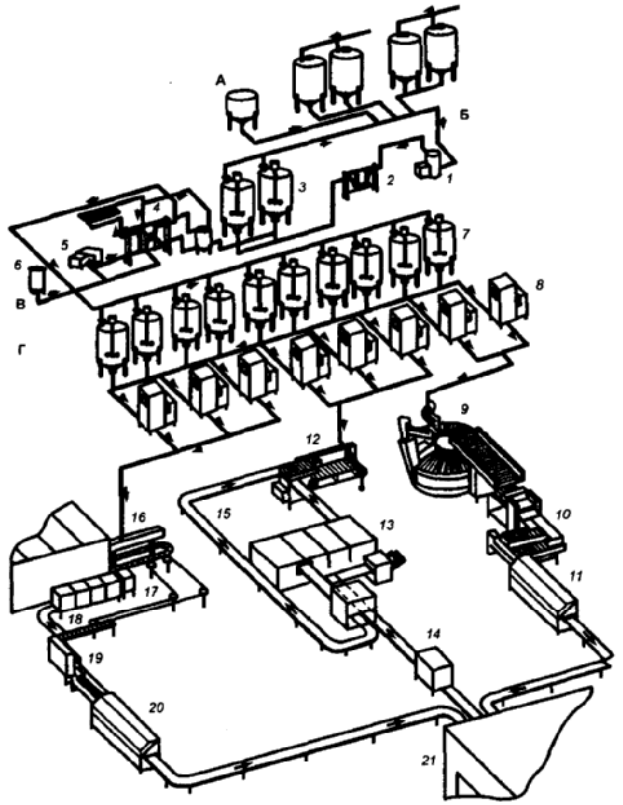


Рис. 2.19. Технологическая схема производства различных видов мороженого в аппаратурном оформлении:

А – сырьевое отделение; Б – отделение приготовления смесей для мороженого; В – отделение тепловой и механической обработки смесей для мороженого; Г – цех мороженого.

1 – дозатор-смеситель; 2 – пластинчатый теплообменник; 3 – резервуары для смесей мороженого; 4 – пастеризатор; 5 – гомогенизатор; 6 – резервуар для немолочного жира; 7 – резервуары для созревания смеси; 8 – фризеры непрерывного действия; 9 – эскимогенератор; 10 – упаковочная машина; 11 – машина для групповой упаковки эскимо в картонные коробки; 12 – наполнительная машина для стаканчиков или рожков; 13 – закалочный туннель; 14 – машина для групповой упаковки стаканчиков или рожков в картонные коробки; 15 – обратный конвейер для пустых лотков; 16 – туннельный экструдер для брикетов или рулетов с лоточным конвейером; 17 – глазирователь; 18 – закалочный туннель; 19 – упаковочная машина; 20 – машина для групповой упаковки брикетов или рулетов в картонные коробки; 21 – закалочная камера (холодильник).

Для производства мороженого в виде эскимо используют молочное или сливочное мороженое непосредственно из-под фризера. Фризерованная смесь через наполнительную машину заполняет формочки эскимогенератора. Формочки с палочкодержателями поступают в рассольный эскимогенератор, где за 15–17 мин происходит замораживание продукта. Из эскимогенератора формы попадают в ванну для оттаивания; эскимо с помощью палочки-держателя извлекается из формы и поступает в ванну, где покрывается глазурью. Эскимо, покрытые шоколадной глазурью, подаются на заверточный автомат или на стол, где завертываются в фольгу или подпергамент. Мороженое, покрытое шоколадной глазурью, может иметь форму брикета. Эскимо и брикеты затем направляются в камеру для закаливания.

Эксплуатируются автоматические линии производства эскимо, состоящие из фризера непрерывного действия, эскимогенератора и заверточного автомата. Технологический процесс в них осуществляется следующим образом. Смесь из фризера поступает в бункер фасовочного автомата-дозатора и заполняет формы на шагообразно движущейся карусели, далее по ходу карусели (в некоторых моделях – конвейера) специальный механизм вводит палочки в формы, заполненные смесью. После прохождения зоны закаливания, где формы омываются рассолом температурой минус 40 °С, порции эскимо переходят в зону оттаивания теплым рассолом. Оттаявшие с поверхности порции эскимо поступают в глазировочную ванну. Покрытые глазурью порции продолжают движение, подсыхают, после чего поступают в желоб и по нему передаются на заверточный автомат.

Имеются линии, в которых порции мороженого подвергаются закаливанию в скороморозильных камерах воздушного охлаждения. Здесь формы с мороженым сначала проходят предварительную зону охлаждения, где порции отвердевают, а затем основную зону интенсивного движения воздуха с температурой минус 32 °С для окончательного закаливания мороженого. Процесс длится 15 мин. По выходе из морозильной камеры формы поступают в зону обдувания горячим воздухом. Эскимо подтаивает и извлекается из форм автоматом для последующей глазировки. Глазировка производится в ванне с поднимающимся ковшом.

Глазурь быстро застывает, и эскимо поступает на завертывающий автомат. Завернутые эскимо выталкиваются из гнезд автомата на ленту транспортера.

При расфасовке мороженого в бумажные и вафельные стаканчики и коробочки смесь из фризера непрерывного действия поступает в бункер и через наполнительный дозирующий автомат заливается в заготовленные формы. Заполненный мороженым стаканчик подается под колпак укупорочного механизма, где накрывается крышкой.

Для производства мороженого в вафельных стаканчиках разработана поточная линия, которая в сочетании с работой фризера непрерывного действия позволяет механизировать все процессы, начиная с момента подачи смеси во фризер и кончая отправкой готовой продукции на упаковку в коробки. Линия состоит из фризера, расфасовочного автомата, скороморозильного закалочного аппарата и заверточного автомата. Закаливание фасованного мороженого производится при температуре воздуха минус 28 °С в течение 25–30 мин.

Для выработки брикетного мороженого наполняют смесью из фризера лотки из нержавеющей стали или металлические луженые. Мороженое в лотках направляют в закалочную камеру. Для ускорения процесса закалки применяют закалочные камеры туннельного типа, где лотки с продукцией перемещаются конвейером навстречу движению воздуха температурой от минус 35 до минус 40 °С. Процесс закалки продолжается 45 мин, при этом температура мороженого снижается до минус 18 °С. При быстром закаливании в мороженом образуются более мелкие кристаллы льда, что улучшает его структуру.

Для производства мороженого в рожках и тортов из мороженого созданы специализированные линии. Технологический процесс протекает следующим образом. Смесь мороженого через мерный бачок поступает во фризер непрерывного действия. Фризерованная смесь по трубопроводу подается в бункер фасовочной машины, которая дозирует мороженое в рожки, лотки или коробки. Расфасованное мороженое поступает в скороморозильный аппарат, здесь оно замораживается при температуре минус 32 °С, после чего передается на конвейер для декорирования торта кремом или др., а затем в камеру хранения.

Хранят мороженое всех видов в холодильных камерах при температурах минус 18° и минус 25 °С. Для сохранения качества мороженого при транспортировке и реализации применяют сухой лед (твердую углекислоту), имеющий температуру минус 76° С. В последнее время для охлаждения транспорта рекомендуют использовать жидкий азот.

Мягкое мороженое

Мягкое мороженое – продукт кремообразной консистенции, температурой от минус 5 до минус 7 °С и взбитостью обычно 40–60%. Это мороженое готово к употреблению сразу после выхода его из фризера. Оно не подвергается дальнейшему замораживанию и содержит 45–55% воды в замороженном состоянии. Консистенция его нежная, кремообразная. Такое мороженое по вкусовым достоинствам превосходит закаленное.

Мягкое мороженое вырабатывают на предприятиях общественного питания и торговли из специальных сухих смесей, содержащих все составные части мороженого в заданном соотношении. Разрешено использовать для этой цели и жидкие низкокалорийные смеси, которые изготовляют в цехах мороженого молочных заводов и хладокомбинатов и

доставляют к местам изготовления мягкого мороженого охлаждаемым или изотермическим транспортом.

Для изготовления мягкого мороженого в настоящее время используют одно- и двухцилиндровые фризеры специальной конструкции. Их отличительной особенностью является выдача готового продукта порциями произвольной массы и формы через определенные промежутки времени (по мере спроса на мороженое) и засасывание в цилиндр фризера с помощью специальных кранов смеси и воздуха в суммарных объемах, соответствующих объемам выдаваемого мороженого.

Кратковременно (до выхода из фризера при реализации) готовое мороженое сохраняется в цилиндрах фризеров, т. е. там же, где и изготавливается. Хранение мороженого происходит при периодическом перемешивании и отводе теплоты, осуществляемым с помощью автоматического включения мешалки и холодильной установки. Это необходимо, чтобы предотвратить примерзание продукта к стенкам цилиндра и не допустить его подтаивания.

Пороки мороженого

Пороки мороженого подразделяются на пороки вкуса и аромата, а также пороки консистенции.

К порокам вкуса и аромата относятся недостаточно сладкий вкус, привкус перепастеризации, салистый вкус, посторонние привкусы и запахи.

Недостаточно сладкий вкус мороженого является результатом несоблюдения рецептуры при составлении смеси или неадекватной заменой свекловичного сахара на его заменители и подсластители.

Привкус перепастеризации появляется при несоблюдении режима пастеризации. Так, длительная выдержка смеси при температуре пастеризации или повышенная температура приводит к появлению пригорелого вкуса. Наиболее распространен этот порок при повышенной кислотности применяемого молочного сырья.

Салистый вкус мороженого наблюдается при использовании жировых наполнителей с таким пороком.

Посторонние привкусы и запахи появляются у мороженого при использовании некачественного сырья и нарушении санитарно-гигиенических требований к содержанию оборудования.

Излишне кислый вкус мороженого фруктовых видов возникает вследствие нарушения рецептуры при составлении смеси.

Пороки консистенции включают грубую, рыхлую, хлопьевидную и очень плотную консистенцию мороженого.

Грубая структура – порок мороженого с небольшим содержанием жира. Он является результатом плохой взбитости и недостаточного количества сухих веществ в смеси.

Рыхлая, хлопьевидная консистенция мороженого наблюдается при выработке мороженого из негомогенизированной смеси и из смеси с небольшим количеством сухих веществ, а также при насыщении смеси воздухом в виде крупных пузырьков.

Очень плотная консистенция встречается у мороженого с повышенным содержанием жира и сухих веществ. Этот порок проявляется в готовом продукте при недостаточной его взбитости. Очень часто этому пороку сопутствует песчанистость, которая возникает в результате повышенного количества лактозы в смеси мороженого. Песчанистость усиливается при резких колебаниях температуры в процессе хранения и (или) при использовании в качестве наполнителей ягод, фруктов, овощей, орехов и т. п.

Контрольные вопросы

1. Какие виды мороженого Вам известны?
2. Из каких операций состоит технологический процесс производства мороженого?
3. Дайте определение и приведите режимы процесса фризерования смеси мороженого.
4. Что такое взбитость мороженого и от чего она зависит?
5. Для чего используют стабилизаторы в производстве мороженого?
6. Какие могут встречаться пороки при производстве мороженого?

2.7. Десерты

Пудинг – молочный десерт. Вырабатывается из сливок, нормализованного и обезжиренного молока, сыворотки. К молочному сырью добавляются стабилизатор структуры, сахар или подсластитель, вкусовые, ароматические добавки и пищевые красители. Подготовленные по рецептуре компоненты отмеряются и вносятся в резервуар для смешивания в следующей последовательности: подогретое до температуры (42±2) °С молочное сырье; сахар-песок; какао, или вытяжка кофе, или колер (жженый сахар), или другие вкусовые добавки в зависимости от вида производимого пудинга. Смесь перемешивается и нагревается до (90±2) °С. При этой температуре в смесь при непрерывном перемешивании вносится подготовленный стабилизатор (агар, желатин, модифицированный крахмал или их смесь и т. п.). Смесь со стабилизатором перемешивается нагревается до (90±2) °С и выдерживается при этой температуре не менее 50–60 с. Термически обработанная смесь через фильтр подается на гомогенизатор. Гомогенизация проводится при давлении 10–12,5 МПа и температуре (90±2) °С. Гомогенизированная смесь охлаждается до (58±2) °С, в нее вносят ароматические добавки, например, ванилин, и направляют при этой температуре на фасовку. Расфасованный пудинг охлаждается в холодильной камере до (8±2) °С и выдерживается при этой температуре для окончательного формирования структуры в течение 30–36 ч.

Лабораторные работы

Работа 1. Изучение состава и свойств цельномолочных продуктов

Содержание работы

Изучение состава и свойств цельномолочных продуктов.

Цельномолочными принято называть продукты, выпускаемые городскими молочными заводами. Это – молоко и сливки питьевые, кисломолочные напитки, сметана, творог и творожные изделия.

Приборы и материалы

Приборы, материалы и реактивы для определения кислотности, плотности, массовой доли сухих веществ, пробы на пастеризацию, цельномолочные продукты.

Порядок выполнения работы

Работу начинают с отбора проб цельномолочных продуктов и подготовки их к анализу. Пробы продукта помещают в чистый, ополоснутый продуктом сосуд, из которого после перемешивания выделяют предназначенную для анализа пробу объемом 500 $см^3$.

1. Органолептические показатели

Оценку цвета, запаха, вкуса, консистенции продукта проводят в соответствии с требованиями ГОСТ.

2. Определение температуры

Для определения температуры продукта применяют термометры стеклянные жидкостные (нертутные) с диапазоном измерений 0–50, 0–100 °С и ценой деления 0,5–1,0 °С.

Ход анализа. Перед измерением температуры продукт перемешивают. Измерения проводят непосредственно в емкостях и потребительской таре и упаковке. Погружают термометр в продукт до нижней оцифрованной отметки, выдерживая в нем до 2 мин. Показания снимают, не извлекая термометр из продукта.

3. Определение кислотности

Кислотность в цельномолочных продуктах определяют титрометрическим методом.

Ход анализа. Методика определения кислотности молока, сливок, кисломолочных напитков аналогична методике, представленной в главе 1. Методика определения кислотности сметаны, творога представлена ниже.

А. Определение кислотности сметаны

В стакан вместимостью от 100 до 150 мл отвешивают 5 г сметаны. Тщательно перемешивая и растирая продукт стеклянной палочкой, по-

степенно прибавляют в него 30–40 мл воды, три капли раствора фенолфталеина и титруют 0,1 н раствором едкого натра до появления не исчезающей в течение 1 мин слабо-розовой окраски. Кислотность в градусах Тернера равна количеству миллилитров 0,1 н раствора едкого натра, затраченного на нейтрализацию 5 г продукта, умноженному на 20. Расхождение между параллельными определениями должно быть не выше 2 °Т.

Б. Определение кислотности творога

В фарфоровую ступку вместимостью от 150 до 200 мл вносят 5 г продукта. Тщательно перемешивая и растирая продукт пестиком, прибавляют небольшими порциями 50 мл воды, нагретой до 35–40 °С, три капли раствора фенолфталеина и титруют раствором едкого натра до появления не исчезающей в течение 1 мин слабо-розовой окраски. Кислотность в градусах Тернера равна количеству миллилитров 0,1 н раствора едкого натра, затраченного на нейтрализацию 5 г продукта, умноженному на 20. Расхождение между параллельными определениями должно быть не выше 4 °Т.

4. Определение массовой доли жира

Массовую долю жира в цельномолочных продуктах определяют кислотным методом Гербера.

Ход анализа. Методика определения массовой доли жира в молоке, кисломолочных напитках аналогична методике, представленной в главе 1. Методика определения массовой доли жира в сливках, сметане и твороге представлена ниже.

В чистый сливочный жиромер отвешивают 5 г продукта, затем добавляют 5 мл воды, по стенке слегка наклоненного жиромера 10 мл серной кислоты и 1 мл изоамилового спирта. Далее определение проводят, как указано в главе 1. Жиромер показывает содержание жира в продукте в процентах. Объем двух делений шкалы сливочного жиромера соответствует 1% жира в продукте. Отсчет жира проводят с точностью до одного маленького деления жиромера. Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,5% жира. За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений.

При определении массовой доли жира в творожных изделиях берут навеску продукта 2,5 г и воды 7,5 мл. В этом случае содержание жира в продукте соответствует показанию жиромера, умноженному на 2.

5. Проба на пастеризацию

Арбитражным методом определения эффективности пастеризации является определение активности фермента фосфатазы. Суть метода состоит в том, что при тепловой обработке, применяемой промышленностью для пастеризации молока, нативный фермент молока фосфатаза разрушается. На этом явлении и основана проба на пастеризацию.

Ход анализа. В стеклянные пробирки вместимостью 10 мл отбирают навеску продукта, воду и раствор фенолфталеинфосфата натрия, количество которых приведено в табл. 1.

Таблица 1

Наименование продукта	Количество, мл			
	продукта	воды	0,1 н NaOH	раствора фенолфталеинфосфата натрия
Молоко цельное или обезжиренное	2	–	–	1
Сливки, сливочный напиток	2	2	–	1
Кефир, простокваша, йогурт ацидофилин	2	2	–	2
Сметана	2	2	–	2
Творог, паста ацидофильная	2	–	4	2

После добавления в пробирки воды и каждого реактива производят тщательное перемешивание следующим образом: пробирки с молоком и сливками закрывают резиновыми пробками и взбалтывают, содержимое пробирок при исследовании кисломолочных продуктов тщательно растирают стеклянной палочкой. Затем пробирки помещают в водяную баню с температурой воды 40–45 °С и определяют окраску содержимого через 10 мин и через 1 ч. Если фосфатаза разрушена, т. е. исследуемый продукт подвергался пастеризации, цвет содержимого пробирок не изменяется. При наличии фосфатазы, содержимое пробирок приобретает окраску от светло- до ярко-розовой. Это означает, что исследуемый продукт не был пастеризован или пастеризованный продукт был смешан с сырым.

б. Определение плотности

Плотность определяют только для молока. Методика определения плотности приведена в главе 1 (лаб. раб. 1, п. 6).

Оформление работы

Кратко описать порядок выполнения работы. Отобрать пробы цельномолочных продуктов, определить органолептические и физико-химические показатели в соответствии со схемой технологического контроля, представленной в табл. 2.

Определить состав и свойства представленного на анализ продукта. Полученные данные свести в табл. 2. По результатам работы сформулировать вывод.

Таблица 2

Наименование продукта	Органолептические показатели	Температура, °С	Кислотность, °Т	Содержание, %			Проба на пастеризацию	Плотность, °А
				жира	влаги	сухих веществ		
Молоко	+	+	+	+	+	+	+	+
Сливки	+	+	+	+			+	
Кисломолочные продукты	+	+	+	+			+	
Сметана	+	+	+	+	+		+	
Творог	+	+	+	+	+		+	

Работа 2. Изучение процесса сквашивания в производстве кисломолочных продуктов

Содержание работы

Ознакомление с приготовлением заквасок чистых культур молочнокислых бактерий и изучение закономерностей процесса сквашивания.

Кисломолочные продукты предназначены для непосредственного употребления в пищу. Это продукты, вырабатываемые из молока или молочного сырья путем сквашивания специально подобранными заквасками чистых культур молочнокислых бактерий.

Характеристика кисломолочных продуктов и чистых культур молочнокислых бактерий, используемых в заквасках для их производства, представлена в табл. 2.4.

Приборы и материалы

Приборы, материалы, реактивы для определения кислотности, микроскопирования заквасок, термостат, химическая посуда, чистые культуры молочнокислых бактерий, коммерческие образцы заквасок и бакконцентратов.

Порядок выполнения работы

1. Приготовление первичной производственной закваски

Приготовление первичной производственной закваски, используемой в производстве для получения кисломолочных продуктов, состоит из комплекса последовательно проводимых операций: приготовление лабораторной закваски, определение качества готовой лабораторной закваски, приготовление первичной лабораторной закваски.

1.1. Приготовление лабораторной закваски

Молоко заливают в тщательно вымытую, высушенную колбу и укупоривают пробкой. Проводят тепловую обработку (одну из трех ниже представленных):

- стерилизация в автоклавах при 1 атм в течение 20 мин;
- кипячение в течение 30 мин;
- пастеризация при 95 °С с выдержкой 1 ч.

После тепловой обработки молоко охлаждают до температуры заквашивания и вносят в него сухую закваску. Для этого во флакон с сухой закваской вносят 5–7 мл стерилизованного молока с температурой заквашивания и проводят растворение сухой закваски. Стерильной пипеткой на 10 мл переносят растворенную закваску в колбу с подготовленным молоком. Вскрытие флакона, растворение сухой закваски, заквашивание проводят в присутствии пламени спиртовой горелки или в специальном боксе. Колбу с заквашенным молоком закрывают пробкой, перемешивают и ставят в термостат с температурой сквашивания. Молоко выдерживают в термостате до образования сгустка. Полученную лабораторную закваску охлаждают до 4–10 °С и хранят при этой температуре до использования.

1.2. Определение качества готовой закваски

Качество готовой закваски определяется кислотностью полученного сгустка и видовой чистотой культуры молочнокислых бактерий. Готовая закваска должна иметь ровный, достаточно плотный сгусток кислотностью 75–85 °Т для молочных стрептококков, 100–130 °Т – для болгарской палочки, 80–100 °Т – для кефирных грибков.

Ход анализа. В коническую колбу вместимостью 100–250 мл вносят 20 мл воды, прибавляют пипеткой 10 мл продукта, переносят остатки продукта из пипетки в колбу путем промывания пипетки смесью. Тщательно перемешав содержимое колбы, проводят титрование, как описано в главе 1 (лаб. раб. 1, п. 5).

Видовой состав молочнокислых культур бактерий определяют морфологическим анализом с помощью микроскопирования.

Ход анализа. Сначала приготавливают мазок для микроскопирования. На предметное стекло петлей наносят закваску. Фиксируют в пламени горелки. Осуществляют покраску образца.

Полученный препарат микроскопируют в иммерсионной среде.

2. Приготовление первичной производственной закваски

Производственную закваску готовят из лабораторной. Для этого лабораторную закваску тщательно перемешивают и вносят в количестве 2,5–5% в пастеризованное при 90–95 °С с выдержкой 10–30 мин и охлажденное до температуры заквашивания молоко. Заквашенное молоко помещают в термостат, где выдерживают при постоянной температуре до получения сгустка. После получения плотного сгустка закваску быстро охлаждают до 4–10 °С и хранят при этой температуре до использования.

Оформление работы

Кратко описать порядок выполнения работы. Приготовить первичную производственную закваску, определить ее качество. Провести дегустацию образцов кисломолочных продуктов, заполнить дегустационную карту, приведенную в табл. 1.

Таблица 1

Образец	Цвет	Запах	Вкус	Консистенция	Кислотность

Работа 3. Изучение технологии мороженого. Оценка качества мороженого

Содержание работы

Рассчитать по рецептуре смесь для производства мороженого. Выработать мороженое. Определить состав и качественные показатели мороженого.

Оборудование, приборы, материалы

Электрофризер, аппаратура и реактивы для определения массовой доли жира, сухих веществ, взбитости и устойчивости пены мороженого. Сырье для производства мороженого.

Порядок выполнения работы

1. Расчет рецептуры, составление смеси и выработка мороженого

Расчет рецептуры смеси мороженого заключается в определении массы сырья, обеспечивающей требуемый состав смеси по массовой доле жира, сахарозы и других составных частей продукта (табл. 1).

Пример 1. Рассчитать рецептуру на 1000 г молочного мороженого (молочного жира 3,5%; сахарозы 15,5%; СОМО 10%) из молока (жира 3,2%; СОМО 8,1%), сливок (жира 40,0%; СОМО 4,8%), сухого обезжиренного молока (СОМО 93,0%), сахара-песка и желирующего крахмала (сухих веществ 80%).

Принимаем массу молока – 700 г, в нем содержится молочного жира: 700×0,032 = 22,4 г, а недостающая масса жира составит 35,0–22,4 = = 12,6 г, для восполнения которой требуется 12,6:0,4 = 31,5 г сливок.

В молоке и сливках содержится СОМО 700×0,081 + 31,5×0,048 = = 58,2 г. Недостающая масса СОМО составляет 100 – 58,2 = 41,8 г, для

восполнения которой потребуется 41,8:0,93 = 44,9 г сухого обезжиренного молока.

Таблица 1. Расчет рецептуры смеси мороженого, г

Сырье и показатели готового продукта	Номер рецептуры молочного мороженого		
	1	2	3
Сырье			
Молоко коровье цельное (жира 3,2%; СОМО 8,1%)	500,0	600,0	–
Сливки из коровьего молока (жира 40,0%; СОМО 4,8%)	180	–	150,0
Масло сливочное любительское (жира 78,0%; СОМО 2,0%)	–	93,0	–
Сливки сухие (жира 42,0%; СОМО 55,0%)	–	–	75,1
Молоко цельное сгущенное с сахаром (жира 8,5%; СОМО 20,0%; сахарозы 43,5%)	–	98,0	100,0
Молоко коровье цельное сухое (жира 25,0%; СОМО 68,0%)	48,1	–	–
Молоко коровье сухое обезжиренное (СОМО 93,0%)	19,6	–	28,5
Сыворотка молочная подсырная сгущенная (сухих веществ 40,0%)	–	75,0	–
Сахар-песок	140,0	97,4	96,5
Отходы вафельные (сухих веществ 93,0%)	–	–	5,4
Крахмал картофельный желирующий (сухих веществ 80,0%)	10,0	–	–
Желатин	–	–	4,0
Агароид	–	3,0	–
Казеинат натрия (сухих веществ 94,0%)	5,0	–	–
Ванилин	0,1	0,1	0,1
Вода питьевая	97,2	33,5	540,4
Итого:	1000,0	1000,0	1000,0

Общая масса сырьевых компонентов, включая массу сахара-песка (155 г), желирующего крахмала (15 г) и ванилина (0,10 г), составит:

$$700 + 31{,}5 + 44{,}9 + 155 + 15 + 0{,}10 = 946{,}5 \text{ г.}$$

К смеси следует добавить питьевой воды

$$1000 - 946{,}5 = 53{,}5 \text{ г.}$$

Результаты расчета рецептуры производства 1000 г молочного мороженого приведены в табл. 2.

Пример 2. Рассчитать рецептуру на 1000 г сливочно-шоколадного мороженого (молочного жира 10,0%; сахарозы 16,0%; СОМО 9,06%; сухих веществ какао-порошка 0,94%) из следующего сырья: молоко жира 3,2%; СОМО 8,1%), сливки (жира 40,0%; СОМО 4,8%), молоко цельное сгущенное с сахаром (жира 8,5%; СОМО 20,0%; сахарозы 43,5%), молоко нежирное сгущенное с сахаром (СОМО 26,0%; сахарозы 44,0%), сахар-песок, какао-порошок и агароид.

Таблица 2. Результаты расчета рецептуры молочного мороженого

Сырье	Масса, г				
	сырья	жира	СОМО	сахарозы	сухих веществ
Молоко (жира 3,2%; СОМО 8,1%)	700,0	22,4	56,7	–	79,1
Сливки (жира 40,0%; СОМО 4,8%	31,5	12,6	1,50	–	14,10
Молоко сухое обезжиренное (СОМО 93,0%)	44,9	–	41,8	–	41,8
Сахар-песок	155,0	–	–	155,0	155,0
Желирующий крахмал (сухих веществ 80,0%)	15,0	–	–	–	12,0
Ванилин	0,1	–	–	–	0,1
Вода питьевая	53,5	–	–	–	–
Итого:	1000,0	35,0	100,0	155,0	302,1

Если массу молока принять 500 г и цельного сгущенного молока с сахаром 100 г, то в общей массе этого сырья содержится молочного жира

$$500 \times 0{,}032 + 100 \times 0{,}085 = 24{,}5 \text{ г.}$$

Недостающая масса жира составит 100 – 24,5 = 75,5 г и может быть восполнена только за счет сливок, которых потребуется 75,5:0,4 = 188,8 г.

Масса СОМО, внесенного с коровьим молоком, цельным сгущенным молоком с сахаром и сливками, составит 500×0,081 + 100×0,2 + + 188,8×0,048 = 69,6 г, недостающая масса СОМО 90,6 – 69,6 = 21,0 г.

Масса нежирного сгущенного молока с сахаром, требующаяся для восполнения недостатка СОМО, составит

$$21{,}0:0{,}26 = 80{,}8 \text{ г.}$$

Со сгущенным цельным и нежирным сгущенным молоком в смесь внесено сахара

$$100 \times 0{,}435 + 80{,}8 \times 0{,}44 = 79{,}1 \text{ г.}$$

Дополнительно следует внести 160 – 79,1 = 80,9 г сахара.

Общая масса сырьевых компонентов, включая массу какао-порошка (10 г) и агароида (3 г), составит

$$500 + 100 + 188{,}8 + 80{,}8 + 80{,}9 + 9{,}4 + 3 = 962{,}9 \text{ г.}$$

К смеси потребуется добавить 1000 – 962,9 = 37,1 г воды.

Результаты расчета рецептуры производства 1000 г сливочно-шоколадного мороженого приведены в табл. 3.

Выработку мороженого начинают с подготовки смеси. Сырье для получения смеси на молочной основе загружают в смесительную ванну в следующем порядке: жидкие продукты, затем сухие продукты, вкусо-

вые наполнители, стабилизатор вносится в заключение. Для более полного и быстрого растворения продуктов смесь нагревают до 35–40 °С и тщательно перемешивают. Нерастворившиеся частички и примеси удаляют фильтрацией. После фильтрации смесь пастеризуют при температуре 80–85 °С с выдержкой 50–60 с. Для улучшения структуры мороженого и уменьшения отстаивания жира при фризеровании проводится гомогенизация. Далее смесь охлаждают до 4–6 °С и оставляют при этой температуре. Время созревания зависит от вида используемого стабилизатора и составляет от 1 до 24 ч. Созревшая смесь подается на фризерование.

Таблица 3. Результаты расчета рецептуры сливочно-шоколадного мороженого

Сырье	Масса, г				
	сырья	молочного жира	СОМО	сахарозы	сухих веществ
Молоко коровье цельное (жира 3,2%; СОМО 8,1%)	500,0	16,0	40,5	–	56,5
Сливки (жира 40,0%; СОМО 4,8%	188,8	75,5	9,1	–	84,6
Молоко цельное сгущенное с сахаром (жира 8,5%; СОМО 20,0%; сахарозы 43,5%)	100,0	8,5	20,0	43,5	72,0
Молоко нежирное сгущенное с сахаром (СОМО 26,0%; сахарозы 44,0%)	80,8	–	21,0	35,6	56,6
Сахар-песок	80,9	–	–	80,9	80,9
Какао-порошок (сухих веществ 94,0%)	10,0	–	–	–	9,4
Агароид	3,0	–	–	–	3,0
Вода питьевая	36,5	–	–	–	–
Итого:	1000,0	100,0	90,6	160,0	360,0

2. Определение состава и качественных показателей мороженого

2.1. Массовая доля жира

Массовую долю жира определяют кислотным методом Гербера.

Ход анализа. Для определения массовой доли жира в молочном мороженом отвешивают с точностью до 0,01 г 5 г мороженого в молочный жиромер. Добавляют 10 мл серной кислоты плотностью 1,50–1,55 г/см^3, так, чтобы уровень жидкости был на 4–6 мм ниже основания горлышка жиромера. Добавляют 1 мл изоамилового спирта. Жиромер закрывают пробкой, встряхивают до полного растворения содержимого, помещают в водяную баню пробкой верх. Термостатирование проводят при 65–70 °С в течение 5 мин. Для определения содержания жира в процентах отсчитывают показания жиромера и умножают на 2,2. Расхождение между двумя параллельными измерениями не должно превышать одно деление.

2.2. Массовая доля сухих веществ

Массовую долю сухих веществ в мороженом определяют высушиванием.

Ход анализа. Стеклянный стаканчик с крышкой помещают в сушильный шкаф с температурой 102–105 °С на 30 мин. Стаканчик вынимают из сушильного шкафа, закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе и взвешивают с точностью до 0,01 г. В высушенный стаканчик помещают 10 мл расплавленного мороженого, закрывают крышкой и немедленно взвешивают. Открытый стаканчик помещают в сушильный шкаф при температуре 102–105 °С. Через час и каждые последующие 30 мин стаканчик вынимают из сушильного шкафа, закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Высушивание ведут до тех пор, пока разность между двумя последовательными взвешиваниями не достигнет 0,04 г или менее. Содержание влаги в смеси мороженого вычисляют по формуле:

$$B_{мор} = \frac{A - A_1}{A - A_0} \cdot 100,$$

где $B_{мор}$ – массовая доля влаги в смеси мороженого, %; A_0 – масса пустого стаканчика, г; A – масса стаканчика с навеской до высушивания, г; A_1 – масса стаканчика с навеской после высушивания, г.

Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,2%. Содержание сухих веществ в мороженом рассчитывают по формуле:

$$C_{мор} = 100 - B_{мор},$$

где $C_{мор}$ – массовая доля сухих веществ в смеси мороженого, %.

2.3. Кислотность

Устойчивость мороженого определяют титрованием.

Ход анализа. В коническую колбу емкостью 100–250 мл отвешивают 5 г мороженого, добавляют 30 мл дистиллированной воды, три капли 1%-ного раствора фенолфталеина. Смесь тщательно перемешивают и титруют 0,1 н раствором едкого натра до появления слабо-розовой, не исчезающей в течение 1 мин окраски. Кислотность в градусах Тернера равна количеству щелочи, пошедшей на титрование, и умноженному на 20. Расхождения между параллельными определениями должны быть не более 1 °Т.

2.4. Устойчивость пены

Устойчивость пены мороженого определяют по высоте столба пены после расплавления 100 мл мороженого, помещенного в стакан с диаметром 50 мм, при температуре продукта 20 °С.

2.5. Взбитость мороженого

Взбитость определяют по изменению массы определенного объема мороженого. Расчет ведут по формуле:

$$\Phi = \frac{100(M_{см} - M_{мор})}{M_{мор}},$$

где Ф – взбитость мороженого, %; $M_{см}$ – масса смеси мороженого объемом 100 мл; $M_{мор}$ – масса мороженого объемом 100 мл.

3. Органолептическая оценка мороженого

Органолептическую оценку мороженого проводят по 100-бальной системе показателей, представленной в табл. 4.

Таблица 4

Органолептические показатели	Предельный балл
Вкус и аромат	60
Структура и консистенция	30
Цвет и внешний вид	10

Оформление работы

Кратко описать порядок выполнения работы. Выработать мороженое, провести оценку качества мороженого. Результаты анализов и органолептической оценки занести в табл. 5.

Таблица 5

Вид мороженого	Массовая доля, %		Кислотность, °Т	Устойчивость пены, мм	Взбитость, %	Органолептические показатели, балл
	жира	сухих веществ				

Сформулировать вывод о проделанной работе.

Глава 3. Технология масла

3.1. Виды масла

Сливочное масло, или масло из коровьего молока, – это пищевой продукт, вырабатываемый из коровьего молока, преимущественно состоящий из молочного жира и обладающий специфическим, свойственным ему вкусом и ароматом, предназначенный для непосредственного употребления, а также использования в пищевой промышленности и кулинарных целях. Кроме жира, в масло частично переходят все составные части молока – белки, молочный сахар, фосфолипиды, вода. Характеристика состава основных видов масла представлена в табл. 3.1.

Отечественными специалистами разработан широкий ассортимент масла. Наряду с традиционными видами масла (сладкосливочное, вологодское) разработаны новые виды масла с повышенным содержанием плазмы и различными вкусовыми, белковыми и жировыми добавками. Введение добавок в масло позволяет расширить его ассортимент, повысить рентабельность производства, обеспечить различные категории потребителей специальными продуктами.

Продукты, содержащие молочный жир в количестве более 50%, относятся к категории сливочного масла; при снижении массовой доли жира продукт относят к аналогам сливочного масла (облегченное масло или масляны) – это масляно-жировые эмульсии, которые занимают промежуточное место между маслом и сметаной.

Сливочное масло – это уникальный пищевой продукт, который обладает высокой усвояемостью (98%), высокой биологической ценностью.

ГНУ ВНИИМС разработаны ГОСТ Р 52176-2003 «Продукты маслоделия и сыроделия. Термины и определения», утвержденный Госстандартом России 29 декабря 2003 г. за № 406-ст, и ГОСТ Р 52253-2004 «Масло и масляная паста из коровьего молока. Общие технические условия»,

3.1. Характеристика состава основных видов масла

Наименование масла	Массовая доля, %					Содержание, мг/кг	
	жира	влаги	СОМО	соли	наполнителя	фосфолипидов	холестерина
Традиционное масло							
Сладко- и кислосливочное						950–1250	1810–1960
несоленое	82,5	16,0	1,5	–	–		
соленое	81,5	16,0	1,5	1,0	–		
Вологодское	82,5	16,0	1,5	–	–		
Любительское сладко- и кислосливочное							
несоленое	78,0	20,0	2,0	–	–		
соленое	77,0	20,0	2,0	1,0	–		
Крестьянское сладкосливочное						1340–1500	1750–1800
несоленое	72,5	25,0	2,5	–	–		
соленое	71,5	25,0	2,5	1,5	–		
кислосливочное	72,0	25,0	2,5	–	–		
Российское сладко- и кислосливочное	70,0	27,0	3,0	–	–		
Бутербродное сладко- и кислосливочное	61,5	35,0	3,5	–	–	1960–2507	1630–1700
С наполнителями							
Шоколадное	62,0	16,0	3,5	–	какао – 2,5; сахар – 18,0	3705–3600	1250–1500
Фруктовое	62,0	18,0	3,5	–	сахар – 16,0		
Медовое	52,0	18,0	3,5	–	мед – 25,0		
Масло с облепихой	52,0	33,0	3,5	–			
Масло с кофе, или с какао, или с фруктово-ягодным наполнителем	52,0	27,0	3,5	–			
Специального назначения							
Ярославское	52,0	30,0	3,5	–	–		
Детское	50,0	40,0	8,0	–	Раст. жир – 10%; мол.-белк. конты; вкус. наполит.		
Концентраты жира							
Молочный жир	99,8	0,2	–	–	–		
Топленое масло	99	1,0	–	–	–		

утвержденный Госстандартом России 10 марта 2004 г. за № 165-ст с датой введения – 2005-07-01.

ГОСТ Р 52253-2004 распространяется на масло из коровьего молока (далее – масло) с массовой долей молочного жира не менее 50% и масляную пасту из коровьего молока (далее масляная паста) с массовой долей жира от 39% до 49%, предназначенные для непосредственного употребления в пищу, кулинарных целей и использования в смежных отраслях промышленности.

Классификация масла. Согласно ГОСТ Р 52253-2004, масло из коровьего молока в зависимости от технологии изготовления подразделяют на сливочное и топленое.

Сливочное масло по технологическому принципу делится на: сладкосливочное, включая стерилизованное; кислосливочное; подсырное.

Сладкосливочное и кислосливочное масла в зависимости от массовой доли жира подразделяют на классическое (от 80 до 85%) и пониженной жирности (от 50 до 79%).

Массовая доля жира в топленом масле – не менее 99%; в подсырном масле – не менее 80%.

Сладкосливочное и кислосливочное масло классической и пониженной жирности в зависимости от добавки поваренной соли делят на несоленое и соленое.

В производстве масла разрешено применять пищевые добавки, характеристика и допустимая доза которых представлена в табл. 3.2.

3.2. Характеристика добавок, разрешенных в производстве масла

Наименование пищевой добавки	Массовая доля, % (мг/кг)
Поваренная соль	1,0 (10000)
Пищевой краситель каротин	0,0003 (3)
Ароматизаторы	0,1 (1000)
Витамины:	
витамин А	0,001 (10)
витамин Д	$0{,}005 \cdot 10^{-3}$ (0,05)
витамин Е	0,02 (200)
Антиокислитель бутилгидрокситолуол	0,0075 (75)
Консерванты:	
сорбиновая кислота и ее соли натрия, калия, кальция (в пересчете на кислоту)	0,1 (1000)
бензойная кислота и ее соли натрия, калия и кальция (в пересчете на кислоту)	0,05 (500)
Стабилизаторы консистенции и эмульгаторы	От 0,3 (3000) до 2,0 (20000)

ГОСТ Р 52253-2004 распространяется на новый жировой продукт молочной промышленности – масляную пасту.

Классификация масляных паст. Масляную пасту из коровьего молока в зависимости от особенностей технологии изготовления делят на сладкосливочную и кислосливочную, а по содержанию поваренной соли – на несоленую и соленую.

3.2. Способы производства масла

На современном этапе производство масла осуществляется по двум основным схемам: классической и рекомбинированной.

Классическая схема производства масла основана на выделении жировой фазы из цельного молока сепарированием и использовании сливок в производстве масла.

Рекомбинированная схема производства масла основана на использовании жировых дисперсий, восстановленных из воды и молочного сырья, а именно: молочного жира, сухого обезжиренного молока, сливочного масла, сухой молочной плазмы и т. п.

Первый вид отечественного масла по рекомбинированной технологической схеме был разработан ВНИИМС, в 1984 г. внедрен в производство на целиноградском молочном заводе (Республика Казахстан). Продукт получил название – масло сливочное «Целинное».

Масло «Целинное», выработанное способом преобразования высокожирных сливок, по содержанию компонентов, структурно-механическим свойствам и органолептическим показателям идентично маслу «Крестьянскому», выработанному по классической технологической схеме аналогичным методом. В 1997 г. ВНИИМС разработал нормативную документацию на «Масло рекомбинированное крестьянское».

По классической технологической схеме масло можно вырабатывать двумя способами:

- сбиванием;
- преобразованием высокожирных сливок.

Первым способом масло получают из сливок путем их сбивания в маслоизготовителе периодического или непрерывного действия. Вторым способом сливки подвергают второму сепарированию с целью получения высокожирных сливок (ВЖС) с содержанием жира, равным его содержанию в готовом масле, и направляют в маслообразователь, где происходит обращение фаз. Эмульсия прямого типа (жир в воде), что характерно для сливок, переходит в эмульсию обратного типа (вода в жире), что свойственно сливочному маслу.

В основе производства масла традиционных видов лежат три основных технологических процесса:

- концентрирование молочного жира (сепарирование).
- кристаллизация молочного жира (физическое созревание).
- обращение фаз (термомеханическая обработка).

Последовательность и режимы операций производства масла по классической технологии условно представлены на схеме (рис. 3.1).

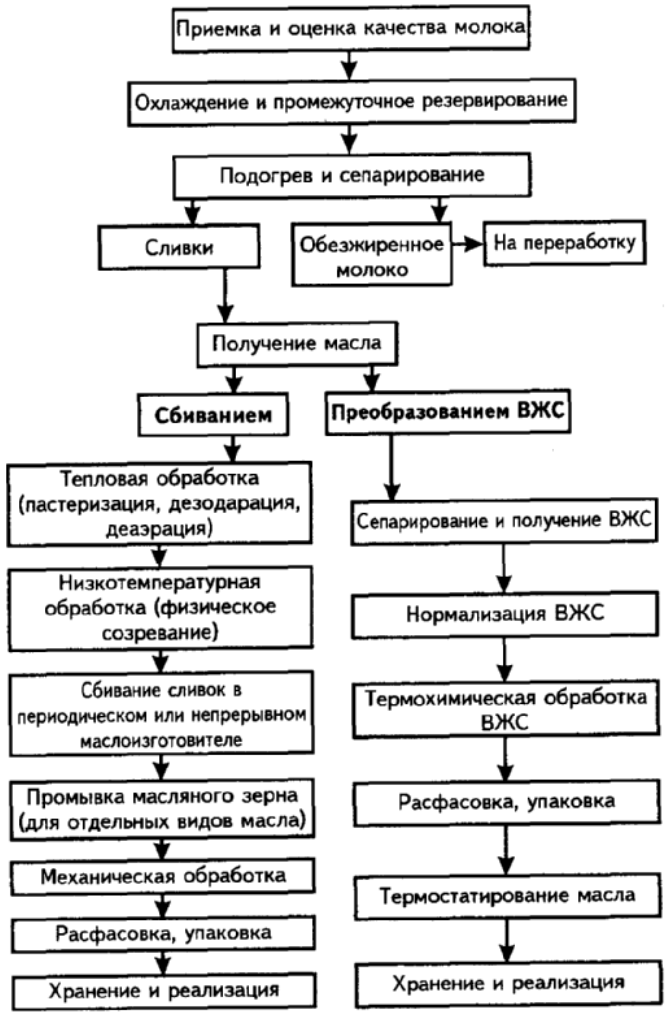


Рис. 3.1. Общая технологическая схема производства масла

Требования к качеству молока и сливок в маслоделии

Для производства масла молоко должно отвечать требованиям ГОСТ Р 52054–2003 «Молоко натуральное коровье – сырье».

Для производства масла целесообразно подбирать молоко с повышенным содержанием жира и большим диаметром жировых шариков, так как при этом уменьшается расход молока на выработку масла и повышается эффективность использования молочного жира. Если молоко содержит жира 3,6%, то расход молока на производство 1 т сладкосливочного масла составит 25 т, степень использования жира – 98%. Если молоко содержит жира 4,5%, то расход молока на 1 т сладкосливочного масла – 19 т, степень использования жира – 99%.

Степень использования жира зависит от размера жировых шариков. Жировые шарики с диаметром до 1 мкм остаются в обезжиренном молоке и в пахте, и только жировые шарики диаметром 2–4 мкм переходят в масло. Дисперсность жира зависит от времени года, от породы и условий кормления.

В качестве сырья можно использовать сливки. Для производства рекомбинированного сливочного масла используют сухие сливки, сливочное масло и сухое молоко. Требование к сливкам указывается в технологических инструкциях (ТИ) по производству сливочного масла. Согласно ТИ, сливки подразделяются на сорта в зависимости от жирности и кислотности сливок (табл. 3.3).

3.3. Сорта сливок

Сорт сливок	Кислотность сливок, °Т, при жирности			
	27–30%	32–35%	36–41%	свыше 42%
I сорт, t = 10 °С	15	14	13	12
II сорт, t = 15 °С	18	17	16	15

Дополнительные требования для сливок I сорта: не допускается наличие механических загрязнений, комочков жира и хлопьев белка, а также замораживание и подмораживание сливок. Вкус: чистый, свежий, без посторонних привкусов и запахов. Сливки II сорта: слабо нормированный привкус и запах, допускаются комочки масла, хлопья белка, следы замораживания.

При приемке определяют термоустойчивость сливок пробой на кипячение. Для сливок I сорта характерно отсутствие хлопьев белка, для II сорта допускаются отдельные хлопья белка. Сливки, не удовлетворяющие требованиям II сорта, относят к несортовым.

Пригодность сливок и молока определяют по наличию свободных жирных кислот, так как свободные жирные кислоты приводят к порокам масла в процессе хранения.

Методика определения свободных жирных кислот. В пробирку отмеривают 10 мл молока, добавляют 0,1 г КОН концентрацией 0,1 н, закрывают пробкой и 5 мин выдерживают на водяной бане. Пробирку вынимают из кипящей водяной бани, открывают пробку и определяют запах и вкус пробы. Если вкус и запах чистые, то в молоке содержится малое количество свободных жирных кислот и масло из этого молока подлежит к длительному хранению без каких-либо пороков. Если запах и привкус мыльные, то масло подлежит кратковременному хранению. Если запах и привкус рыбные, то необходима его немедленная реализация.

Получение сливок сепарированием молока

Основным сырьем для производства масла являются сливки. Жирность сливок определяется видом выпускаемого масла. Например, для производства вологодского масла жирность сливок должна составлять от 25 до 28%, для других видов масла – 35–38%. Получают сливки сепарированием молока. При сепарировании молочные заводы используют трудности из-за отсутствия технологических инструкций на сепарирование. Обычно массовая доля жира в сливках в процессе сепарирования регулируется с помощью дроссельных винтов. Для получения сливок с массовой долей жира 25–35% дроссель на выходе сливок максимально завинчивают, а регулирование жирности сливок производят положением дросселя на выходе обезжиренного молока. Если жирность сливок пониженная, то выход обезжиренного молока делают свободным. Для получения сливок повышенной жирности (40–50%), дроссель на выходе обезжиренного молока вывинчивают, а жирность сливок регулируют вентилем на выходе сливок.

На маслозаводах используют в основном два типа сепаратора: ОСТ-3 и ОСН-С. Рекомендуемые параметры работы сепараторов представлены в табл. 3.4.

3.4. Рекомендуемые параметры работы сепараторов

Массовая доля жира в сливках, %	Сепаратор ОСТ-3			Сепаратор ОСН-С		
	температура сепарирования, °С	производительность по молоку, кг/ч	массовая доля жира в обезжиренном молоке, %	температура сепарирования, °С	производительность по молоку, кг/ч	массовая доля жира в обезжиренном молоке, %
20–30	35–40	5500	0,03	35–40	9000	0,04
30–40	40–45	4500	0,04	35–40	8000	0,04
40–50	40–50	3800	0,04	40–45	6000	0,04
50–60	40–50	3000	0,05	40–45	5000	0,05

Исправление пороков сливок

Для получения масла высокого качества необходимо соблюдение санитарно-гигиенических условий производства молока и первичная обработка его в хозяйстве. Все пороки молока, связанные с его получением, хранением и транспортированием, усиливаются в сливках в 8–10 раз, а в масле -- в 20–25 раз. Поэтому при производстве масла требуется тщательная сортировка сырья в соответствии с ГОСТ 52054 «Молоко натуральное коровье – сырье» и ГОСТ 52253 «Масло и масляная паста из коровьего молока». Сливки, имеющие пороки, используются в производстве масла только после их устранения.

Известны четыре основных способа исправления пороков сливок:

1. промывка сливок водой;
2. деаэрация;
3. дезодорация;
4. вакриация.

Промывка сливок водой. С помощью этого способа удаляются привкусы сливок: нечистый, кормовой, кислый и дрожжевой. Носителем этих привкусов является плазма сливок. Исправление пороков сливок ведут в два этапа:

1 этап: сливки разбавляют водой до массовой доли жира 5–8% и подвергают сепарированию;

2 этап: полученные сливки на втором этапе вновь разбавляют обезжиренным молоком до массовой доли жира 5–8% и осуществляют повторное сепарирование.

Если не удалось исправить пороки вкуса, то промывку повторяют. Промывка сливок водой имеет недостатки:

- во-первых, сепарирование сопровождается большими потерями жира, что снижает степень использования молочного жира;
- во-вторых, в результате промывания процесс образования масляного зерна протекает быстрее и часть молочного жира не успевает перейти в масло, что приводит к повышенному отходу жира в пахту. Жирность пахты при производстве масла (из промытых сливок) составляет 1,5–1,7%. Стандартное содержание жира в пахте 0,3–0,7% (в зависимости от способа производства).

Деаэрация. Слабо выраженный запах можно удалить промыванием или продуванием воздухом тонкого слоя сливок, а также проветриванием сливок при их стекании по открытой поверхности оросительного охладителя.

Дезодорация – удаление из подогретых сливок нежелательных вкусовых и ароматических легколетучих веществ – это наиболее распространенный способ исправления пороков сливок. Во время дезодорации осуществляется паровая дистилляция легколетучих веществ. Дезодорацию осуществляют при пониженном давлении на специальных установках для термовакуумной обработки сливок ОДУ-3 и ОДУ-3М, которые входят в состав линии А1-ОЛО (производительность 1000 кг/ч) и П8-ОЛФ (1000 кг/ч), соответственно. Дезодорация является промежуточным этапом процесса пастеризации, поэтому дезодорационные установки сочетают с теплообменными аппаратами в пастеризационно-охладительных установках. Сливки при температуре 80 °С пропускают через дезодорационную установку. При разрежении 0,04–0,06 МПа сливки закипают через 4–5 с, и за счет вакуумной обработки удаляется испаренная влага, а с ней и посторонние запахи и привкусы.

Вакриация – это термическая обработка сливок под вакуумом для удаления запахов и привкусов. При вакриации сливки подогреваются паром посредством прямого контакта.

Применяются трехкамерные вакриаторы:

- первая камера – остаточное давление составляет 0,065–0,08 МПа при температуре 95 °С;
- вторая камера – остаточное давление составляет 0,05–0,067 МПа при температуре 71,2–82,2 °С;
- третья камера – остаточное давление составляет 0,007–0,001 МПа при температуре 43,5 °С.

Вакриация – наиболее распространенный за рубежом способ исправления пороков сливок.

Тепловая обработка сливок

Цель тепловой обработки – уничтожение патогенных микроорганизмов и инактивация ферментов. При выборе режимов пастеризации учитывают следующие факторы. Полная инактивация ферментов липазы и пероксидазы происходит при температуре не ниже 85 °С. Поэтому температуру пастеризации сливок устанавливают ниже 85 °С. На выбор режимов пастеризации влияют сроки хранения сливок. Чем дольше сливки хранятся, тем больше массовая доля и возраст микроорганизмов. Сливки длительного хранения подвергаются высокотемпературной и длительной тепловой обработке. Выбор режимов тепловой обработки зависит также от вида вырабатываемого масла и качества сливок. Режим пастеризации определяется и временем года. В зимний период повышается температура пастеризации, а в летний период – снижается.

При производстве сладкосливочного масла из сливок I сорта используются следующие режимы их пастеризации: летом – при температуре 85–90 °С с выдержкой 5–15 мин, зимой – при 92–95 °С с выдержкой 5–15 мин.

Для сливок II сорта обязательно сочетание тепловой обработки и дезодорации. При этом температуру пастеризации повышают на (6±1) °С.

Для вологодского масла режимы тепловой обработки особые, так как они определяют его характерный вкус и аромат и зависят от жирности сливок. Для получения орехового вкуса вологодского масла используют температуру тепловой обработки сливок 97–98 °С с выдержкой 10–15 мин или выше 100 °С без выдержки.

Для кислосливочного масла режимы тепловой обработки не должны превышать 90 °С, так как повышение температуры ведет к увеличению редуцирующих веществ (SH групп). При пастеризации свыше 90 °С в кислосливочном масле будут меньше образовываться ароматобразующие вещества (диацетил и ацетоин) и у кислосливочного масла будет слабо выраженный вкус и аромат, что недопустимо.

Пастеризацию сливок осуществляют на пластинчатых или трубчатых пастеризаторах. На малых производствах возможно для пастеризации использовать ванны длительной пастеризации.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте масло как продукт.
2. Основные современные тенденции в производстве масла и его аналогов.
3. Дайте характеристику отдельным группам сливочного масла.
4. Какими способами вырабатывают масло?
5. Назовите основные технологические схемы и способы производства масла.
6. В чем заключается способ производства масла сбиванием?
7. Приведите общую технологическую схему производства масла способом сбивания.
8. Приведите общую технологическую схему способом преобразования.
9. В чем заключается способ производства масла преобразованием высокожирных сливок?
10. Что является сырьем в производстве масла?
11. Какие требования предъявляются к сырью в маслоделии?
12. В чем особенность приемки и оценки качества сливок в производстве масла?
13. Как определяют термостойкость сливок?
14. Какова методика определения свободных жирных кислот в сливках?
15. В чем состоят особенности получения сливок?
16. Как можно повысить качество сырья для производства масла?
17. Какие существуют способы исправления пороков сливок?
18. Дайте характеристику операции деаэрации с указанием режимов проведения.
19. Чем деаэрация отличается от дезодорации и вакриации?
20. Назначение и режимы проведения тепловой обработки сливок.

3.3. Производство масла способом сбивания

Низкотемпературная обработка сливок

Чистый молочный жир – это расплав глицеридов в жидком состоянии. Глицериды представляют собой сложные эфиры глицерина и жирных кислот. Различают моно-, ди- и триглицериды. В зависимости от вида жирных кислот, триглицериды бывают тринасыщенные, динасыщенные и мононасыщенные. Триглицериды делятся на легкоплавкие, средне- и тугоплавкие. Соотношение легкоплавких и тугоплавких зависит от времени года и вида кормов. Зимой в молочном жире содержание насыщенных жирных кислот увеличивается, а летом снижается. По этой причине зимой масло имеет крошливую и твердую консистенцию, а летом мягкую, мазеобразную и нетермоустойчивую.

Регулировать структуру и консистенцию масла можно с помощью специально подобранных режимов физического созревания сливок. Процесс физического созревания сливок в производстве масла основан на явлении полиморфизма молочного жира, способности кристаллизоваться с образованием различных пространственных решеток, конфигураций и размеров кристаллов. В зависимости от условий охлаждения сливок (температуры, скорости охлаждения и времени выдержки) формируются кристаллы с различными физическими и термодинамическими свойствами, которые способны переходить из одной полиморфной формы в другую.

В молочном жире обнаружены четыре полиморфные формы:

$$\gamma \rightarrow \alpha \rightarrow \beta' \rightarrow \beta.$$

Переход из одной полиморфной формы в другую идет только в указанном направлении. Самой неустойчивой является γ-форма, а самой устойчивой – β-форма.

γ-Форма представляет собой стеклоподобное состояние молочного жира и образуется при быстром охлаждении молочного жира в среде жидкого азота при температуре минус 80 °С.

α-Форма имеет вид игольчатых кристаллов. Образуется при быстром охлаждении (при переходе температуры от 10 °С до 0 °С). α-Форма выкристаллизовывается в виде двух твердых расплавов – α_2- и α_3-форм. α_2- и α_3-формы отличаются структурой и длиной цепочки: α_2 имеет двойную длину цепочки, а α_3 – тройную длину цепочки. α_3-Форма характеризуется рыхлой неустойчивой структурой, которая существует 20–30 мин и затем переходит в более устойчивую форму α_2. Поэтому в процессе охлаждения сливок α-форма может выкристаллизовываться в виде смешанной группы кристаллов.

α-Форма имеет легкоплавкие ($t_{пл}$ = 15–16 °С) и тугоплавкие ($t_{пл}$ = 24–27 °С) группы. Легкоплавкая α-форма неустойчива и при темпе-

ратуре 8–12 °С переходит в β′-форму. β′-Форма выкристаллизовывается из расплава при температуре 12–15 °С в виде сферолитов. Сферолит представляет собой сферу, в которой находятся игольчатые кристаллы.

При сбивании сливок, не прошедших физического созревания, получается масло мазеобразной, мягкой консистенции с большим отходом жира в пахту.

В процессе физического созревания около половины молочного жира должно отвердеть. В процессе отвердевания жир претерпевает сложные фазовые изменения, в результате чего изменяется агрегатное состояние молочного жира, образуются смешанные кристаллы и происходит его полиморфное превращение.

Степень отвердевания молочного жира зависит от соотношения в нем различных по плавкости триглицеридов, которые меняются по сезонам года (зимой – более интенсивное). Отвердевание триглицеридов из расплава молочного жира происходит последовательно и в соответствии со степенью их насыщения. В начале физического созревания выкристаллизовываются высокоплавкие триглицериды, затем среднеплавкие и в заключение – легкоплавкие.

В процессе охлаждения увеличивается вязкость, которая обусловливает групповую кристаллизацию. Группы, состоящие из родственных по химической природе и физическим свойствам триглицеридов, образуют смешанные кристаллы. Чем медленнее идет охлаждение, тем больше в твердой фазе жира, который имеет смешанные кристаллы. При очень медленном охлаждении отмечено образование до 7 групп смешанных кристаллов, обладающих температурой плавления в диапазоне от 10 до 53 °С. Поэтому при медленном охлаждении один и тот же молочный жир имеет несколько точек отвердевания, из которых выделяют четыре главные точки в зависимости от температуры:

t = 20–23 °С; t = 11–14 °С; t = 4–6 °С; t = минус 3 – минус 5 °С.

При медленном охлаждении возникает очень мало центров кристаллизации молочного жира. Поэтому медленное охлаждение приводит к получению нетермоустойчивого масла. Незначительное повышение или понижение температуры будет вызывать расплавление той или иной группы триглицеридов. Масло будет выделять жир и растекаться. При быстром и глубоком охлаждении достигается наибольшая степень переохлаждения системы. Чем выше скорость охлаждения, тем ниже будет температура плавления высокоплавких групп и выше – легкоплавких групп, так как в них будут входить высокоплавкие триглицериды.

С увеличением числа центров кристаллизации уменьшаются размеры кристаллов, повышается степень отвердевания, быстрее устанавливается равновесное состояние между твердым и жидким жиром. Мелкие смешанные кристаллы с развитой адсорбционной поверхностью хорошо смачиваются и удерживают жидкий жир. Это способствует формированию пластичной консистенции и повышению термоустойчивости масла. Температура 0–6 °С – оптимальная для интенсивного образования центров кристаллизации. При температуре 8 °С интенсивность кристаллизации начинает снижаться, а при 12 °С процесс кристаллизации приостанавливается.

Режимы физического созревания сливок

Для эффективного сбивания сливочного масла, т. е. для наиболее полного выделения жировых шариков из плазмы и обеспечения нормальной консистенции масла и минимального отхода жира в пахту необходимо наличие твердого жира в сливках. Для этого в технологии масла предусмотрена операция физического созревания (охлаждение и выдержка при определенной температуре сливок для обеспечения кристаллизации триглицеридов молочного жира в количестве не менее 30–35%).

После тепловой обработки сливки быстро охлаждают (скорость охлаждения 2–5 °С/с). Достигнув температуры созревания, сливки выдерживаются для обеспечения необходимой степени кристаллизации молочного жира и осуществления полиморфных изменений триглицеридов молочного жира.

Различают длительную и ускоренную низкотемпературную обработку. Длительная обработка обеспечивает физическое созревание сливок в течение 15–17 ч, а ускоренное физическое созревание – в течение 1,5–2 ч. Для обеспечения ускоренного физического созревания сливок наряду с охлаждением необходимо механическое воздействие, для которого применяют специальное устройство, где происходит кристаллизация молочного жира в атмосфере азота.

Преимущественно используют длительное физическое созревание. При длительном созревании используют одноступенчатую или многоступенчатую обработку. Под ступенью подразумевают охлаждение сливок до определенной температуры и выдержку при этой температуре в течение определенного времени.

Одноступенчатый режим физического созревания зависит от времени года и составляет: летом 6–7 ч при температуре 4–6 °С, зимой 7 ч при температуре 5–7 °С.

При многоступенчатых режимах охлаждения сливки сначала охлаждают до определенной температуры и выдерживают при этой температуре, на следующих ступенях сливки либо дополнительно охлаждают, либо, напротив, нагревают.

Режим многоступенчатой обработки определяется временем года, потому что химический состав молока, в частности триглицеридный состав, изменяется по временам года.

Многоступенчатый режим созревания сливок для весенне-летнего периода

I ступень. Сливки охлаждают до температуры 13–15 °С, что обеспечивает смешанную кристаллизацию, в процессе которой выкристаллизовываются в том числе и тугоплавкие триглицериды, и выдерживают 3 ч.

II ступень. Более глубокое охлаждение (до 4–6 °С) и выдержка 3–4 ч. Осуществляется кристаллизация легкоплавких триглицеридов.

III ступень. Сливки медленно нагревают до температуры сбивания 7–12 °С и выдерживают 1 ч. Обязательное условие – медленное нагревание. Температура воды должна быть не выше 25–27 °С, чтобы не расплавились выкристаллизовавшиеся триглицериды.

Многоступенчатый режим созревания сливок для осенне-зимнего периода

I ступень. Охлаждение до 5–7 °С и выдержка 3–4 ч, так как зимой в сливках преобладают тугоплавкие триглицериды. Чтобы предупредить крошливую консистенцию масла, необходимо обеспечить кристаллизацию не только тугоплавких, но и легкоплавких триглицеридов.

II ступень. Нагревание до 13–15 °С и выдержка 3 ч для обеспечения расплавления части высокоплавких триглицеридов.

III ступень. Охлаждение до 8–14 °С и выдержка 1 ч.

Такой режим созревания сливок обеспечивает получение масла хорошей консистенции и намазываемости.

Теоретические основы процесса сбивания сливок

Один из древнейших способов получения масла из коровьего молока – сбивание молока или сливок. Цель сбивания – вспенивание, которое осуществляли интенсивным перемешиванием, а именно: встряхиванием или вращением сосуда с молоком или сливками. Позднее для перемешивания стали применять деревянные мешалки – мутовки. За продолжительную историю производства масла конструкции приспособлений и аппаратов для получения масла изменялись, а принцип производства масла, в основе которого сбивание (или пахтанье), сохранился и до настоящего времени.

Сущность процесса сбивания состоит в объединении (агрегации) жировых шариков, потере ими оболочки, выделении свободного жира и формирование из него масляного зерна. Схема образования масляного зерна из жировых шариков (по А.И. Желтакову) представлена на рис. 3.2.

Агрегация жировых шариков происходит путем их сближения под действием внешних сил. Оболочки жировых шариков частично или полностью разрушаются, выделяется свободный жир, из которого образуется масляное зерно.

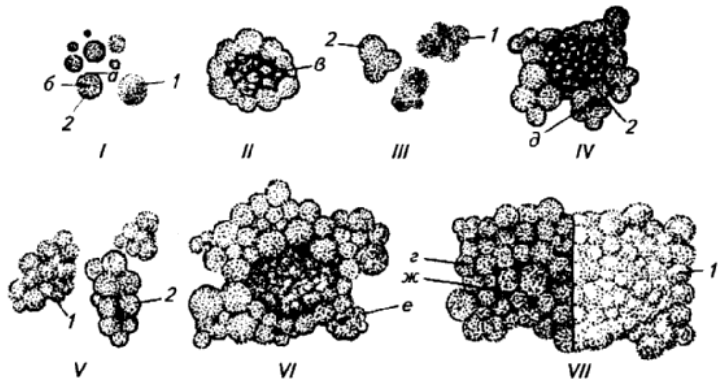


Рис. 3.2. Схема образования и строения масляного зерна (по А.И. Желтакову):

I – жировые шарики; II – жировые шарики, флотированные воздушным пузырьком; III – первичный конгломерат жировых шариков; IV – жировые шарики и их первичные конгломераты, флотированные воздушным пузырьком; V – вторичные конгломераты жировых шариков; VI – жировые шарики и их конгломераты, флотированные воздушным пузырьком; VII – масляное зерно; 1 – в объеме; 2 – в разрезе; а – оболочка; б – жир; в – внутренняя полость воздушного пузырька; г – первичный конгломерат; д – капля плазмы, захваченная при образовании конгломерата; е – захваченный жировой шарик в оболочке внутри конгломерата; ж – воздушный пузырек

Физико-химическая сущность процесса сбивания была предметом исследования многих поколений ученых разных стран мира. Поэтому существует множество теорий, объясняющих механизм агрегации жировых шариков и образование масляного зерна. Однако ни одна из существующих теорий не дает полного объяснения этого сложного и многофакторного физико-химического процесса.

Впервые теория образования масла была предложена Шторхом в 1897 г. Согласно этой теории, жировые шарики в процессе сбивания как бы склеиваются оболочками, при этом они сохраняют в масле свою индивидуальность. Дальнейшее развитие этой теории принадлежит О. Рану (1902 г.), который представлял масло как конгломерат слипшихся жировых шариков с распределенной между ними пахтой, при этом он полагал, что в процессе маслообразования участвует пена. Пенная теория получила развитие в работах зарубежных и отечественных ученых. Однако, в отличие от теории О. Рана, считалось, что маслообразование возможно после освобождения жировых шариков от оболочек (Н. Кинг, Н. Поккельс).

Одной из первых была сформулирована теория обращения фаз, в основе которой лежит переход эмульсии прямого типа (жир в воде) в эмульсию обратного типа (вода в жире). Эмульсия прямого типа характерна для молока и сливок, а обратного типа – для сливочного масла. Явление обращения фаз описывается следующим образом: в процессе сбивания жировые шарики объединяются в агрегаты, образуют масляное зерно, которое спрессовывается в пласт масла, и в нем диспергируется (равномерно распределяется в виде мельчайших капель) влага. Стойкость жировой эмульсии сливок обусловлена защитной оболочкой жировых шариков. Оболочка жирового шарика сильно «обводнена» (связана с водой, или по-другому – имеет гидрофильную оболочку). Гидрофильная оболочка прочно связана с поверхностью жирового шарика и поэтому сохраняется даже при полном удалении из сливок плазмы. Благодаря высокой гидрофильности оболочек не происходит слипания жировых шариков и обеспечивается стойкость эмульсии сливок даже при их сталкивании. Для образования масляного зерна оболочки жировых шариков должны быть частично или полностью разрушены.

Масляное зерно представляет собой концентрированную эмульсию – суспензию, состоящую из разрушенных агрегатов жировых шариков со степенью отвердевания 30–35%. Процесс разрушения оболочки жировых шариков и образования агломератов жира происходит под механическим воздействием. При этом сначала жировые шарики теряют жировую оболочку, число неразрушенных шариков уменьшается, а освободившиеся жировые капли слипаются, и этот процесс заканчивается образованием масляного зерна размером с маковое зернышко. Одновременно происходит процесс обращения фаз. Твердые жировые шарики составляют основу жесткого каркаса, образующие структуру агломератов жира. Жидкий жир обеспечивает сцепление твердых частиц.

Процесс агломерации жировых шариков можно условно разделить на стадии:

1 стадия. Сближение жировых шариков под действием внешней силы без изменения свободной энергии системы.

2 стадия. Слипание жировых шариков в результате преодоления энергетического и структурно-механического барьера.

Структурно-механический барьер возникает вследствие того, что оболочка жировых шариков обладает упругостью и механической прочностью, поэтому они способны сопротивляться разрушающей силе. Энергия взаимодействия между жировыми шариками складывается из суммы электростатического отталкивания и энергии притяжения частичек и зависит от расстояния между частицами и их энергетического потенциала. В дисперсных системах при очень больших и очень малых расстояниях между частицами преобладает энергия притяжения, а в

области среднего расстояния между частицами – энергия электростатического отталкивания. Для того, чтобы частицы могли соединяться друг с другом, они должны сближаться на такое расстояние, чтобы преодолеть энергетический барьер, т. е. силы отталкивания и силы притяжения между частицами должны взаимно уравновешиваться. При таких условиях стабильность дисперсной системы нарушается, и жировой шарик лишается оболочки.

Авторами **гидродинамической теории сбивания** являются отечественные ученые Г.А. Кук, Р.И. Асейцина, а далее ее развил А.Д. Грищенко. Согласно этой теории, сближение жировых шариков вызывается действием вихрей, которые образуются при сбивании сливок, а разрушение оболочек жировых шариков происходит под действием большой угловой скорости их вращения, возникающей в процессе сбивания сливок. Сливки, как более тяжелая фракция, отбрасываются к периферии вихря, а жировые шарики, как более легкая фракция, концентрируются у оси. В результате сильного механического сжатия жировые шарики теряют защитную оболочку и формируются в масляное зерно.

По **кавитационной теории** В.Д. Суркова, потоки сливок в маслоизготовителе движутся с различной скоростью. При достижении определенной скорости в жидкости образуются пустоты, создается новое разделение поверхности «сливки–воздух», и на этих поверхностях концентрируются жировые шарики. На следующем этапе происходит «обрушение» полостей потоками жидкости – это имеет характер гидравлического удара. Под действием гидравлического удара жировые шарики сдавливаются, теряют белковые оболочки и образуют агрегаты и комочки свободного жира, размеры которых зависят от силы гидравлического удара и количества жировых шариков, находящихся на поверхности раздела. Сила сжатия жировых шариков увеличивается с повышением скорости движения жидкости. Так можно объяснить образование масляного зерна в маслоизготовителях непрерывного действия с помощью кавитационной теории.

Флотационную теорию выдвинули за рубежом В. Ван-Дам, Б. Хольвард, Х. Мульдер, а в СССР ее развил А.П. Белоусов. Согласно этой теории, агрегация жировых шариков в основном происходит на разделе фаз «сливки–воздух». При сбивании сливок образуется пена, содержащая большое количество воздушных пузырьков. Под действием сил молекулярного притяжения они флотируют (всплывают). Жировые шарики, которые непосредственно соприкасаются с воздушным пузырьком, теряют оболочку и соединяются в конгломераты, образуя масляное зерно.

Флотационная теория объясняет образование масляного зерна в маслоизготовителях периодического действия. Согласно этой теории, во время сбивания сливок происходит их насыщение воздушными пузы-

рями (на 1 л сливок – 56 млрд. пузырьков воздуха). В процессе сбивания жировые шарики сталкиваются друг с другом за счет изменения поверхностного натяжения на границе «воздушный пузырек–плазма», и происходит разрыв оболочки жирового шарика. Оболочка освобождается от содержащегося в ней жира и переходит на поверхность воздушного шарика. Жировые шарики, лишенные частично или полностью защитной оболочки, притягиваются и флотируются. Происходит слипание жировых шариков. Благодаря наличию свободного жира воздушный пузырек разрушается.

Исходные агломераты жира флотируются другими пузырьками воздуха и возникает более крупный агломерат. Процесс повторяется до тех пор, пока не образуется масляное зерно.

Коллоидно-химическая теория разработана М.М. Казанским. При физическом созревании сливок (охлаждение и выдержка при достигнутой температуре в течение нескольких часов) происходит частичное отвердевание жира с образованием кристаллов. Это вызывает деформацию оболочки жирового шарика с образованием трещин на ней. Жидкий жир вытекает из жировых шариков и способствует их комкованию, что приводит к образованию масла.

Обобщая вышесказанное, можно сформулировать следующий вывод: согласно всем известным теориям, маслообразование – это совокупность трех последовательно протекающих явлений: разрушение оболочек жировых шариков; соединение их вместе; образование так называемого масляного зерна. Однако объяснение этих явлений у отечественных и зарубежных ученых разное. Условно их можно разделить на три группы:

1. Агрегация жировых шариков происходит в эмульсии сливок;
2. Агрегация происходит на разделе фаз «воздух–сливки» (на воздушном пузырьке);
3. Агрегация жировых шариков – смешанный процесс, охватывающий и эмульсию сливок, и суспензию пены.

Этапы маслообразования в процессе сбивания

В процессе производства масла периодическим сбиванием можно выделить три основных этапа маслообразования:

1 этап – образование пены

На первом этапе сбивания масла отмечается интенсивное насыщение сливок воздухом. Эта стадия отличается сильным пенообразованием и увеличением объема сливок. Для повышения эффективности процесса маслообразования емкость периодического маслоизготовителя (маслобойки) заполняют сливками на 40% от его геометрического объема.

2 этап – разрушение дисперсности воздушных пузырьков

Этап интенсивного разрушения пены характеризуется уменьшением объема сливок и интенсивной дестабилизацией поверхности жировых шариков.

3 этап – образование масляного зерна

Заключительный этап маслообразования: выделяется свободный жир в виде мельчайших капель, которые, слипаясь друг с другом, образуют масляное зерно. Происходит выделение пахты из сливок.

Для сбивания сливок используют маслоизготовители различной вместимости и формы.

Перед заполнением маслоизготовителя сливками его необходимо соответствующим образом подготовить. Для этого маслоизготовитель промывают горячей и ополаскивают холодной водой. Затем его заполняют сливками через открытый люк на 40% геометрического объема при средней жирности сливок 35–38%. При более высокой жирности сливок заполнение маслоизготовителя не должно превышать 35% его геометрического объема. Превышение указанных норм ведет к удлинению процесса и увеличению содержания жира в пахте, так как при этом снижается действие механических сил на сливки в процессе их сбивания в масло. Частоту вращения маслоизготовителя при сбивании сливок рассчитывают по формуле:

$$n = 24/\sqrt{R},$$

где n – частота вращения маслоизготовителя в минуту; R – радиус маслоизготовителя, м.

После заполнения маслоизготовителя проводят необходимые анализы сливок, измеряют начальную температуру сбивания, закрывают люк и включают маслоизготовитель. При вращении маслоизготовителя с установленной скоростью сливки ударяются о стенки или лопасти и непрерывно перемешиваются. При этом образуется масляное зерно и отделяется пахта. Через 2–3 мин его останавливают для выпуска через специальное отверстие выделяющихся из сливок газов и вновь включают. Окончание сбивания определяют визуально по омыванию смотрового стекла пахтой, а также по величине и упругости масляного зерна. При сбивании сливок жирностью 28–30% величина зерна должна соответствовать зерну проса (2–3 мм), а при сбивании сливок жирностью 32–37% – примерно размеру горошины (4–5 мм). Продолжительность сбивания при оптимальных условиях созревания и температуре исходных сливок составляет в среднем 40–45 мин при выработке сладкосливочного и вологодского масла и 35–40 мин – кислосливочного масла. После сбивания маслоизготовитель останавливают и выпускают пахту, процеживая

ее через сетку. Содержание жира в пахте при нормальных условиях работы не должно превышать 0,3–0,5%.

Температура сбивания

Температуру сбивания выбирают с целью обеспечения минимального отхода жира в пахту и хорошей консистенции масляного зерна. Температура сбивания зависит от ряда факторов:

1) от жирнокислотного состава триглицеридов молочного жира.
2) от содержания жира в сливках.
3) от степени отвердевания триглицеридов молочного жира.

В весенне-летний период, при повышенном содержании непредельных жирных кислот в молочном жире, сливки сбивают при температуре 7–12 °С. В осенне-зимний период сливки сбивают при температуре 8–13 °С. С повышением содержания жира в сливках температуру сбивания понижают, чтобы избежать излишне быстрого образования масляного зерна. Тем самым предотвращают увеличенный отход жира в пахту, а также обеспечивают благоприятные условия для формирования масляного зерна.

Зависимость температуры сбивания сливок ($t_{сл}$) от их жирности $Ж_{сл}$ выражается следующей формулой:

$$t_{сл} = 0{,}55 \cdot (54{,}7 - Ж_{сл}).$$

Зависимость справедлива для весенне-летнего периода. В осенне-зимний период температуру повышают на 1–2 °С.

При сбивании сливок со степенью отвердевания жира выше 30–35%, а также при ускоренной подготовке сливок к сбиванию температуру сбивания понижают на 1–2 °С, чтобы избежать повышенного отхода жира в пахту и получить масло требуемой консистенции. В этом случае также увеличивают продолжительность сбивания. Масляное зерно получается излишне твердым и с пониженной влагоудерживающей способностью. В процессе сбивания образуется прочная устойчивая пена, преимущественно мелкоячеистая, которая легко разрушается. Кроме того, при сбивании сливок с повышенным содержанием твердого жира температуру сбивания повышают для того, чтобы частично расплавить твердые жиры и таким образом избежать получения твердого масляного зерна. Изменение температуры сбивания влечет за собой изменение продолжительности сбивания сливок и влияет на содержание жира в пахте. С повышением температуры продолжительность сбивания сокращается, содержание жира в пахте увеличивается, и масляное зерно получается мягкой консистенции.

О правильности выбора температуры сбивания сливок судят по массовой доле жира в пахте, а также по размеру и консистенции масляного

зерна. При правильном выборе температуры сбивания получают упругое масляное зерно размером 1–3 мм в маслоизготовителях непрерывного действия и 3–4 мм в маслоизготовителях периодического действия.

Массовая доля жира в пахте в маслоизготовителях непрерывного действия не должна превышать 0,7%, а в маслоизготовителях периодического действия – 0,3–0,5%.

Во время сбивания температура сливок поднимается за счет перехода механической энергии в тепловую. Если температура сбивания выбрана правильно, то она не должна повышаться более чем на 2–3 °С. Избыточное тепло во время сбивания должно отводиться потоком охлаждающей воды. При недостаточной интенсивности отвода тепла возможно частичное расплавление кристаллического молочного жира и последующее его отвердевание после изготовления масла, что приводит к пороку консистенции. Сливки перед сбиванием нагревают в специальных резервуарах до температуры сбивания. Для этого используют воду температурой не выше 27 °С. Сливки рекомендуется подогревать со скоростью 6–8 °С/ч. Сливки, нагретые до температуры сбивания, выдерживают при этой температуре 30–40 мин. Выдержка необходима для того, чтобы установить необходимое соотношение между твердым и жидким жиром в сливках.

Промывка масляного зерна

Промывка масляного зерна создает условия, предотвращающие развитие микроорганизмов в масле. Во время промывки удаляется в воду часть плазмы, и тем самым уменьшается количество питательных веществ, необходимых для развития микроорганизмов (концентрация лактозы снижается на 40–50%). В результате промывки повышается стойкость масла при хранении.

При изготовлении сладкосливочного масла из хорошего сырья и при строгом соблюдении технологии и санитарно-гигиенических режимов производства масляное зерно не рекомендуется промывать. Это связано с тем, что масло содержит природные антиокислители, которые обеспечивают его стойкость при хранении. К ним относятся: витамины группы В, Е, провитамин А (β–каротин) и серосодержащие аминокислоты.

Если масло не подвергалось промывке, то оно имеет выраженный вкус и аромат, а сухой обезжиренный остаток СОМО будет составлять 0,2–0,3%. При производстве вологодского масла операция промывки масляного зерна отсутствует.

Масляное зерно промывают в два приема. Вначале его орошают водой из шланга при открытом кране для стока пахты. Орошение проводят до выхода из маслоизготовителя прозрачной воды. Затем кран для выпуска пахты закрывают и в маслоизготовитель наливают воду в количестве

20–40% от массы сливок. Маслоизготовитель включают на 5–6 оборотов, после чего воду сливают. Температура воды для промывки должна быть на 1–2 °С ниже температуры пахты. Температурой воды можно регулировать консистенцию масла. Для промывки мягкого масляного зерна температуру воды дополнительно понижают на 1–2 °С, а если промывают масляное зерно грубой крошливой консистенции, то температуру воды повышают на 1–2 °С и выдерживают в промывной воде не менее 5 мин. Качество масла зависит от показателей промывной воды. Она не должна содержать патогенные микроорганизмы, аммиак, соли азотистой кислоты.

Посолка масла

В процессе посолки маслу придают умеренно соленый вкус, также с помощью посолки повышают его стойкость в хранении при низких положительных температурах. Несоленое масло лучше хранится в замороженном виде, а соленое – при положительных температурах. При низких положительных температурах хранения соль затормаживает развитие микроорганизмов, а при низких отрицательных температурах влага в соленом масле не замерзает, поэтому могут происходить химические процессы под действием ферментов, выделяемых микроорганизмами.

Посолку осуществляют двумя способами: рассолом с концентрацией соли 25% и сухой солью. Соль не должна содержать посторонние вещества, например медь, марганец, магний, которые могут стать катализаторами порчи масла. Для предотвращения попадания с солью механических примесей ее перед использованием просеивают, а для предупреждения внесения посторонней с солью микрофлоры в масло ее прокаливают при температуре 120–130 °С в течение 3 мин.

В маслоизготовителях непрерывного действия посолка осуществляется только рассолом с помощью насоса-дозатора. А в маслоизготовителях периодического действия возможна посолка и рассолом, и сухой солью. Посолку можно производить как в масляном зерне, так и в масляном пласте.

Посолка в пласте повышает эффективность использования соли, однако очень позднее внесение соли нежелательно, так как соль неравномерно распределяется в пласте, что приводит к нарушению цвета. При использовании сухой соли возможен порок цвета, который носит название «мраморность» из-за нерастворившихся кристаллов соли при ее распределении в пласте.

Механическая обработка масла

Механическая обработка применяется для того, чтобы из масляного зерна сформировать пласт масла с нормальной консистенцией и требуемым содержанием влаги. Механическая обработка масла обеспечивает превращение отдельных масляных зерен в однородный пласт, равномерное распределение в нем воды, получение структуры масла, сохраняющее его качество при длительном хранении. В случае производства соленого масла в задачу механической обработки также входит равномерное распределение в нем соли.

Во время механической обработки масла происходит равномерное распределение плазмы, которое сопровождается увеличением числа капель плазмы и уменьшением их размеров. В 1 $см^3$ масла (после механической обработки) содержится более 20 млн. капель воды. Благодаря высокой степени дисперсности плазмы, капилляры в масле настолько узки, что непроходимы для бактерий, это предупреждает микробиологическую порчу масла. В масле хорошей консистенции размер капелек плазмы должен составляет 1–2 мкм. Хотя при производстве масла периодическим сбиванием размер капелек может составлять и 100 мкм.

Вид механической обработки сливочного масла зависит от конструкции маслоизготовителя. В безвальцовых конструкциях маслоизготовителей периодического действия механическая обработка осуществляется за счет удара. В вальцовых конструкциях – за счет обработки масляного пласта между вальцами. В маслоизготовителях непрерывного действия механическая обработка осуществляется под действием шнековых мешалок и экструзионных решеток.

Суть экструзионной и шнековой обработки масла заключается в механическом воздействии на него специальных шнеков и устройств, состоящих из металлических решеток и мешалок. В результате механической обработки происходит гомогенизация масла. Регулирование содержания влаги и вакуумирование масляного пласта выполняют для снижения содержания воздуха в пустотах. Гомогенизация и вакуумирование технически возможны только в маслоизготовителях непрерывного действия.

Согласно теории Казанского, процесс механической обработки масла в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия условно можно разделить на 3 стадии. Эти стадии можно показать с помощью кривой вработки влаги масла (рис. 3.3). На первой стадии – стадии формирования пласта – происходит постепенное соединение разрозненных масляных зерен в сплошной пласт. Уплотнение массы происходит за счет частичного удаления свободной влаги из масляного зерна. Процесс идет по двум направлениям. Механически связанная влага удаляется из масляных зерен, а образовавшиеся пустоты в результате механической обработки превращаются в капилляры, куда влага врабатывается. При этом количество удерживаемой влаги во вновь образованных капиллярах незначительно, а основная часть механически связанной влаги удаляется, поэтому на первой стадии идет интенсивное выделение влаги из масляного пласта.

Выпрессовывание влаги из масла идет до момента, который характеризуется его критическим содержанием (10–11%). В этот момент ко-

личество поглощаемой и выделяемой влаги уравновешивается, поэтому он называется критической точкой кривой вработки влаги в масло.

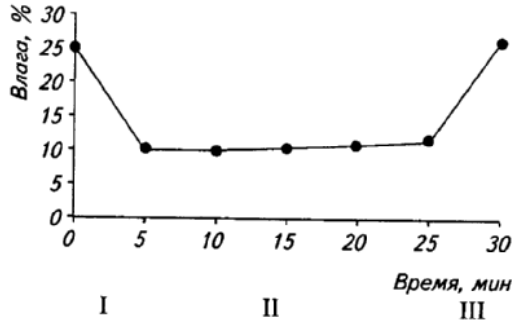


Рис. 3.3. Кривая вработки влаги в масло:

I – интенсивное выделение влаги из масла (10–11% влаги); II – количество влаги практически не меняется; III – в результате механической обработки масла содержание влаги в нем увеличивается

После преодоления критической точки наступает вторая стадия механической обработки, которая характеризуется образованием пласта масла и равномерным распределением в нем воды, в том числе и той, которая находится в маслоизготовителе. Эта стадия по времени самая продолжительная. На второй стадии происходит незначительное повышение массовой доли влаги в масле.

Третья стадия наступает в момент повышения вработки влаги в масло при почти полном прекращении его отжатия. Эта стадия характеризуется диспергированием плазмы в масле и равномерным ее распределением в объеме. Дисперсность зависит от продолжительности механической обработки. При применении длительной обработки может возникнуть порок засаленной консистенции масла.

Регулирование количества воды в масле – важный фактор как для выпуска стандартной продукции, так и для обеспечения выхода определенного количества масла.

Для контроля распределения влаги в масле используют индикаторные бумажки.

Структура масляного зерна отличается от структуры масляного пласта более низкой степенью компактности и большим содержанием неповрежденных шариков. Масляные зерна должны быть плотными и правильной округлой формы. Они не могут быть в виде отдельных мелких частиц, имеющих рваные мелкие поверхности. Плотная структура масляного зерна характерна для масла, произведенного в маслоизготовителях периодического действия. По размеру масляные зерна делятся на мелкие, крупные и средние. Структура и размер масляного зерна влияют на степень удержания влаги в процессе образования масляного зерна. Мелкое масляное зерно больше выделяет поверхностной влаги, а крупное зерно удерживает дисперсную влагу внутри зерна.

Согласно классификации Ребиндера, в сливочном масле различают: химически связанную влагу, адсорбционно связанную влагу и механически связанную влагу. В масле преобладает механически связанная влага, которая расположена в макро- и микрокапиллярах масла. В момент прекращения выделения влаги определяют ее содержание путем взвешивания пробы масла на масляных весах. На основании результатов определения влажности масляного пласта рассчитывают количество воды $K_в$, необходимой для вработки в масло, по формуле:

$$K_в = M\,(B_ж - B_м)/(100 - B_м),$$

где M – количество масла, найденное расчетным путем, кг; $B_ж$ – желаемая массовая доля воды в масле, в %; $B_м$ – фактическая массовая доля воды в масле, %.

Количество масла, которое находится в маслоизготовителе, рассчитывают по формуле:

$$M = K_{сл}(Ж_{сл} - Ж_п)/(Ж_{мс} - Ж_п),$$

где $K_{сл}$ – количество сливок, кг; $Ж_{сл}$ – массовая доля жира в сливках; $Ж_п$ – массовая доля жира в пахте, %; $Ж_{мс}$ – массовая доля жира в масле, %.

Рассчитанное количество воды вносят в маслоизготовитель. Продолжительность обработки масла в летний период составляет 20–30 мин, а в зимний 30–50 мин. Содержание, распределение влаги в масле, а также продолжительность механической обработки зависят от ряда факторов: химического состава жира, степени заполнения маслоизготовителя, температуры сбивания жирности сливок и степени их созревания, скорости рабочего хода маслоизготовителя в период обработки и т. п.

Механическая обработка масла существенно влияет на его консистенцию и стойкость при хранении. Хорошо обработанное масло имеет плотную консистенцию с тонко диспергированной влагой, поэтому оно стойко в хранении.

Контрольные вопросы

1. Составьте схему технологического процесса производства масла способом сбивания.
2. В чем сущность сбивания сливок?
3. Основные этапы маслообразования при производстве масла сбиванием.
4. Назовите факторы, влияющие на процесс сбивания сливок.
5. Изложите сущность основных положений теоретических основ процесса сбивания сливок.

6. Какова суть теории обращения фаз в маслообразовании?
7. На чем основана гидродинамическая теория сбивания?
8. Особенности кавитационной теории сбивания.
9. Основные положения флотационной теории.
10. Суть коллоидно-химической теории сбивания сливок в масло.
11. Назначение низкотемпературной обработки сливок в производстве масла способом сбивания.
12. Объясните явление полиморфизма и фазовых изменений молочного жира.
13. Охарактеризуйте режимы физического созревания сливок.
14. Какие факторы влияют на выбор режимов физического созревания сливок?
15. Одноступенчатый и многоступенчатый способы созревания сливок. Назначение и порядок проведения созревания.
16. Как определяют температуру сбивания сливок?
17. Назначение и режимы проведения операции промывки масляного зерна.
18. Для чего проводят посолку масла?
19. Какие вы знаете способы посолки масла?
20. Назначение и режимы проведения механической обработки масла.
21. Охарактеризуйте кривую вработки влаги в масло.
22. Как механическая обработка влияет на содержание влаги в масле?
23. Как механическая обработка влияет на структуру масла?
24. В чем особенность производства масла на маслоизготовителях периодического и непрерывного действия?
25. Какие существуют технологические особенности получения масла непрерывным и периодическим сбиванием?

3.4. Производство масла способом преобразования высокожирных сливок

Физико-химические основы процесса

Метод преобразования высокожирных сливок – поточный метод производства масла – был предложен В.А. Мелешиным в 1934 г. Поэтому другое название метода – Мелешинский. Внедрение этого метода в производство было осуществлено благодаря работам коллектива ученых: Н.Я. Лукьянова, В.И. Сирика, А.П. Белоусова, А.И. Желтакова и других сотрудников Всероссийского научно-исследовательского и конструкторского института молочной промышленности (Москва) и Всесоюзного научно-исследовательского института маслосыродельной промышленности (Углич). Теоретическую основу этого способа разрабатывал М.М. Казанский с учениками (Вологда, Ленинград).

В основе производства масла методом преобразования высокожирных сливок лежат три основных процесса: сближение жировых шариков; кристаллизация в них триглицеридов; обращение фаз и образование структуры масла. Технологический процесс состоит из следующих операций: двойное сепарирование молока с целью получения сливок с массовой долей жира, равной жирности масла; пастеризация высокожирных сливок; нормализация по жиру; термомеханическая обработка сливок в маслообразователе.

Процесс перехода высокожирных сливок в масло условно можно разделить на следующие стадии: охлаждение высокожирных сливок от 60–70 °С до 22–23 °С; кристаллизация молочного жира; дестабилизация жировой фазы; образование центров кристаллизации; формирование структуры масла.

Исследования Ф.А. Вышемирского, А.Д. Грищенко, М.М. Казанского, Г.В. Твердохлеб и их учеников позволили сформулировать физико-химические основы преобразования высокожирных сливок в масло. Процессы обращения фаз и образования первичной структуры масла проходят в маслообразователях при охлаждении и перемешивании сливок в тонком слое. При этом оба процесса идут одновременно.

В основе производства масла лежит концентрация молочного жира и получение эмульсии прямого типа (жир в воде) с концентрацией жира, равной концентрации масла. С этой целью используют специальные сепараторы для получения высокожирных сливок. Особенность таких сепараторов, разработчиком которых является Н.Я. Лукьянов, заключается в увеличенном межтарелочном пространстве и в температуре сепарирования, близкой к температуре пастеризации. Высокожирные сливки с массовой долей жира, равной жирности масла, направляют в маслообразователь, где под действием термомеханической обработки происходит обращение фаз (из эмульсии прямого типа в эмульсию обратного типа).

Термомеханическая обработка

Термомеханическая обработка сливок проводится в маслообразователях с целью преобразования структуры высокожирных сливок в структуру сливочного масла. Это осуществляется путем обращения жировой фазы, перевода эмульсии из прямого типа в обратный.

Процесс термомеханической обработки сливок условно разделяют на 3 стадии (рис. 3.4 и 3.5):

I стадия. Процесс охлаждения высокожирных сливок от температуры пастеризации до температуры массовой кристаллизации триглицеридов 22–23 °С. При достижении этой температуры первая стадия заканчивается.

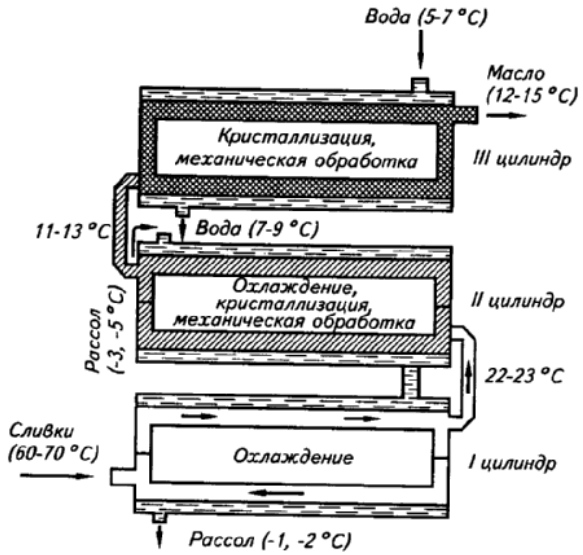


Рис. 3.4. Принципиальная схема трехцилиндрового маслообразователя

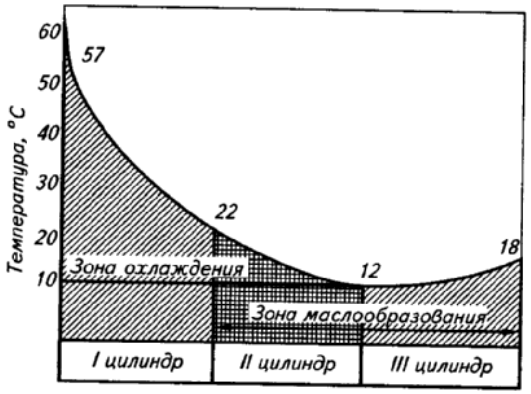


Рис. 3.5. Температурный график термомеханической обработки высокожирных сливок в трехцилиндровом маслообразователе

II стадия. При наличии твердого жира в количестве 1,5–2% и при дестабилизации молочного жира (70–80%) происходит полное обращение фаз. Время обращения – доли секунды. Если содержание твердого жира достигло 4–7% и степень дестабилизации жира 80–85%, то начинается третья стадия.

III стадия. Стадия формирования первичной структуры масла, которая заключается в кристаллизации молочного жира и в образовании пространственной структуры масла.

От третьей стадии зависит качество и структура продукта. Существует определенное время для получения масла хорошей консистенции, связанное с временем года. В весенне-летний период продолжительность термомеханической обработки масла в зоне кристаллизации составляет 140–160 с, а в осенне-зимний период – 160–200 с.

Важно следить за температурой сливок на входе в маслообразователь и за температурой масла на выходе из маслообразователя. Температура на входе должна находиться в пределах 60–70 °С. Масло на выходе в весенне-летний период должно иметь температуру 16–17 °С, в осенне-зимний период – 13–15 °С. Показателем правильности режима термообработки является консистенция и термоустойчивость масла. По этим показателям можно прогнозировать скорость застывания монолита сливочного масла. Быстрое затвердевание монолита масла (менее 30 с) и значительное повышение температуры масла (3–5 °С) указывают на то, что в масле преобладает кристаллизационная структура. Следовательно, готовый продукт будет иметь крошливую консистенцию. Если монолит затвердевает в течение 100 с, а температура его растет не более чем на 1–1,5 °С, то в масле преобладает коагуляционная структура и готовый продукт будет иметь мажущуюся консистенцию. При производстве масла методом преобразования завершением процесса его структурообразования осуществляется при термостатировании масла. Во время термостатирования наряду с вторичным структурообразованием происходит процесс завершения полиморфных превращений триглицеридов молочного жира, т. е. α-форма переходит в β-форму. Режим термостатирования выбирают в зависимости от прогнозируемой структуры и консистенции масла.

Для получения масла из высокожирных сливок используют маслообразователи цилиндрические, пластинчатые, а также с охлаждением в среде азота и вакуум-маслообразователи.

Особенности производства масла на цилиндрическом маслообразователе. Цилиндрический маслообразователь состоит из трех последовательно сообщающихся цилиндров с рубашками, в которые подается рассол или ледяная вода (рис. 3.6). Каждый цилиндр оснащен вытеснительным барабаном, который при вращении перемешивает и продвигает сливки, находящиеся в зазоре между стенкой цилиндра и вытеснительным барабаном. На барабане закреплены два откидывающихся при вращении плоских ножа, которые снимают слой отвердевших сливок с внутренней поверхности цилиндра.

Высокожирные сливки в маслообразователь подаются после пастеризации через ванну для нормализации сливок без охлаждения. Сливки с температурой 60–70 °С поступают сначала в нижний цилиндр маслообразователя, где охлаждаются до 22–23 °С, при этом сливки сохраняют свои свойства эмульсии прямого типа (жир в воде). Затем они поступа-

ют в средний (второй) цилиндр, где происходит дополнительное охлаждение до температуры 11–13 °С. Во втором цилиндре происходит основная кристаллизация молочного жира, дестабилизация жировой фазы и обращение фаз эмульсии. В верхнем (третьем) цилиндре происходит обработка масла. Температура масла на выходе из маслообразователя составляет 12–17 °С.

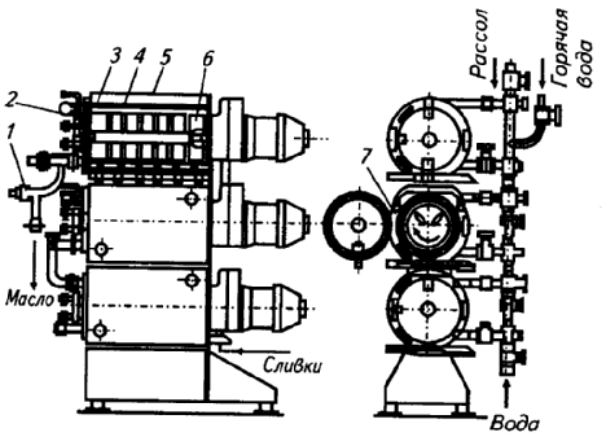


Рис. 3.6. Маслообразователь трехцилиндровый:

1 – кран для выпуска масла; 2 – крышка; 3 – рабочий цилиндр; 4 – наружная обечайка; 5 – защитный кожух; 6 – вытеснительный барабан; 7 – ножи

Скорость отвердевания свежевыработанного масла выражают в секундах от момента отбора пробы на выходе маслообразователя до прекращения деформации масла. Отвердевание пробы свежевыработанного масла в течение 30–70 с в летний период и 40–100 с – в зимний, а также прирост температуры на (2±0,5) °С свидетельствуют о том, что процесс выработки масла проведен правильно и масло будет иметь хорошую плотную пластичную консистенцию и термоустойчивость. Продолжительность отвердевания менее 30 с, прирост температуры масла на 3–5 °С будут причиной крошливой и грубой консистенции масла. Отвердевание более 70 с в летний период, 100 с – в зимний и прирост температуры менее 1,5 °С указывают на излишне продолжительную обработку масла в маслоизготовителе и прогнозируют излишне мягкую консистенцию готового продукта.

Особенности производства масла на пластинчатом маслообразователе. Он состоит из охладителя и камеры для кристаллизации молочного жира и механической обработки продукта (рис. 3.7). Охладитель имеет чередующиеся между собой продуктовые и охлаждающие

пластины, выполненные в виде полой плиты. Пластины имеют отверстие в центре для прохода продукта, а также два отверстия по углам для входа и выхода хладоносителя. Внутри камер продуктовых пластин размещены диски-турбулизаторы с ребрами-ножами.

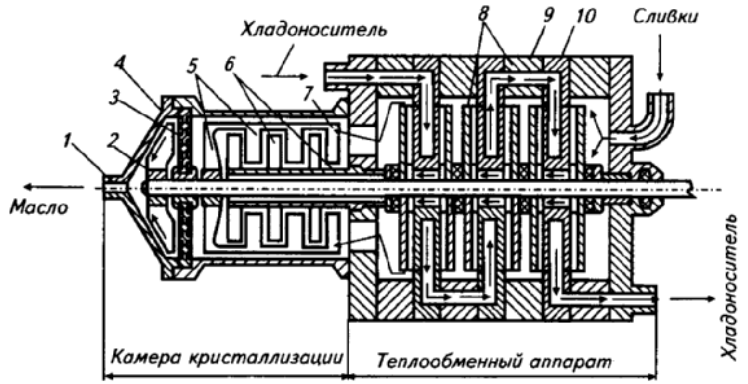


Рис. 3.7. Пластинчатый маслообразователь:

1 – выходной патрубок; 2 – крыльчатка; 3 – дисковые решетки; 4 – конусная насадка; 5 – мешалка; 6 – отражатель; 7 – цилиндр; 8 – диски-турбулизаторы; 9 – продуктовая пластина; 10 – охлаждающая пластина

Камера для кристаллизации представляет собой цилиндр, закрытый конусной насадкой и выходным патрубком. Внутри камеры расположен отражатель и лопастная мешалка. В месте соединения конусной насадки с цилиндром установлена дисковая решетка. Внутри конусной насадки вращается крыльчатка.

Высокожирные сливки подаются в камеру первой продуктовой пластины и по щели, образованной поверхностью охлаждающей пластины и диском-турбулизатором, движутся к центру. Затем сливки проходят через центральное отверстие охлаждающей пластины и движутся к периферии камеры следующей продуктовой пластины, проходя последовательно весь охладитель. Охлажденные сливки поступают в камеру кристаллизации, где подвергаются интенсивной механической обработке. Кристаллизация молочного жира, начавшаяся в охладителе, продолжается в камере кристаллизации. Образовавшееся масло продавливается через дисковую решетку и под действием крыльчатки выходит через патрубок. Температура масла на выходе из пластинчатого маслообразователя в зависимости от времени года должна составлять 16,5–18,5 °С.

Выработка масла в вакуум-маслообразователе. Способ основан на моментальном самоиспарении и охлаждении распыленных в глубоком вакууме высокожирных сливок, в результате чего достигается бы-

строе отвердевание глицеридов жира в жировых шариках и разрыв их оболочек. Вакуум-маслообразователь (рис. 3.8) состоит из вакуумной камеры, в которую через форсунку подают высокожирные сливки, и шнекового обработника масляных зерен (текстуратора).

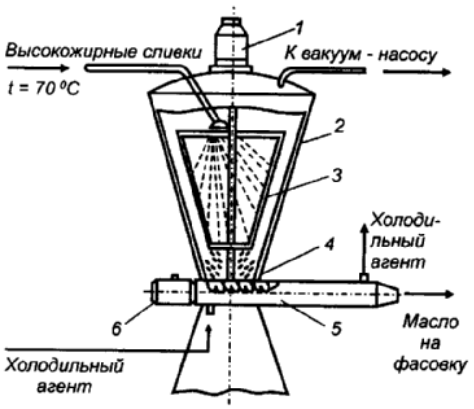


Рис. 3.8. Вукуум-маслообразователь:

1 и 6 – электродвигатели; 2 – корпус; 3 – встряхиватель; 4 – шнек; 5 – маслообработник

Высокожирные сливки, температура которых равна температуре пастеризации, под действием вакуума засасываются в аппарат. В результате распыления они интенсивно охлаждаются, и из них испаряется часть влаги (до 7%). При этом образуется масляное зерно, которое попадает в текстуратор. Из него выходит пласт масла, который упаковывают в крупную тару (картонные короба) и мелкую (стаканчики, коробочки, батончики). В результате концентрации плазмы при выработке такого масла в нем содержится до 2,5% СОМО. Масло, выработанное способом вакуум-маслообразования, почти аналогично по консистенции маслу, полученному способом сбивания сливок: обладает способностью в свежевыработанном виде к мелкому фасованию, имеет пластичную консистенцию и высокую термоустойчивость. Вакуумное преобразование высокожирных сливок проходит без пенообразования. Поэтому масло содержит воздуха не более 0,25% и имеет более желтую окраску. Оно обладает высокой термоустойчивостью, влага распределена равномерно и с высокой степенью дисперсности.

Маслообразователи с охлаждением сливок в среде инертного газа (азота) и маслообразователи с вакуумным охлаждением конструктивно одинаковы. Различие состоит в том, что в первом случае в маслообразователь подается азот, а во втором из него отсасывается воздух. Охлаждение высокожирных сливок происходит путем контакта с холодным потоком азота при небольшом избыточном давлении (0,049 МПа). Испарение влаги отсутствует, чем исключается потеря вкусовых и ароматических веществ продукта. Отличительная особенность – масло содержит больше азота.

Контрольные вопросы

1. Приведите схему технологического процесса производства масла способом преобразования высокожирных сливок.
2. Назовите физико-химические основы преобразования высокожирных сливок в масло.
3. Кто является автором физико-химических основ производства масла способом преобразования высокожирных сливок?
4. В чем сущность преобразования сливок в масло?
5. Кто является разработчиком поточного способа производства масла?
6. Из каких операций состоит процесс производства масла из высокожирных сливок на поточных линиях?
7. Какие конструкции маслообразователей вам известны? Как они влияют на качество масла?
8. В чем заключается особенность работы цилиндрического и пластинчатого маслообразователей?
9. В чем состоит суть работы маслообразователей с вакуумным и азотным охлаждением?
10. Как можно получить высокожирные сливки?
11. Где и как проводят нормализацию высокожирных сливок?
12. Особенности пастеризации сливок в производстве масла способом преобразования высокожирных сливок.
13. Какие основные этапы маслообразования можно выделить в процессе термомеханической обработки высокожирных сливок?
14. Назначение и режимы проведения термомеханической обработки высокожирных сливок.
15. Как происходит формирование структуры масла?
16. Назначение и режимы проведения термостатирования масла.

3.5. Технология различных видов масла

Традиционные виды масла

Вологодское масло вырабатывают несоленым из высококачественных свежих сливок, пастеризованных при повышенных температурах, сбиванием или преобразованием высокожирных сливок в масло (рис. 3.9, 3.10). В качестве сырья применяют сливки с хорошим вкусом и ароматом, полученные на заводе, так как многократная пастеризация ухудшает вкус и аромат масла и может нарушить стойкость жировой эмульсии.

При выработке масла методом сбивания используют сливки жирностью 25–28%, так как в сливках с пониженным содержанием жира

больше СОМО, что обусловливает получение специфического привкуса продукта. Сливки пастеризуют при температуре 97–98 °С с выдержкой 15 мин. При выработке масла поточным способом жирность сливок должна быть в пределах 32–35%, температура пастеризации 95–98 °С и выдержка 10 мин. Получение масла с соответствующим ореховым привкусом обеспечивает выдержка горячих сливок в ванне для нормализации.

Вологодское масло реализуют в свежем виде, так как при хранении специфический вкус и аромат продукта ослабевают. Хранить масло нужно при отрицательной температуре (минус 12 – минус 30 °С) не более месяца. В случае более длительного хранения или забраковки свежевыработанного вологодского масла его реализуют как сладкосливочное масло высшего сорта.

Сладкосливочное масло вырабатывают сбиванием сливок в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия и на поточных линиях (рис. 3.11). При использовании маслоизготовителей непрерывного действия следует строго соблюдать условия, обеспечивающие получение масляного зерна с повышенной влагоудерживающей способностью, а именно: установить минимальный зазор между лопастью мешалки и стенкой цилиндра (2–6 мм); подавать в рубашку цилиндра минимальное количество охлаждающей воды (около 120 л/ч); поддерживать максимальный уровень пахты в первой камере обработки масляного зерна; повышать число оборотов мешалки сбивателя при одновременном снижении производительности аппарата; обеспечить температуру масла на выходе из маслообработника в пределах 14–15 °С и др.

При выработке масла сбиванием в маслоизготовителях периодичесого действия необходимо принять меры технологического характера, обеспечивающие повышенную влагоудерживающую способность масла. Для этого рекомендуется повышать температуру созревания сливок на 2–3 °С, а также температуру сбивания сливок: до 10–12 °С для весенне-летнего периода и до 12–14 °С для осенне-зимнего периода года.

При выработке любительского масла на поточных линиях путем преобразования высокожирных сливок в масло необходимо обеспечить содержание влаги в сливках в пределах 19,0–19,2%. Режим работы маслообразователя устанавливают в зависимости от состава сырья и времени года. Обработка высокожирных сливок и превращение их в масло происходят так же, как при выработке сладкосливочного масла.

Кислосливочное масло вырабатывают сбиванием и преобразованием. Производство кислосливочного масла основано на биологическом сквашивании сливок (использование чистых культур молочнокислых стрептококков, которые в результате жизнедеятельности обогащают сливки веществами, придающими маслу специфический вкус и аромат) или химическом сквашивании сливок (внесение лимонной или молочной кислоты).

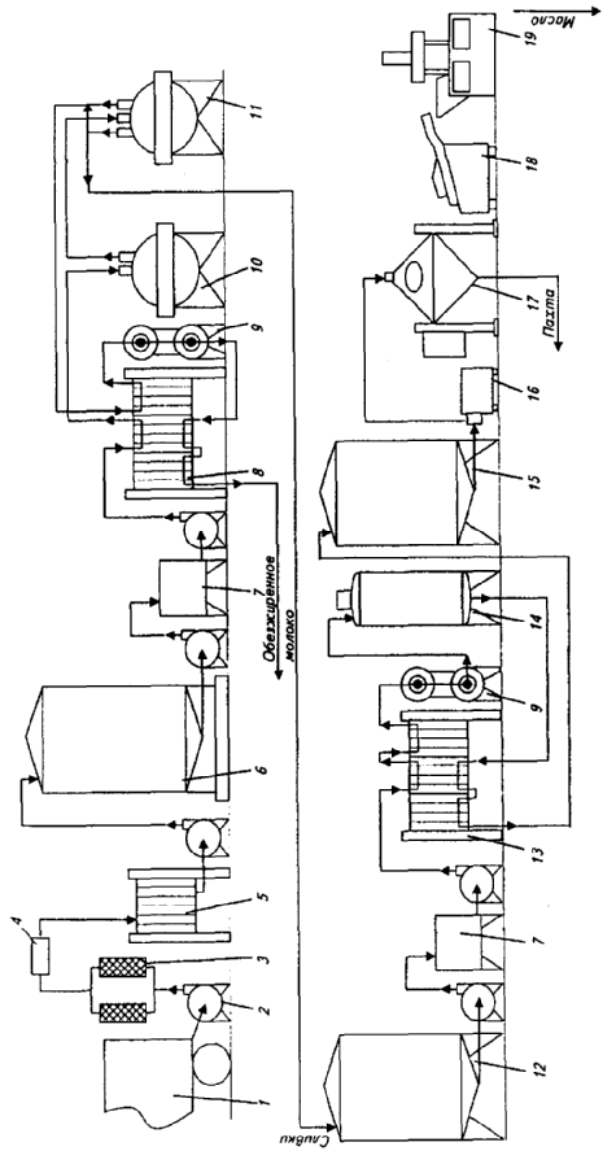


Рис. 3.9. Аппаратурно-технологическая схема производства масла периодическим сбиванием:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – уравнительный бачок; 8 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 9 – выдерживатель; 10 – сепаратор-молокоочиститель; 11 – сепаратор-сливкоотделитель; 12 – резервуар для промежуточного хранения; 13 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 14 – деаэратор; 15 – резервуар для созревания; 16 – винтовой насос; 17 – маслоизготовитель периодического действия; 18 – гомогенизатор-пластификатор; 19 – расфасовочный автомат

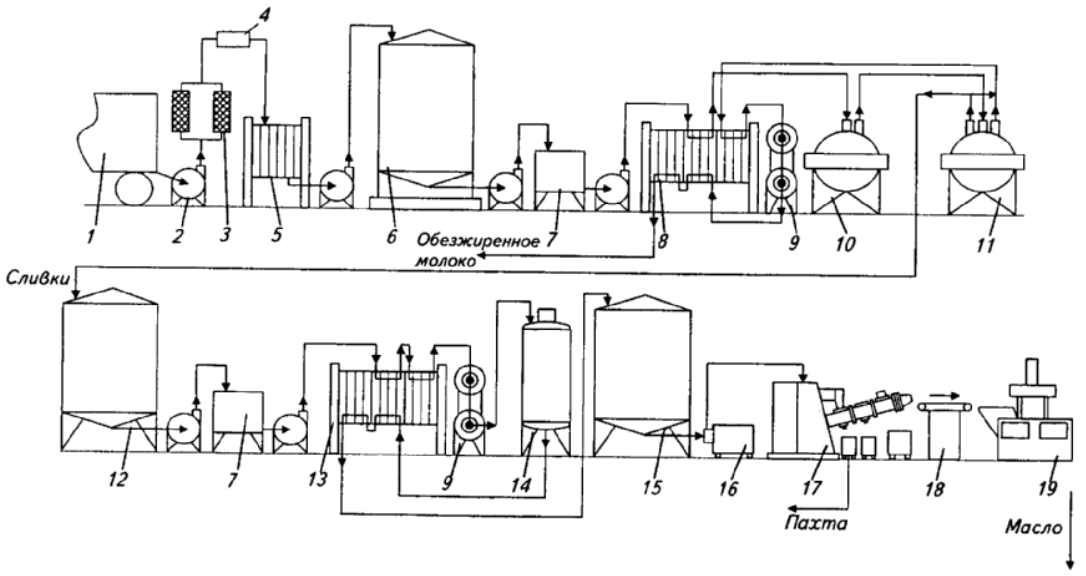


Рис. 3.10. Аппаратурно-технологическая схема производства масла непрерывным сбиванием:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – уравнительный бачок; 8 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 9 – выдерживатель; 10 – сепаратор-молокоочиститель; 11 – сепаратор-сливкоотделитель; 12 – резервуар для промежуточного хранения; 13 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 14 – деаэратор; 15 – резервуар для созревания; 16 – винтовой насос; 17 – маслоизготовитель непрерывного действия; 18 – конвейер для масла; 19 – расфасовочный автомат

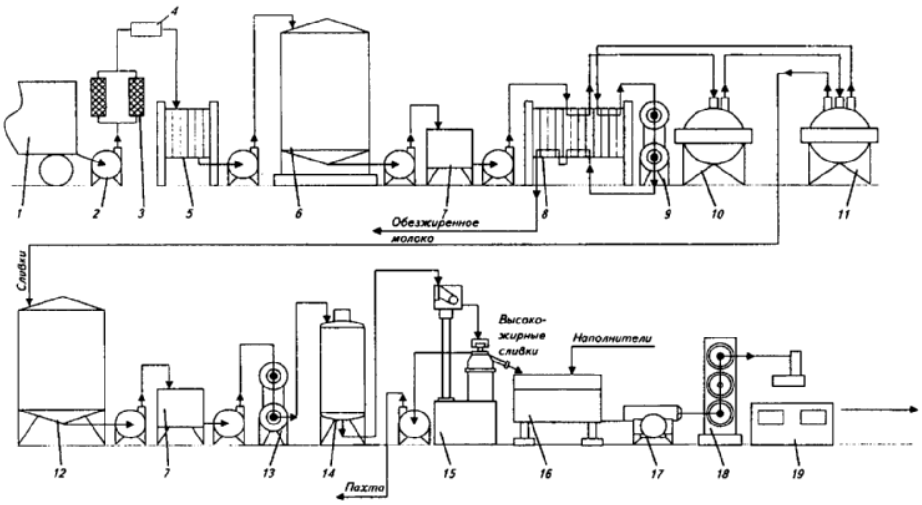


Рис. 3.11. Аппаратурно-технологическая схема производства сливочного масла с наполнителями преобразованием высокожирных сливок:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – уравнительный бачок; 8 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 9 – выдерживатель; 10 – сепаратор-молокоочиститель; 11 – сепаратор-сливкоотделитель; 12 – резервуар для промежуточного хранения; 13 – трубчатый пастеризатор; 14 – деаэратор; 15 – сепаратор высокожирных сливок; 16 – ванна для нормализации; 17 – винтовой насос; 18 – маслообразователь; 19 – расфасовочный автомат

Производство кислосливочного масла способом сбивания

Пастеризацию сливок проводят при температуре 85–90 °С с целью предупреждения образования большого количества SH-групп в свободном виде, которые подавляют развитие ароматобразующих микроорганизмов. После тепловой обработки сливки подвергают биологическому сквашиванию. Для этого сливки охлаждают до температуры 16–20 °С, вносят закваску в количестве 2–5% и сквашивают в течение 4–6 ч до кислотности плазмы 35–55 °Т. Сквашенные сливки подвергают физическому созреванию: в весенне-летний период при температуре 4–6 °С в течение 5 ч, а в осенне-зимний период при температуре 5–7 °С в течение 6–7 ч.

Раздельный способ биологического созревания сливок заключается в том, что только часть сливок подвергают биологическому созреванию и используют их в качестве закваски для другой части сливок, которая была подвергнута физическому созреванию при температуре 16–20 °С в течение 14–16 ч до кислотности плазмы сливок 90–120 °Т. Сквашенные и подвергнутые физическому созреванию сливки смешивают и полученную смесь выдерживают в течение 1–1,5 ч. Затем смесь нагревают до температуры сбивания и направляют в маслоизготовитель. Для обеспечения вкуса и аромата кислосливочного масла масляное зерно в ходе технологического процесса не промывают.

Производство кислосливочного масла способом преобразования высокожирных сливок

Высокожирные сливки в ваннах для нормализации охлаждают до температуры 41–45 °С. Затем вносят закваску в количестве 2–3% и лимонную кислоту – 180 г на 1 т масла. Если лимонную кислоту не добавляют, то количество закваски повышают до 5%. Лимонная кислота используется для усиления аромата, так как она участвует в образовании ароматических веществ в процессе молочнокислого брожения. Закваску вносят непосредственно в маслообразователь между первым и вторым цилиндром.

Для повышения стойкости хранения кислосливочного масла рекомендуется вносить молочнокислые дрожжи, которые предупреждают пороки вкуса и запаха. Это связано с тем, что дрожжи обладают антагонистическим действием, а также продуцируют антибиотические вещества и снижают окислительно-восстановительный потенциал в масле. Дрожжи используют только в том случае, если масло будет длительно храниться. Вносят дрожжи в пласт масла при сбивании или в ванну для нормализации при производстве масла способом преобразования высокожирных сливок.

Масло с повышенным содержанием влаги

Любительское, крестьянское, бутербродное масло. Технологический процесс этих видов масла направлен на повышение влагоемкости масляного зерна и увеличением содержания в нем влаги. Прежде всего влагоемкость зависит от режимов физического созревания. Поэтому рекомендуют следующие режимы:

- для любительского масла – в весенне-летний период температура 5–9 °С при выдержке 7 ч, в осенне-зимний период 6–7 °С при выдержке 8 ч;
- для крестьянского масла – в весенне-летний период температура 8–10 °С при выдержке 8 ч, в осенне-зимний период 7–11 °С при выдержке 8 ч;
- для бутербродного масла – в весенне-летний период температура 7–12 °С при выдержке 8 ч, в осенне-зимний период 8–14 °С при выдержке 8 ч.

Любительское и крестьянское масло вырабатывают методом периодического и непрерывного сбивания, а так же методом преобразования высокожирных сливок.

Бутербродное масло вырабатывают методом непрерывного сбивания и методом преобразования высокожирных сливок.

При непрерывном способе сбивания можно регулировать содержание влаги в масле изменением частоты вращения шнеков, изменением уровня пахты в первой шнековой камере, изменением частоты вращения сбивалок. Повысить влагоемкость масляного зерна можно также путем снижения производительности аппарата и изменением температуры сбивания в зависимости от вида масла:

- для любительского масла – в весенне-летний период температура 8–12 °С, в осенне-зимний период 9–14 °С;
- для крестьянского масла – в весенне-летний период температура 10–13 °С , в осенне-зимний период 11–14 °С;
- для бутербродного масла – в весенне-летний период температура 10–14 °С, в осенне-зимний период 10–15 °С.

При выработке масла на поточных линиях путем преобразования высокожирных сливок в масло необходимо обеспечить массовую долю влаги в высокожирных сливках в следующих пределах:

- для любительского масла 19,0–19,2%;
- для крестьянского масла 24,0–24,2%;
- для бутербродного масла 34,0–34,2%.

Производительность сепараторов в поточных линиях повышают в 1,5–2 раза. Охлаждение сливок и преобразование их в масло осуществляют при пониженной производительности маслообразователя, с тем чтобы увеличить продолжительность механической обработки сливок.

Температуру масла на выходе снижают на 1–2 °С. Режим работы маслообразователя устанавливают в зависимости от состава сырья, времени года и вида вырабатываемого масла.

Масло с вкусовыми наполнителями

Сливочное масло с вкусовыми наполнителями известно двух типов: десертное и закусочное. *Десертное* – это масло, которое вырабатывают из натуральных сливок с добавлением или без добавления молочно-белковых наполнителей с последующим внесением вкусовых добавок: какао, кофе, цикория, фруктово-ягодных добавок, меда и шоколада. Данный вид масла вырабатывают исключительно преобразованием высокожирных сливок. В качестве белковых наполнителей используют: молоко обезжиренное сухое; молоко обезжиренное сгущенное; пахту сгущенную и сухую; белково-углеводную основу, полученную методом ультрафильтрации из обезжиренного молока и пахты; белковый концентрат, полученный кислотным, кислотно-сычужным методом и термокислотной коагуляцией.

Закусочное – это масло, обладающее пикантным вкусом за счет использования в качестве вкусовых ингредиентов сырной массы, томатной пасты, горчицы, пасты криля с добавлением или без добавления в них зеленой массы петрушки, укропа, сельдерея и т. д., разработанное во ВНИИМС под руководством Ф.А. Вышемирского. Нормативная документация пока разработана только на закусочное масло сырное.

Существует три технологические схемы производства масла с наполнителями.

1 схема. В высокожирные сливки по рецептуре вносят вкусовые компоненты. Смесь с компонентами подвергают тепловой обработке и направляют в маслообразователь.

Особенности введения добавок: какао и сахар просеивают, смешивают и вносят в виде смеси в сливки. Для предотвращения свертывания сливок цикорий и фруктово-ягодные добавки вместе со сливками не пастеризуют, а вносят в пастеризованные сливки перед их поступлением в маслообразователь. Мед перед внесением в высокожирные сливки фильтруют. Если мед засахарен, то его нагревают до 45–50 °С и выдерживают до полного растворения. Благодаря высокому содержанию в меде биологически активных веществ его не подвергают тепловой обработке, а вносят в сливки перед их поступлением в маслообразователь

2 схема. Кроме вкусовых, вносят и белковые наполнители. Если белковые наполнители используют в сгущенном виде, то они не требуют дополнительной обработки. Их добавляют непосредственно в ванну с высокожирными сливками. Если белковые наполнители используют в сухом виде, то их предварительно восстанавливают в обезжиренном молоке или в пахте, затем добавляют в высокожирные сливки. Полученную смесь фильтруют и направляют на пастеризацию с выдержкой 15–18 мин при температуре 85 °С. В масле, выработанном по такой схеме, допускается использование стабилизаторов структуры (крахмала, агара, желатина, моноглицеридов и т. д.).

3 схема. Увеличение содержания белковых компонентов и обезжиренного молочного остатка осуществляют за счет сгущения сливок. Сливки жирностью 32–33% сгущают в вакуум-выпарных аппаратах, при этом массовая доля СОМО увеличивается на 1–2%. Сгущенные сливки нормализуют по жиру исходными сливками, затем вносят вкусовые наполнители. Дальше технология идет по 1 схеме.

При производстве масла с вкусовыми наполнителями производительность маслообразователя снижают на 30–35% для увеличения влаги в масле.

Сырное масло вырабатывают из высокожирных сливок и белкового наполнителя, полученного из зрелых или свежих сычужных сыров. Особенности технологии сырного масла следующие: получение плавленой сырной массы, введение ее в высокожирные сливки с массовой долей жира (67±1)% при температуре 60–65 °С, пастеризация полученной смеси при 70 °С с выдержкой 20 мин (получение масла преобразованием высокожирных сливок). Рекомендуются следующие режимы работы маслообразователя: для весенне-летнего периода температура масла на выходе (14±1) °С, для осенне-зимнего периода (16±1) °С; снижение производительности маслообразователя на 10–15%. При производстве сырного масла допускается использование растительных масел и их композиций до 4% от массы жира в нем.

Детское сливочное масло получают преобразованием высокожирных сливок с добавлением растительного масла, белковых добавок и вкусовых наполнителей: какао, цикория, сахара и бифидобактерий.

У всех видов детского масла жирность 50%, в том числе 10% за счет растительного масла. В качестве растительных жиров используют дезодорированные и рафинированные кукурузные и подсолнечные масла. При производстве детского масла вкусовые наполнители вносят в высокожирные сливки. Смесь тщательно перемешивают, подвергают тепловой обработке и направляют в маслообразователь. Для улучшения структуры детского масла перед подачей в маслообработники в сливки вносят стабилизатор структуры в виде агара. При использовании бифидобактерий бакконцентрат вводят в ванну для нормализации сливок.

При фасовании масла с вкусовыми наполнителями в потребительскую тару, особенно в брикеты с упаковкой в пергамент или каширированную фольгу, для обеспечения стабильной работы фасовочных автоматов целесообразно использовать эмульгаторы и стабилизаторы структуры, разрешенные органами здравоохранения РФ для сливочного масла.

Топленое масло

Топленое масло представляет собой вытопленный молочный жир с присущими ему специфическим вкусом и ароматом. Топленое масло предназначено в основном для кулинарных целей. Сырьем для производства является сливочное и подсырное масло, а также зачистки сливочного масла.

Вырабатывают топленое масло на поточных линиях тремя способами: способом сепарирования, способом отстоя и их сочетанием.

Большой вклад в разработку технологии топленого масла внесли отечественные ученые: А.И. Желтаков, З.Х. Диланян, П.Ф. Дьяченко, Ф.А. Вышемирский и др.

Способ сепарирования. Масло-сырье освобождают от тары, зачищают и погружают в плавитель, где выдерживают для частичного отделения плазмы в течение 1 ч. В расплавленное масло при температуре 60–65 °С добавляют воду (20–60% от объема масла) и перемешивают. Очищают на сепараторе-молокоочистителе. В полученные сливки (жировую фракцию) добавляют горячую воду. Смесь жира с водой пастеризуют при температуре 90–95 °С с выдержкой 5–19 мин. Пастеризованную смесь подают в сепаратор-сливкоотделитель для получения продукта с содержанием жира не менее 98% и охлаждают до температуры (35±1) °С. Упаковывают топленое масло в бочки по 40 и 44 кг или 80 и 88 кг, фляги по 32 кг, стеклянные банки по 500 и 650 г, металлические банки по 350 г и 2,8 кг или в другую тару. Для затвердевания топленое масло выдерживают в холодильной камере при температуре 10–12 °С в течение 3 сут.

Способ отстоя. Готовят смесь масла и воды. Смесь нагревают до температуры 90 °С и выдерживают 4–8 ч до полного осветления молочного жира (под действием высокой температуры белковые вещества переходят в осадок). Для ускорения осаждения белков рекомендуется в растопленное масло добавлять 3–5% поваренной соли.

Выдержка при высоких температурах позволяет получить чистый молочный жир и инактивировать источники порчи (микроорганизмы и ферменты).

Для сокращения затрат ручного труда и увеличения производительности применяют непрерывный способ выработки топленого масла на поточных линиях. Технологический процесс производства топленого масла на поточной линии включает следующие операции. Масло подается в плавитель, производительность которого регулируется температурой пара во внутренней рубашке и загрузкой масла. Температура расплавленного масла поддерживается в пределах 60–65 °С. В нижней части плавителя расположен сборник жидкого масла. Расплавленное масло центробежным насосом направляется в трубчатый пастеризатор, где

нагревается до 96 °С. После пастеризации масло подают в одну из трех промежуточных ванн, где осаждаются белки и масло осветляется. Для ускорения процесса осаждения белков к жидкому маслу добавляют поваренную соль (2–4% от массы масла). Осветленное масло центробежным насосом подается в охладитель, где охлаждается до 35 °С и направляется на фасовку. Непрерывность процесса обеспечивается наличием трех промежуточных ванн.

Топленое масло содержит в зависимости от вида массовую долю жира 98–99%, влаги – не более 1% и СОМО до 1%.

Срок хранения топленого масла при температуре от минус 3 до минус 6 °С составляет 12 мес. для фасованного в бочки и фляги и 3 мес. – для фасованного в банки.

Молочный жир

Молочный жир – это продукт, который на 99,8% состоит из жира. Молочный жир имеет чистый вкус и запах; допускается легкий привкус топленого масла. Консистенция плотная, однородная. Цвет равномерный, от светло-желтого до желтого. В расплавленном состоянии прозрачный, без осадка. Молочный жир широко используется для производства рекомбинированных молочных продуктов, в пищевой промышленности, в кулинарных целях, а также для длительного резервирования, для получения фракций молочного жира.

В отличие от топленого масла, при выработке молочного жира применяют более низкие температуры обработки расплава (50–55 °С), вакуумирование и быстрое охлаждение. Вырабатывают молочный жир из сливочного и подсырного масла с высококачественной жировой фракцией.

Отечественную технологию молочного жира разработали Ф.А. Вышемирский и Б.Н. Автандилян (ВНИИМС).

В зависимости от сырья применяют несколько технологических схем производства молочного жира.

При выработке молочного жира из сливочного масла основными технологическими операциями являются: расплавление масла, тепловая обработка расплавленной массы (90–92 °С), сепарирование на молокоочистителе (при переработке сырья с высоким содержанием плазмы добавляют воду в соотношении 1:1), а затем на сливкоотделителе до массовой доли жира не менее 99,4%, вакуумирование при температуре 80–90 °С и остаточном давлении 40–50 кПа до массовой доли жира 99,8%, охлаждение до (17±2) °С, фасовка, упаковка, маркировка и хранение. Фасуют молочный жир в картонные ящики монолитами по 20 кг с использованием мешков-вкладышей из полимерных материалов, в стеклянные банки по 500 и 650 г и другую жесткую тару, предусмотренную действующей нормативной документацией. Хранят молочный

жир при температуре не выше 5 °С до 12 мес., а в нерегулируемых условиях – 5 мес.

Консервные виды масла

Для обеспечения полноценного питания людей, находящихся в экстремальных условиях, в труднодоступных и отдаленных регионах вырабатываются консервные виды масла. Это продукты высокой транспортабельности и длительных сроков хранения при нерегулируемых условиях хранения. К разновидностям консервного масла относят: стерилизованное, пастеризованное, плавленое и сухое масло.

Стерилизованное масло. Сырьем являются высокожирные сливки с массовой долей 78,0 и 82,5%. Технологический процесс осуществляется по схеме производства сладкосливочного масла. Особенностью технологии стерилизованного масла является высокотемпературная обработка (тепловая стерилизация) высокожирных сливок и отсутствие операции преобразования их в масло. Сливки после нормализации разливают в тару из белой жести электролитического лужения с покрытием внутренней поверхности пищевым лаком или в тару нелакированную горячего лужения. Банки должны быть стерильными и сухими. Сливки при температуре 60–70 °С разливают в банки, укупоривают и проверяют на герметичность. Стерилизацию проводят при температуре 120 °С с выдержкой от 20 до 45 мин. Охлаждают до температуре (16±1) °С и направляют на резервирование.

Стерилизованное масло имеет вкус и аромат топленого масла, плотную и однородную консистенцию. Содержание жира в стерилизованном масле 82%, влаги 16%, сухих веществ 2%.

Срок хранения при нерегулируемых условиях 1 год.

Пастеризованное масло представляет собой высокожирные сливки, расфасованные в жестяную тару и подвергнутые трехкратной пастеризации при температуре 90–92 °С.

Плавленое масло получают пропусканием свежего сливочного масла через обработочный цилиндр с нагреванием до 30 °С для обеспечения более тонкого диспергирования воды в молочном жире. Это повышает стойкость масла к хранению.

Плавленое масло расфасовывают в жестяные банки, предварительно промытые горячей водой и обсушенные горячим воздухом.

Сухое масло – сыпучий порошок светло-желтого цвета с приятным сливочным вкусом, быстро растворим в воде при температуре 40–50 °С.

Сухое масло готовят из смеси натуральных сливок с массовой долей жира не менее 30% и обезжиренного молока. Обезжиренное молоко, специально подготовленное, добавляют в количестве 10–15% в сливки для повышения устойчивости жировой дисперсии, полученную смесь

подвергают гомогенизации при температуре (90±2) °С и давлении (6±1) МПа.

Другой вариант технологии сухого масла: смесь сливок и обезжиренного молока подвергают сгущению в вакуум-выпарных аппаратах, гомогенизации и сушке на распылительных сушилках, температура воздуха на входе в сушилку 150–170 °С. Сухое масло просеивают, охлаждают до температуры 17–19 °С и фасуют в бумажные многослойные мешки с внутренними герметично заделанными полиэтиленовыми вкладышами массой не более 25 кг, металлические банки массой по 500 г, пачки сыпучих продуктов массой нетто от 250 до 500 г с внутренним герметично заделанным пакетом из ламинированной фольги или комбинированных материалов.

Готовый порошок имеет жирность 80–83%, СОМО – 12–17%. При добавлении к сухому маслу 12–25% кипяченой воды, охлажденной до 40–50 °С, получают продукт, который после выдержки при температуре (6±1) °С в течение 2–3 ч по консистенции и по вкусу напоминает сливочное масло. Срок хранения восстановленного масла – не более 2 сут. при температуре (6±1) °С.

Новые виды масла

К новым видам масла может быть отнесено масло со сложным сырьевым составом, или по-другому – комбинированное масло, в котором молочный жир частично заменен другими видами жира, например, растительным, животным, рыбьим или их композициями.

Промышленный выпуск масла из коровьего молока с частичной заменой молочного жира растительным впервые освоен в Швеции (табл. 3.5).

3.5. Выпуск комбинированного масла

Название комбинированного масла	Дата внедрения в производство, год	Массовая доля жира, %	
		общего	растительного
Бреготт	1969	80	16
Лэтт и Лагом	1974	40	16
Флора	1983	80	40

В СССР впервые замена молочного жира на растительный была осуществлена при разработке масла диетического, в котором 20% молочного жира было заменено смесью дезодорированного, рафинированного кукурузного и подсолнечного масла. Это – совместная научная разработка ВНИИМС и ИП РАМН. Основная задача этой разработки – корректировка жирнокислотного состава молочного жира, заключающаяся в повышении степени его ненасыщенности посредством увеличения до 10–15% количества полиненасыщенных жирных кислот.

Под руководством Ф.А. Вышемирского разработана серия видов рекомбинированного масла с частичной заменой молочного жира немолочными жирами: растительными маслами; заменителями молочного жира; специально подобранными композициями. Состав и характеристика основных видов комбинированного масла отечественного производства представлены в табл. 3.6.

3.6. Основные виды комбинированного масла

Название комбинированного масла	Массовая доля жира, %		Массовая доля, СОМО, %	Массовая доля воды, не более, %
	общего	в том числе немолочного		
Диетическое	82,5	20,6 (кукурузное + подсолнечное)	1,5	16,0
Славянское несоленое	80,0	32,0 (аналог молочного жира)	1,5	18,5
Славянское соленое	79,0	31,6 (аналог молочного жира)	1,5	18,5
Городское	72,0	50,0 (кукурузное + подсолнечное)	2,5	25,0
Угличское	72,0	40,0 (кукурузное + подсолнечное)	2,5	25,0
Сырное	54,0	4,0 (смесь растительного и аналога молочного жира)	10,0	36,0
Детское	50,0	10,0 (кукурузное + подсолнечное)	8,0	42,0
Топленое столовое	99,0	50,0 (кукурузное + подсолнечное)	–	1,0

С целью упорядочения потребительского рынка масла и аналогов масла разработаны нормативные документы:

- ГОСТ Р 52100-2003 «Спреды и смеси топленые. Общие технические условия»;
- ГОСТ Р 52253-2004 «Масло и масляная паста из коровьего молока. Общие технические условия»;
- ГОСТ «Масло комбинированное» находится на согласовании.

ГОСТ Р 52100-2003 распространяется на жировые продукты: спреды, представляющие собой продукт с массовой долей жира от 39% до 95% включительно, и смеси топленые с массовой долей общего жира не менее 99%, вырабатываемые из молочного жира и/или растительных масел с добавлением пищевых, вкусоароматических добавок и витаминов или без них. Спреды и топленые смеси предназначаются для непосредственного употребления в пищу, использования в кулинарии, в общественном питании, а также для хлебопекарной, кондитерской, пищеконцентратной, консервной и других отраслей пищевой промышленности. Впервые введен показатель безопасности для этой группы продуктов – массовая доля трансизомеров олеиновой кислоты в жире, которая

в пересчете на метилэлаидат не должна превышать более 8%. Для детского питания – не более 4%.

Спред – это эмульсионный жировой продукт, обладающий пластичной, легко мажущейся консистенцией, вырабатываемый из молочного жира, и/или сливок, и/или сливочного масла и натуральных, и/или фракционированных, и/или переэтерифицированных, и/или гидрогенизированных растительных масел или вырабатываемый только из натуральных, и/или фракционированных, и/или переэтерифицированных, и/или гидрогенизированных растительных масел или их композиций.

Топленая смесь – жировой продукт, вырабатываемый методом вытапливания жировой фазы из спреда.

Спреды и топленые смеси в зависимости от состава сырья подразделяются на:

- *сливочно-растительные* (массовая доля молочного жира в составе жировой фазы – не менее 50%);
- *растительно-сливочные* (массовая доля немолочного жира в составе жировой фазы – от 15 до 49% включительно);
- *растительно-жировые* (состоят из немолочных жиров).

В зависимости от массовой доли жира спреды и топленые смеси делятся на:

- *высокожирные* (массовая доля жира от 70 до 99%);
- *среднежирные* (массовая доля жира от 50 до 69,9%);
- *низкожирные* (массовая доля жира от 39 до 49,9%);

Общая технологическая схема производства спредов представлена на рис. 3.12.

Для изготовления спредов и топленых смесей применяется:

- основное сырье: молоко натуральное, пастеризованное, обезжиренное; сливки из коровьего молока, подсырные и пластические; сухое цельное и обезжиренное молоко; пахта-сырье и сухая; жир молочный; масло из коровьего молока (сливочное и топленое); рафинированное и дезодорированное масло растительное (арахисовое, кокосовое, кукурузное, оливковое, пальмовое, пальмоядровое, подсолнечное, рапсовое, соевое); саломас; жир переэтерифицированный; олеин и стеарин пальмовый;
- вспомогательное сырье: вкусоароматические пищевые добавки, эмульгаторы, стабилизаторы, консерванты и красители, разрешенные для применения в пищевых продуктах.

Спреды и топленые смеси выпускают нерасфасованными и фасованными, в виде брикетов, упакованных в пергамент или в алюминиевую кашированную фольгу, в стаканчики или коробочки и другие разрешенные виды упаковки. Низкожирные спреды перефасованию в мелкую тару не подлежат. Сливочно-растительные и растительно-сливоч-

ные спреды и топленые смеси хранят при температуре от минус 25 °С до плюс 5 °С, а растительно-жировые – от минус 20 °С до плюс 15 °С. Температура реализации с предприятий должна быть в диапазоне 5–10 °С. Сроки годности устанавливает изготовитель в зависимости от температуры хранения, наличия потребительской упаковки, вида упаковочного материала, рецептурного состава.



Рис. 3.12. Общая технологическая схема производства спредов

Характеристика продуктов по ГОСТ Р 52253–2004 «Масло и масляная паста из коровьего молока. Общие технические условия» представлена в разделе «Виды масла и требования к сырью для его производства» настоящего издания.

Масло комбинированное – это жировой продукт, вырабатываемый из коровьего молока и/или его компонентов и немолочных жиров, в том числе их композиций и молочной плазмы, обладающий характерным для коровьего масла цветом, вкусом, запахом и консистенцией, содержащий не менее 39% жира, немолочных жиров от 15 до 85% (Codex Stan. Alimentarius 166:1993).

В проекте ГОСТа «Масло комбинированное» предлагается выделить две группы продуктов, соответствующих по составу и свойствам маслу из коровьего молока:

1 группа – топленое комбинированное масло с массовой долей жира не менее 99%;

2 группа – сливочное комбинированное масло с массовой долей жира от 30 до 85%, в том числе с вкусовыми наполнителями.

С целью гармонизации отечественных продуктов с международными стандартами и положениями Международной Молочной Федерации (ММФ), которая в 1993 г. приняла специальный стандарт Codex Stan. Alimentarius 166:1993 на производство продуктов – аналогов сливочного масла, т. е. масла со смешанным сырьевым составом (спреды). Комбинированное сливочное масло рекомендуется разделить по массовой доле жира на более узкие группы. Комбинированное масло **нормальной жирности** содержит массовую долю жира 80–85%; **пониженной жирности** – 50–80%; **низкожирное** – 30–50%. Комбинированное масло пониженной жирности и низкожирное, в соответствии с проектом ГОСТа «Масло комбинированное», предполагается разделить в зависимости от жирности на виды и каждому дать свое видовое название.

Комбинированное масло **пониженной жирности** делится на следующие виды:

- *облегченное комбинированное масло* (с массовой долей жира 70–80%);
- *легкое комбинированное масло* (с массовой долей жира 60–70%);
- *сверхлегкое комбинированное масло* (с массовой долей жира 50–60%);

Комбинированное масло **низкожирное** делится на два вида:

- *мягкое комбинированное масло* (с массовой долей жира 40–50%);
- *пастообразное комбинированное масло* (с массовой долей жира 30–40%).

Технологические схемы комбинированного масла

Комбинированное масло можно выпускать по технологическим схемам и способам производства, которые применяются в классическом маслоделии. Способ и технологическая схема производства определяются в зависимости от технической оснащенности предприятия, вида основного и вспомогательного сырья; объемов производства и вида комбинированного масла.

Общими технологическими операциями производства комбинированного масла для всех способов производства являются: приемка и оценка качества сырья; подготовка компонентов немолочного происхождения; составление по рецептуре смеси жиров; приготовление молочно-жировой дисперсии или молочно-растительных сливок; смешивание молочно-жировой дисперсии или молочно-растительных сливок со сливками или сливочным маслом; эмульгирование (диспергирование); пастеризация; маслообразование; фасование, упаковывание и хранение.

В зависимости от вида и количества немолочного жира, а также способа производства существуют специфические операции технологического процесса комбинированного масла.

Способ сбивания на примере производства масла «Славянское несоленое». Заменители молочного жира нагревают до температуры

(65±5) °С и выдерживают до полного расплавления. Сухое обезжиренное молоко или пахту восстанавливают, нагревают до температуры (65±5) °С. Расплавленный заменитель молочного жира при непрерывном перемешивании вносят в восстановленное молоко и смесь перемешивают в течение 20–30 мин. Массовая доля жира в смеси должна составлять (35±2)%. Для получения молочно-жировой дисперсии смесь направляют в эмульсор, диспергатор или гомогенизатор. Охлаждают до температуры (10±2) °С и смешивают по рецептуре с натуральными сливками или сливочным маслом, предварительно расплавленным до температуры (65±5) °С. Разница температур смешиваемых компонентов не должна превышать 5 °С. Полученную молочно-жировую дисперсию пастеризуют при температуре 90–105 °С, дезодорируют и охлаждают до температуры физического созревания сливок: в весенне-летний период – до температуры 3–6 °С, а в осенне-зимний период – до 4–7 °С с выдержкой в первом случае не менее 5 ч, а во втором не менее 7 ч. После созревания смесь подогревается до температуры сбивания (табл. 3.7).

3.7. Таблица

Период года	Температура сбивания, °С	
	периодическим способом	непрерывным способом
Весенне-летний	6–11	8–12
Осенне-зимний	7–14	10–13

Продолжительность сбивания комбинированного масла увеличивают в сравнении с классической технологией. Однако излишняя механическая обработка приводит к получению продукта с засаленной консистенцией и бледной окраской. Отсутствует операция промывки масла. В конце сбивания в масло вносят пищевые добавки: ароматизатор, краситель, стабилизатор структуры и консервант. Готовое масло расфасовывают, упаковывают и направляют на хранение.

Способ преобразования высокожирных сливок на примере производства диетического масла. Из смеси рафинированного и дезодорированного кукурузного и подсолнечного масла с обезжиренным молоком или пахтой при температуре (50±2) °С готовят растительные сливки с массовой долей жира 35–40%. Проводят диспергирование в эмульсорах, коллоидных мельницах или используют замкнутый контур (центробежный насос ⇔ резервуар, перекачивание смеси при температуре (62±2) °С в течение 20–30 мин). Полученные растительные сливки смешивают по рецептуре с натуральными сливками или сливочным маслом, предварительно расплавленным до температуры (65±5) °С. Разница температур смешиваемых компонентов не должна превышать 5 °С. Полученную молочно-растительную дисперсию пастеризуют при температуре 85–92 °С с выдержкой 5–20 мин и направляют в сепаратор для высокожирных сливок. Получают высокожирные сливки с массовой долей влаги 15–17% и направляют в ванны для нормализации. Затем вносят сливочный ароматизатор, краситель ß-каротин и другие пищевые добавки. Высокожирные сливки направляют в маслообразователь, производительность которого несколько снижают, а температуру масла на выходе поддерживают на уровне (14±2) °С независимо от времени года.

Термомеханическую обработку комбинированного масла в сравнении с традиционным маслом из коровьего молока увеличивают. В случае получения масла излишне твердой, крошливой консистенции рекомендуется уменьшить частоту вращения мешалки, увеличить производительность и температуру в маслообразователе, а при излишне мягкой консистенции и низкой термоустойчивости снизить производительность и температуру в маслообразователе. Масло фасуют, охлаждают и направляют на термостатирование.

Контрольные вопросы

1. Какие виды масла относят к традиционным? В чем особенность технологического процесса производства этих видов масла?
2. В чем отличие вологодского масла от сладкосливочного?
3. Каковы особенности состава и технологических операций любительского масла?
4. В чем заключается отличие производства масла с повышенным содержанием влаги?
5. Какими технологическими приемами можно повысить влагоемкость масляного зерна?
6. Почему бутербродное масло целесообразно вырабатывать непрерывным сбиванием или преобразованием высокожирных сливок?
7. Какое сквашивание сливок применяют при производстве кислосливочного масла?
8. Какие меры технологического порядка надо предусмотреть для обеспечения характерного аромата и вкуса кислосливочного масла?
9. Для чего используют молочнокислые дрожжи в производстве кислосливочного масла?
10. На какой стадии вносится закваска в производстве кислосливочного масла?
11. Какие виды масла с вкусовыми наполнителями выпускаются промышленностью?
12. Какими способами можно ввести вкусовые наполнители в масло?
13. Чем отличается закусочное масло от десертного?
14. В чем состоит особенность состава и технологии детского масла?
15. Назначение и особенности технологии консервных видов масла.
16. К какому виду относится топленое масло?

17. Преимущества и недостатки производства топленого масла способом сепарирования и способом отстоя.
18. Какое сырье используется в производстве топленого масла и молочного жира?
19. Особенности состава и технологии молочного жира.
20. Дайте определение продукта «масло из коровьего молока», охарактеризуйте его.
21. Дайте определение продукта «масляная паста из коровьего молока», охарактеризуйте его.
22. Дайте определение продукта «спред», охарактеризуйте его.
23. Дайте определение продукта «топленые жиры», охарактеризуйте его.
24. Дайте определение продукта «комбинированное масло», охарактеризуйте его.
25. Какие новые виды масла со сложным сырьевым составом разработаны ВНИИМС?
26. Какие жиры могут использоваться для частичной замены молочного жира в производстве масла, масляных паст и спредов?
27. В чем заключается особенность технологии комбинированных видов масла?
28. Приведите технологическую схему комбинированного масла способом сбивания.
29. Приведите технологическую схему комбинированного масла способом преобразования высокожирных сливок.

3.6. Упаковка, маркировка и хранение масла

Упаковка должна быть газо- и светонепроницаемой, жароустойчивой, обладать хорошей механической прочностью, иметь привлекательный вид и быть удобной при использовании. Около 80% масла упаковывают в крупную тару монолитами и блоками по 20–25 кг. Упаковывают также в деревянные бочки и ящики из бука, ели, осины и сосны, в трехслойные фанерные ящики, внутри покрытые казеиновой пленкой, а также в картонные ящики, изнутри выстланные пергаментом. Допускается использование полимерных пленок, разрешенных для контакта с молочным жиром. Для порционного фасования по 500, 250, 200, 100, 30, 20, 10 г применяют пергамент, алюминий, полированную фольгу, полимерные стаканчики и баночки из белой жести.

Масло фасуют и упаковывают летом при температуре (10–12) °С, а зимой – при температуре 12–14 °С. Для мелкой фасовки используют свежевыработанное масло.

В процессе фасования не допускают наличие пустот в монолите масла, которые приводят к раннему плесневению. При фасовке масла с

повышенным содержанием влаги желательно его подвергать гомогенизации для исключения выпрессовываности влаги во время фасования.

Сливочное масло с вкусовыми наполнителями фасуют в транспортную тару массой 20 кг (упаковочные материалы – пергамент и мешки-вкладыши из полимерных материалов), а также в потребительскую тару: брикеты с упаковкой в пергамент и кашированную фольгу массой нетто от 100 до 250 г; батоны массой от 100 до 1000 г; коробочки и стаканчики из полимерных материалов массой от 100 до 500 г.

Маркировка. На брикетах указывается наименование предприятия (код и номерной знак), вид масла, масса нетто, номер стандарта или технические условия, сорт масла, дата фасовки и срок реализации. На обоих торцах ящиков указывается номер завода-изготовителя, порядковый номер смены, номер ящика с начала каждого месяца, дата выработки, вид и сорт масла, масса единичной упаковки, номер стандарта.

Хранение. Масло на предприятиях хранится при температуре минус 4 – минус 6 °С, при относительной влажности не более 80% во избежание плесневения продукта. Большие монолиты хранятся на предприятиях не более 10 сут., а мелкая фасовка – не более 5 сут. Для длительного хранения на заводах и базах должны быть специальные холодильные камеры.

В соответствии с ГОСТ Р 52253–2004, рекомендуется четыре режима хранения масла и масляной пасты из коровьего молока при относительной влажности воздуха не менее 85%:

- Режим 1: температура (3±2) °С – для потребителей;
- Режим 2: температура минус (6±3) °С – промышленное хранение;
- Режим 3: температура минус (16±2) °С – резервирование;
- Режим 4: температура не выше минус 25 °С – длительное резервирование.

Особенности хранения различных видов масла в зависимости от упаковки и условий хранения представлены в приложении.

3.7. Пороки и оценка качества масла

Пороки масла традиционных видов

Для масла, выработанного по традиционной технологии, пороки условно можно разделить на пороки вкуса и запаха, пороки консистенции, пороки цвета и упаковки. Наиболее часто у масла, выработанного сбиванием, встречаются пороки вкуса и запаха. Для масла, выработанного преобразованием высокожирных сливок, характерны пороки консистенции.

Пороки вкуса и запаха

Кормовые привкусы наблюдаются при выработке масла из молока и сливок с наличием таких привкусов. Для предотвращения этого поро-

ка необходимо сортировать сливки и молоко по вкусу и запаху, сливки подвергать дезодорированию и повышать температуру пастеризации.

Невыраженный вкус и аромат – порок масла, проявляющийся из-за недостаточного количества в нем ароматических веществ. Причиной этого могут быть недостаточный режим пастеризации сливок; обедненный состав ароматических веществ молока зимнего периода; пониженный аромат закваски или недостаточное ее количество при производстве кислосливочного масла.

Горький вкус масла вызван рядом причин: наличием в кормах полыни, люпина и других горьких трав; использованием в производстве соленого масла нестандартной соли; образованием пептонов при расщеплении белка плазмы ферментами микроорганизмов. Этот порок также может быть вызван присутствием некоторых дрожжей; примесью стародойного или маститного молока.

Прогорклый вкус – один из наиболее распространенных и обесценивающих масло пороков. Порок связан с глубокими изменениями молочного жира, вызванными липазой микробного происхождения (в процессе хранения масла) или липазой стародойного молока (в свежевыработанном масле). Процесс начинается с ферментативного гидролиза жира, в результате которого образуются кетоны и кетокислоты, оксикислоты, альдегиды, эфиры, спирты, низкомолекулярные жирные кислоты и другие соединения. При этом понижается йодное число и увеличивается количество летучих жирных кислот.

Плесневелый (затхлый) привкус является результатом развития плесеней. Появившуюся на поверхности масла вегетативную плесень следует немедленно удалять, при развитии плесени во внутренних слоях масло бракуют. Плесени могут проникать в масло через сырье, воздух производственных помещений, аппаратуру, тару и пр. Для предотвращения возникновения этого порока необходимо тщательно дезинфицировать помещения и оборудование, соблюдать режимы пастеризации сливок, соблюдать правила фасовки, упаковки и хранения масла.

Посторонние привкусы и запахи проявляются при абсорбировании маслом пахучих веществ, химикатов, лекарств, смазочных масел, нефтепродуктов.

Пригорелый вкус и запах возникают вследствие появления на стенках пастеризатора пригара, а также при введении острого пара в сливки и при повышенной кислотности сливок.

Металлический привкус связан с наличием солей меди и железа. Они образуются в масле в результате воздействия молочной кислоты на металл посуды, а также при использовании недоброкачественной промывной воды. Наиболее часто встречается в кислосливочном масле. Этот порок быстро прогрессирует и вызывает другие пороки химического происхождения, выступая их катализаторами.

Кислый вкус обусловлен развитием молочнокислой микрофлоры. В сладкосливочном масле возникает из-за плохой промывки, в кислосливочном масле – при переквашивании сливок.

Кислый вкус масла связан с повышением кислотности плазмы масла, а не жира, поэтому его не следует смешивать с повышением кислотности на начальной стадии прогоркания при гидролитическом изменении жира.

Привкус топленого масла – порок, появляющийся в результате длительной пастеризации, при двойной пастеризации, при попеременном нагревании и охлаждении, т. е. во всех случаях, когда создаются условия для дестабилизации жировой дисперсии и вытапливания жира.

Нечистый вкус и запах являются пороками микробиологического происхождения и чаще встречаются в сладкосливочных несоленых видах масла. Проявление этого порока в свежем продукте связано с низким качеством сырья и неудовлетворительными санитарно-гигиеническими условиями производства.

Затхлый, сырный, гнилостный привкусы являются причиной длительного хранения сливок в закупоренных емкостях, например во флягах; в сырых и затхлых помещениях; при скармливании животным недоброкачественных плесневелых и прелых кормов, а также вследствие микробиологических процессов порчи сырья, возникающих при несоблюдении санитарно-гигиенических условий его получения и хранения.

Салистый вкус является пороком химического происхождения, возникает обычно при неправильном хранении масла. Ему, как правило, предшествует металлический привкус. В основе процесса лежит присоединение кислорода к непредельным жирным кислотам по месту двойных связей. Осаливание жира сопровождается появлением салистого привкуса, повышением температуры плавления, а также обесцвечиванием, потерей естественной окраски, что связано с окислением каротина в масле.

Окисление интенсивно протекает под действием кислорода воздуха, начиная с поверхностных слоев и углубляясь в монолит масла. Ускоряет этот процесс воздействие света, повышение температуры, присутствие железа, меди и их солей.

Олеистый вкус напоминает привкус растительного масла. Сущность этого порока изучена недостаточно.

Рыбный вкус. Масло приобретает специфический запах и вкус, несколько напоминающий селедочный рассол, иногда – рыбий жир. Причиной порока является разложение лецитина под воздействием поваренной соли и молочной кислоты. Причиной порока могут быть также длительное хранение кислосливочного соленого масла, или микробиологический распад белково-лецитинового комплекса оболочек жировых шариков, окисление ненасыщенных жирных кислот молочного жира.

Штафф – порок, поражающий поверхность масла. Глубина пораженного слоя может превышать 0,5 см. В таком масле повышается кислотность плазмы и жира, содержание растворимых азотистых веществ и альдегидов, повышается перекисное число и снижается йодное. Поверхность масла становится темно-желтой, полупрозрачной и приобретает резко выраженный неприятный щиплющий привкус. Порок вызывается развитием аэробной микрофлоры и является результатом полимеризации и окисления молочного жира вследствие его обезвоживания. Появлению этого порока способствуют солнечный свет, высокая влаго- и воздухопроницаемость упаковочных материалов, соли тяжелых металлов.

Пороки консистенции

Крошливость масла образуется в результате недостатка свободного жира и нарушения кристаллической структуры масла. Причинами этого порока являются нарушение режимов созревания сливок и неправильная обработка масла при способе сбивания. При поточном способе производства крошливость масла возникает в результате недостаточного охлаждения и обработки сливок в маслообразователе, нарушения режима работы маслообразователя и его перегрузке.

Мягкая, слабая консистенция масла получается из-за избытка низкоплавких глицеридов. Причиной является недостаточная степень созревания сливок, нарушение режимов сбивания и обработки масла. При поточном способе производства масла необходимо повысить производительность маслообразователя и снизить температуру рассола.

Засаленность масла наблюдается при избыточном выделении жидкой фракции жира, а также при излишне продолжительной обработке масла. Избежать этого порока можно при строгом соблюдении технологической инструкции, принятой для созревания и сбивания сливок.

Мутная «слеза» в масле образуется в результате недостаточной его промывки и обработки (мягкое масляное зерно). Порок в виде крупной «слезы» образуется в соленом масле при применении крупнокристаллической соли для посолки. Предупредить этот порок можно, выдерживая масло в промывной воде с более низкой температурой, а также улучшая механическую обработку масла.

Формонеустойчивое масло образуется в основном при его выработке на поточных линиях, когда масло при комнатной температуре имеет сметанообразную консистенцию. В ряде случаев такое масло называют *мягким, излишне мягким или легкоплавким.* Этот порок наблюдается в масле, полученном при заниженной производительности маслообразователя и заниженной температуре охлаждения продукта.

Слоистость в масле наблюдается в основном при выработке его на поточных линиях в результате плохого перемешивания высокожирных сливок в маслообразователе и обработке сливок при пониженной температуре. Появление порока вызвано неравномерным распределением

фаз твердого и жидкого жира. Предотвратить слоистость масла можно тщательной регулировкой режима работы маслообразователя.

Мучнистость в масле возникает в результате повышенной дестабилизации жира в высокожирных сливках. Для устранения этого порока необходимо сократить выдержку высокожирных сливок при высоких температурах, предупреждая вытапливание жира.

Пороки посолки, цвета и упаковки

Нестандартное содержание соли. Если содержание соли превышает допустимую стандартом норму, то масло бракуют и передают на переработку.

Неравномерная посолка связана с различным содержанием соли по участкам или упаковкам в одной партии. На неравномерность посолки указывает «мраморный» цвет продукта. Чаще всего порок возникает вследствие недостаточной обработки масла после посолки сухой солью, а также использования комковатой соли.

Нерастворившаяся соль присутствует в масле в виде отдельных кристаллов или их групп. Порок возникает при внесении сухой соли после критического момента обработки масла, при очень быстрой обработке масла или при использовании крупнокристаллической соли.

Пестрый, неоднородный цвет связан с неравномерным распределением рассола в масле. В более светлых местах рассол хорошо диспергирован и имеет значительную суммарную поверхность, поэтому такие участки масла кажутся непрозрачными и белыми. В желтых, более прозрачных участках рассол присутствует в виде крупных капель со сравнительно небольшой суммарной поверхностью.

Фисташковый цвет топленого масла появляется при низких температурах хранения и обусловлен химическими изменениями каротина.

Неплотная набивка масла в тару и небрежная заделка пергаментом приводят к образованию пустот, в которых скапливается влага. Масло при этом обогащается воздухом и становится благоприятной средой для развития плесени.

Неудовлетворительная сборка тары не обеспечивает должной изоляции масла от внешних воздействий, а при хранении топленого масла может привести к вытеканию жира.

Пороки маркировки связаны с нанесением маркировки неясно, небрежно, с нарушением правил. В случае неправильной или неясной маркировки масло к выпуску в реализацию не допускается.

Пороки комбинированного масла

Органолептическую оценку качества, а также упаковку и маркировку комбинированного масла предложено оценивать по 20-балльной шкале:

Наименование показателя	Оценка в баллах (максимально)
Запах и вкус	10
Консистенция и внешний вид	5,0
Цвет	2,0
Упаковка и маркировка	3,0
ИТОГО:	20

Предложенная шкала позволяет экспертам-дегустаторам осуществлять идентификацию отдельных органолептических показателей.

Комбинированное масло имеет характерные пороки органолептических показателей. Основными пороками вкуса и запаха являются: привкус и запах растительных жиров; посторонние вкусы и запахи, привнесенные немолочными жирами; пустой (обезличенный) вкус и запах; запах и вкус используемых ароматизаторов и усилителей вкуса (кисломолочный, маргариновый, кондитерский). К числу пороков консистенции комбинированного масла можно отнести мягкую и излишне мягкую, комковатую, липкую, слоистую и крошливую консистенцию; неудовлетворительную термоустойчивость.

Пороками цвета являются неоднородный, полосатый и засаленный цвет комбинированного масла.

Контрольные вопросы

1. На какие группы делят пороки масла, выработанного по традиционной технологии?
2. Как влияют способы производства на образование пороков масла?
3. Какие основные пороки вкуса и запаха масла вы знаете?
4. Что является причиной горького вкуса масла?
5. Какие пороки связаны с химическими изменениями жира в масле?
6. Какие пороки связаны с микробиологическими изменениями жира в масле?
7. Какие пороки связаны с ферментативными изменениями жира в масле?
8. Какие основные пороки консистенции масла вы знаете?
9. Какие причины вызывают порок формонеустойчивости масла? Зависят ли они от способа производства?
10. Какие вы знаете пороки цвета масла? Чем они вызваны?
11. К каким порокам масла приводит неправильная посолка?
12. К каким порокам масла приводит его неправильная упаковка?

Лабораторные работы

Работа 1. Изучение технологии сливочного масла

Содержание работы

Ознакомление с оборудованием и технологией производства сливочного масла методом сбивания.

Технология сливочного масла предусматривает концентрирование жира молока. В зависимости от способа концентрирования жира молока до уровня содержания жира в масле различают два способа производства. Масло вырабатывают способом сбивания сливок с использованием маслоизготовителей периодического и непрерывного действия и способом преобразования высокожирных сливок с использованием цилиндрических или пластинчатых маслообразователей, либо вакуум-маслообразователя.

Оборудование, приборы и материалы

Маслоизготовитель периодического действия с комплектом инвентаря. Весы, термометры, секундомер. Аппаратура и реактивы для определения массовой доли жира, кислотности. Сливки пастеризованные, зрелые с массовой долей жира 32–37%.

Методы исследований

Массовую долю жира определяют кислотным методом Гербера, кислотность – титрованием, в градусах Тернера, массу готового и побочного продукта – взвешиванием.

Порядок выполнения работы

Выполнение работы начинают с подготовки маслоизготовителя. Маслоизготовитель промывают и дезинфицируют, деревянный инвентарь запаривают, погружая в горячую воду с температурой 90 °С на 10–16 мин, после чего сразу перекладывают в емкость с холодной водой, где он хранится до использования.

Определяют емкость маслоизготовителя по формуле:

$$V = \frac{0,98\pi dl}{4},$$

где V – емкость маслоизготовителя, м; d – диаметр маслоизготовителя, м; l – длина маслоизготовителя, м; 0,98 – учитывающий объем лопастей и толщину стенок маслоизготовителя.

Определяют рабочую емкость маслоизготовителя. Для эффективной работы маслоизготовителя его заполняют сливками в количестве 40% от геометрической емкости маслоизготовителя.

Рассчитывают критическое число оборотов лопастей маслоизготовителя по формуле:

$$n = 30/(R)^{0,5},$$

где n – критическое число оборотов, об/мин; R – радиус маслоизготовителя, м.

Превышение критического числа оборотов приводит к прижатию сливок к стенкам маслоизготовителя под действием центробежной силы и прекращению сбивания масла.

При сбивании масла необходимо поддерживать рабочее число оборотов, которое определяют по формуле:

$$n = 24/(R)^{0,5}.$$

Фактическое число оборотов должно соответствовать рабочему.

Сбивание сливок

Отбирают среднюю пробу сливок, определяют массовую долю жира, кислотность; проводят органолептическую оценку. Определяют массу сливок взвешиванием на циферблатных весах. Устанавливают температуру сбивания масла в пределах (8–14) °С в зависимости от сезона года, зрелости сливок.

Маслоизготовитель заполняют на 30–40% холодной водой с температурой на 2–3 °С ниже температуры сбивания сливок и вращают его в течение 2–5 мин. Воду сливают и заполняют маслоизготовитель сливками. Отмечают время начала сбивания. После 10–15 оборотов маслоизготовитель останавливают, открывают пробу для выпуска скопившегося воздуха. Через каждые 10 мин записывают объем сливок. Замеры прекращают после разрушения пены и образования масляного зерна. Сбивание прекращают, как только стенки маслоизготовителя начинают омываться пахтой, и масляное зерно достигнет в диаметре 2–3 мм. Отмечают время конца сбивания. Сливают пахту, определяют ее массу, содержание жира в ней и температуру.

Промывка масляного зерна

Масляное зерно промывают, равномерно разбрызгивая воду по всей его поверхности. После внесения в маслоизготовитель всего количества воды (50–60% от объема исходных сливок) делают несколько оборотов маслоизготовителя и излишки воды сливают. При нормальной консистенции масляного зерна температура промывной воды должна быть на 1–2 °С ниже температуры пахты, при промывке мягкого слипшегося зерна для его отвердевания температуру воды поднимают еще на 1–2 °С и увеличивают время выдержки до 5 мин; при промывке грубого, рыхлого зерна температуру повышают на 1–2 °С по сравнению с температурой пахты.

Обработка масляного зерна и регулирование состава масла

Обработку масляного зерна проводят с целью получения из него плотного монолита масла с равномерным распределением в нем компонентов, в частности, влаги и поваренной соли. Обработку масляного пласта проводят в маслоизготовителе, маслообработнике или вручную, отжимая деревянной лопаткой масляный пласт, расположенный на смоченном листе пергамента. Обработку масляного пласта проводят до критического момента – прекращения выделения влаги из масляного пласта на поверхность. На основании результатов анализа и расчета теоретической массы масла рассчитывают количество недостающей воды и вносят ее в масло в несколько приемов, поливая пласт и врабатывая влагу. Момент окончания обработки устанавливают по отсутствию влаги на поверхности масла.

Оформление работы

Составить технологическую схему производства масла методом сбивания. Произвести необходимые расчеты. Построить график изменения объема сливок в процессе сбивания от времени сбивания. Сформулировать вывод о проделанной работе.

Работа 2. Изучение свойств масла, выработанного различными способами

Содержание работы

Проводят определение свойств масла, выработанного способом сбивания в маслоизготовителях периодического, непрерывного действия и способом преобразования высокожирных сливок.

Оборудование, приборы и материалы

Металлический щуп, шпатель, аппаратура для определения термоустойчивости масла, величины капель и распределения влаги в масле. Образцы масла различных видов.

Методы исследований

Чистый сухой металлический щуп под наклоном погружают в масло на глубину 5–6 см, поворачивают и извлекают образец – среднюю пробу. Сначала определяют запах образца. Затем шпателем со столбика масла срезают кусочек 1,5–2,0 г для оценки вкуса и степени посолки. Консистенцию, обработку, внешний вид и цвет масла определяют визуально по структуре, наличию капелек влаги. Величину капель и распределение влаги в масле устанавливают по изменению цвета бромфенолблау при соприкосновении с капельками влаги. Термоустойчивость масла определяют по способности масла сохранять форму при повышенных температурах.

Определение термоустойчивости сливочного масла

Из монолита масла вырезают образец весом около 100 г, охлаждают до минусовых температур и выдерживают в течение суток для завершения процесса кристаллизации жира. Затем масло отепляют в комнатных условиях до температуры 10 °С.

Из подготовленных образцов масла с помощью пробоотборника вырезают цилиндрики (по одному из образца) высотой 20 мм, диаметром 20 мм и осторожно размещают их на стеклянной пластинке с номерами проб на расстоянии 2–3 см друг от друга. Затем пластинку с пробами помещают в воздушный термостат с заранее отрегулированной температурой 30 °С, где выдерживают 2 ч. По окончании выдержки пластинки с пробами осторожно извлекают из термостата, помещают на миллиметровую бумагу, измеряют диаметр основания каждого цилиндрика. Если основание пробы продукта имеет эллипсовидную форму, то измеряют максимальный и минимальный диаметры и вычисляют среднее значение.

Показатель термоустойчивости определяют по формуле

$$К_т = Д_0/Д_1,$$

где $К_т$ – показатель термоустойчивости масла, при хорошей термоустойчивости К = 1,0–0,86; при удовлетворительной – 0,85–0,75; при неудовлетворительной — менее 0,70; $Д_0$ – начальный диаметр основания цилиндрика, мм; $Д_1$ – диаметр основания цилиндрика после термостатирования, мм.

Определение величины капель и распределение влаги в масле

Для определения величины капель и распределения влаги в масле специальным проволочным ножом делают срез масла размером 6×6 см толщиной 2–3 см. На свежий срез пинцетом плотно прикладывают индикаторную бумагу и выдерживают 15–30 с. Затем индикаторную бумагу, держа за кончик пинцетом, опускают в обезжиренный расплавленный парафин для фиксации образовавшихся отпечатков капель. По числу сине-фиолетовых точек или пятен, их величине, а также по характеру их распределения судят о величине капель и распределении влаги в масле. В соответствии с эталоном, по величине капель влаги и их распределению масло относят к одному из четырех классов.

1 класс – хорошее распределение влаги: на индикаторной бумажке отпечатков не видно;

2 класс – удовлетворительное распределение влаги: на индикаторной бумажке отмечено 3–5 равномерно распределенных точек диаметром 0,3–1,0 мм;

3 класс — неудовлетворительное распределение влаги: на индикаторной бумажке видно более 5 точек различной величины диаметром более 1,0 мм;

4 класс – плохое распределение влаги: на индикаторной бумажке отмечено много точек и пятен диаметром более 3 мм.

Порядок выполнения работы

После определения соответствия масла по химическим показателям ГОСТу приступают к органолептической оценке.

Под органолептической оценкой понимают пробы на вкус, запах и внешний вид. Масло сливочное должно иметь чистый, характерный для данного вида масла вкус и запах, без посторонних привкусов и запахов. Консистенция масла при 10–12 °С должна быть плотной, однородной, поверхность масла на срезе слабо блестящая и сухая на вид или с наличием одиночных мельчайших капелек влаги. Цвет масла однородный по всей массе, от белого до светло-желтого.

Оформление работы

Описать последовательность выполнения работы. Оценить качество представленных образцов масла. Обосновать пороки. Сформулировать вывод о проделанной работе.

Приложения

Приложение 1

Показатели, используемые при расчете норм расхода молока на 1 т сливочного масла, выработанного способом преобразования высокожирных сливок

Показатели	Виды масла							
	вологодское	сладкосливочное		любительское: сладкосливочное и кислосливочное		крестьянское		бутербродное
		несоленое	соленое	несоленое	соленое	несоленое	соленое	
Содержание влаги в масле, %	15,8	15,8	15,8	19,7	19,7	24,7	24,7	34,0
Содержание СОМО в масле, %	1,6	1,6	1,6	2,0	2,5	2,5	2,5	3,4
Содержание соли в масле, %	–	–	0,8	–	1,0	–	1,0	–
Содержание жира в масле, %	82,6	82,6	81,8	78,3	77,3	72,8	71,8	62,6
Содержание жира в сливках, %	30,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
Содержание жира в обезжиренном молоке, %	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Содержание жира в пахте, %	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Приложение 2

Показатели, используемые при расчете норм расхода молока на 1 т сливочного масла, выработанного способом непрерывного сбивания

Показатели	Виды масла							
	вологодское	сладкосливочное		любительское: сладкосливочное и кислосливочное		крестьянское		бутербродное
		несоленое	соленое	несоленое	соленое	несоленое	соленое	
Содержание влаги в масле, %	15,8	15,8	15,8	19,7	19,7	24,7	24,7	34,0
Содержание СОМО в масле, %	1,5	1,5	1,5	1,8	1,8	2,2	2,2	3,3
Содержание соли в масле, %	–	–	0,8	–	1,0	–	1,0	–
Содержание жира в масле, %	82,7	82,7	81,9	78,5	77,5	73,1	72,1	62,7
Содержание жира в сливках, %	35,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0
Содержание жира в обезжиренном молоке, %	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Содержание жира в пахте, %	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

Приложение 3

Показатели, используемые при расчете норм расхода молока на 1 т сливочного масла, выработанного способом периодического сбивания

Показатели	Виды масла						
	сладкосливочное		вологодское	любительское: сладкосливочное и кислосливочное		крестьянское	
	несоленое	соленое		несоленое	соленое	несоленое	соленое
Содержание влаги в масле, %	15,8	15,8	15,8	19,7	19,7	24,7	24,7
Содержание соли в масле, %	–	0,8	–	–	1,0	–	1,0
Содержание жира в масле, %	82,8	82,0	82,8	78,5	77,5	73,3	72,3
Содержание жира в сливках, %	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
Содержание жира в обезжиренном молоке, %	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Содержание жира в пахте, %	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5

Приложение 4

При расчете норм расхода молока на 1 тонну масла коровьего приняты следующие показатели:

Расход на тонну масла молока в т с массовой долей жира, %	Преобразованием высокожирных сливок		Непрерывным сбиванием сливок	
	бутербродное	крестьянское	бутербродное	крестьянское
3,0	21,55	25,16	21,63	25,24
3,5	18,43	21,52	18,49	21,58
4,0	16,09	18,79	16,71	18,85
4,5	14,28	16,68	14,34	16,73
5,0	12,84	15,00	12,89	15,04

Приложение 5

Нормы предельно допустимых потерь обезжиренного молока:

- при сепарировании молока – 0,5% от веса обезжиренного молока (разность между весом просепарированного молока или сливок);
- при пастеризации или охлаждении – 0,4% от веса обезжиренного молока;
- при пастеризации и охлаждении – 0,4% от веса обезжиренного молока;
- при реализации обезжиренного молока: непастеризованного – 0,5%, пастеризованного – 0,9% от веса реализованного молока.

Приложение 6

Нормы предельно допустимых потерь пахты:

- при выработке масла методом преобразования высокожирных сливок – 2%, при сбивании сливок – 5% от веса пахты;
- при реализации пахты – 0,5% от веса реализованной пахты.

Приложение 7

Показатели, используемые при расчете норм расхода молока 1 т сливочного масла

Показатели	Потери жира, %
Производство сливок на сепараторах производительностью 5000 л/ч и более	0,40
Производство масла способом преобразования высокожирных сливок на линиях производительностью 500–600 кг/ч и более с последующей расфасовкой:	
в блоки	0,48
в брикеты	0,56
Производство масла способом сбивания на маслоизготовителях периодического действия емкостью 5000 л и более с последующей расфасовкой:	
в блоки	0,33
в брикеты	0,40
Производство масла способом сбивания на маслоизготовителях непрерывного действия производительностью 1000–1500 кг/ч и более с последующей расфасовкой:	
в блоки	0,52
в брикеты	0,60

Глава 4. Технология сыра

4.1. Общая технология сыра

Сыр представляет собой пищевой продукт, вырабатываемый из молока путем коагуляции белков, обработки полученного белкового сгустка и последующего созревания сырной массы.

В соответствии с ГОСТ Р 52738-2007 «Молоко и продукты переработки молока. Термины и определения», введены следующие понятия: сыр; плавленый сыр и сырный продукт. *Сыр* – это молочный или составной молочный продукт, изготовляемый из молока и/или молочных продуктов и/или побочных продуктов переработки молока с использованием или без использования специальных заквасок, технологий, обеспечивающих коагуляцию молочных белков с помощью молокосвертывающих ферментов или кислотным или термокислотным способом, с последующим отделением сырной массы от сыворотки, ее формованием, прессованием, посолкой, созревающий или без созревания, без добавления или с добавлением немолочных компонентов, которые вводятся не с целью замены составных частей молока. *Плавленый сыр* – это молочный или составной молочный продукт, изготовляемый из сыра и/или творога с использованием молочных продуктов и/или побочных продуктов переработки молока, эмульгирующих солей или структурообразователей без добавления или с добавлением немолочных компонентов, которые вводятся не с целью замены составных частей молока, путем измельчения, перемешивания, плавления и эмульгирования смеси для плавления. *Сырный продукт* – это молокосодержащий продукт, изготовляемый по технологии сыра. *Плавленый сырный продукт* – молокосодержащий продукт, производимый по технологии плавленого сыра.

Сыры относятся к продуктам высокой пищевой, биологической и энергетической ценности, имеют приятный вкус и легко усваиваются. ИП РАМН рекомендуется потреблять не менее 20 г сыра в сутки. Энергетическая ценность сыра зависит от его состава и в среднем составляет от 1050 до 1885 кДж/100 г. Введение в суточный рацион 150 г сычужного сыра позволяет удовлетворить потребности в основных пищевых веществах: в белке – на 30 %; в жире – на 25%; в фосфоре – на 50%; в кальции – на 60%. Эквивалентное количество этих пищевых нутриентов содержится, соответственно, в 250–300 г мяса или 300–350 г рыбы.

Один из основателей отечественного сыроделия А.А. Калантар на рубеже 19 и 20 вв. отмечал: «Ни одно пищевое вещество не обладает такой питательностью, как сыр, который в деле питания нашего народа должен играть видную роль».

Ассортимент вырабатываемых в нашей стране сыров включает все типичные их виды, известные в мировой практике и соответствующие предъявляемым к ним требованиям как по химическому составу, так и по органолептическим свойствам. Каждый вид сыра должен иметь типичный для него вкус, аромат, консистенцию, физико-химические свойства и рисунок на разрезе, которые обусловлены микробиологическими и биохимическими процессами, протекающими при его производстве. Основными факторами, определяющими видовые характеристики сыра, являются: качественный состав микрофлоры молока, бактериальной закваски и сырной массы; массовая доля влаги в сыре после прессования, температура второго нагревания, уровень активной кислотности сырной массы, содержание поваренной соли в сыре и условия созревания (температура, относительная влажность, способы ухода за поверхностью сыра и др.).

Сыры, сходные по основным потребительским, товарным и органолептическим свойствам, по параметрам и особенностям технологического процесса производства, объединяют в группы – классифицируют. Известны классификации ведущих отечественных ученых (А.Н. Королева, И.Б. Гисина, А.И. Чеботарева, З.Х. Диланяна, Н.П. Захаровой, Р.Ю. Раманаускаса и др.) и зарубежных (R. Scott, J. Davis и др.) ученых-сыроделов. В целом они представляют собой товароведческую, технологическую классификацию сыров или их сочетание.

Классификация сыров по А.Н. Королеву. В числе первых в отечественном сыроделии были предложены проф. А.Н. Королевым товароведческая (рис. 4.1) и технологическая классификации.

Схема технологической классификации сыров А.Н. Королева рассчитана на выработку сыров из сырого молока. При переходе на производство сыров из пастеризованного молока существенное значение приобретают бактериальные закваски.

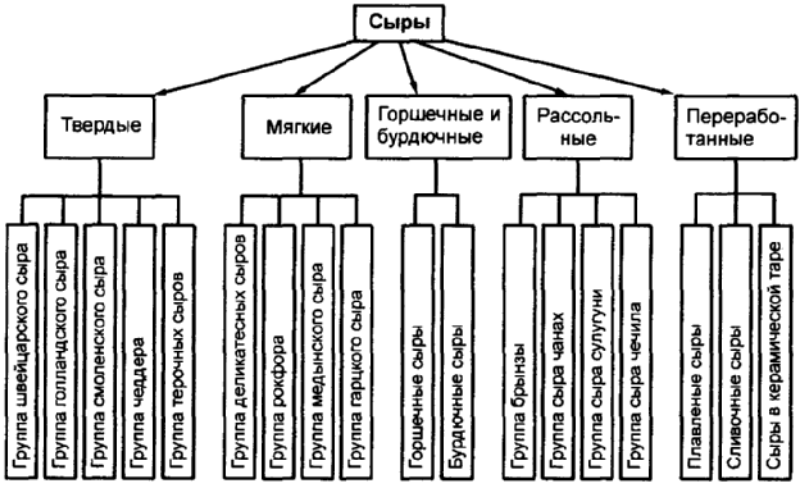


Рис. 4.1. Товароведческая классификация по А.Н. Королеву

Классификация сыров по И.Б. Гисину может быть отнесена к технологической классификации сычужных сыров и представлена в виде таблицы (табл. 4.1). В ней представлены в основном сыры, вырабатываемые в бывшем СССР, и практически нет сыров, вырабатываемых в других странах, хотя любая система классификации должна носить интернациональный характер и быть удобной, компактной.

Приведенные в системе И.Б. Гисина кисломолочные виды сыров, за исключением творога, в настоящее время не вырабатывают, а сыры на основе кислотно-сычужного свертывания представлены только сыром Чайным. К числу недостатков может быть отнесен такой признак первого порядка классификации, как кислотность молока после созревания, поскольку при выработке сыров из пастеризованного молока требования к кислотности молока практически одинаковы для всех сыров. В классификации отсутствуют значения температуры II нагревания. В этой системе для классификации сыров широко использованы такие технологические приемы, как чеддеризация и плавление сырной массы, применяемые в производстве небольшого количества сыров. При этом классификация И.Б. Гисина удобна и компактна.

Классификация сыров по А.И. Чеботареву. Система А.И. Чеботарева включает около 160 сыров, которые он разделил на 3 класса: сычужные (подклассы: твердые и мягкие), кисломолочные и переработанные (плавленые). Классы и подклассы в его квалификации делятся на группы, в которых выделены типовые виды. Для каждой группы даны краткие товароведческая и технологическая характеристики, перечень

аналогов и близких по свойствам видов сыров. Однако некоторые сыры, которые в ней приняты за типовые, сейчас не производятся или вырабатываются в небольших количествах. Классификация А.И. Чеботарева не удобна для использования в международной практике, поскольку технология сыров, принятых за типовые, малоизвестна в зарубежной научной и производственной деятельности.

Таблица 4.1

Кислотность М после созревания, °Т			>22				20–22				<20			
Температура II нагревания, °С			В	С	Н	О	В	С	Н	О	В	С	Н	О
Сухая корка	А. Созревающие на воздухе													
	Прессуемые	Без плавления	3	+	+	–	3	+	+	–	2	1	1	–
		С плавлением	+	10	+	–	+	+	+	–	+	+	+	–
	Прессование слабое или отсутствует	Без плавления	–	+	+	7	–	6	5	+	–	+	4	+
		С плавлением	+	+	+	–	+	+	+	–	+	+	+	–
		Плесень внутри	–	–	–	+	–	–	–	+	–	–	–	+
Слизь на корке	Прессование слабое или отсутствует	Без плавления	–	+	+	7	–	6	5	+	–	+	+	+
		Плесень: внутри	–	–	–	9	–	–	–	+	–	–	–	+
		на поверхности	–	–	+	8	–	–	+	+	–	–	+	+
В бандаже, форме, пленке, ткани и др.	Прессуемые	Без плавления	+	+	+	–	+	+	+	–	+	+	+	–
		С чеддеризацией	–	+	+	–	–	+	12	–	–	+	+	–
		С плавлением	+	10	+	–	+	+	+	–	+	+	+	–
	Прессование слабое или отсутствует	Без плавления	+	+	+	+	–	18	19	–	19	19	19	+
		С чеддеризацией	–	+	+	–	–	+	+	–	–	+	+	–
		Плесень на корке	+	+	–	–	+	+	–	–	+	+	–	–
	Б. Созревающие в рассоле													
	Самопрессующиеся		–	–	–	+	–	–	–	20	–	–	–	20
	Прессуемые		–	+	+	–	–	+	13	–	–	+	+	–
	С чеддеризацией и плавлением		14	–	–	–	+	–	15	–	+	–	+	–

Примечания: 1) М – молоко; В – высокая; С – средняя; Н – низкая; О – отсутствует; «+» – возможные варианты; «–» – невозможные или сомнительные варианты. 2) 1 – Голландский, Ярославский, Костромской, Степной; 2 – Советский, Московский, Кубанский; 3 – Сбринц, Горно-Алтайский терочный; 4 – Угличский; 5 – Латвийский, Краснодарский, Пикантный; 6 – Волжский; 7 – Дорогобужский; 8 – Смоленский, Закусочный; 9 – Рокфор; 10 – Качкавал, Южный; 12 – Чеддер, Российский; 13 – Чанах, Тушинский, Кобийский, Осетинский; 14 – Чечиль; 15 – Сулугуни; 18 – Заралагесский; 19 – Мотал; 20 – брынза.

Классификация сыров по З.Х. Диланяну. Технологическая классификация, предложенная З.Х. Диланяном, учитывает различия в характере ферментативных процессов, протекающих в сырах под воздействием

микрофлоры, вносимой в составе закваски. Согласно этой классификации, все сыры делятся на три класса: сычужные, кисломолочные и переработанные, внутри которых выделены подклассы.

1-ый класс. Параказеиновые (сычужные) сыры

1.1. подкласс. Возбудители – молочнокислые и пропионовокислые бактерии (твердые сыры)

А. Сыры с высокотемпературной обработкой сырной массы

а. прессуемые (с гладкой замкнутой поверхностью)

б. самопрессующиеся с чеддеризацией и плавлением сырной массы до формования

Б. Сыры с низкотемпературной обработкой сырной массы

а. прессуемые (с гладкой замкнутой поверхностью)

б. прессуемые с полной или частичной чеддеризацией сырной массы

в. самопрессующиеся (с незамкнутой, шероховатой поверхностью)

г. самопрессующиеся, потребляемые в свежем виде

д. сыры, созревающие в рассольной среде

1. без чеддеризации

2. с чеддеризацией

1.2. подкласс. Возбудители – молочнокислые и слизеобразующие бактерии (полутвердые самопрессующиеся сыры)

1.3. подкласс. Возбудители – слизеобразующие и молочнокислые бактерии, плесени

а. сыры, созревающие под влиянием щелочеобразующих бактерий сырной слизи и молочнокислых бактерий

б. сыры, созревающие под влиянием щелочеобразующих бактерий сырной слизи, плесеней и молочнокислых бактерий

в. сыры, созревающие под влиянием плесеней и молочнокислых бактерий

1. плесень внутри сыра

2. плесень на поверхности сыра

2-й класс. Казеиновые (кисломолочные) сыры

2.1. подкласс. Свежие сыры

2.2. подкласс. Выдержанные сыры

3-й класс. Переработанные сыры

3.1. подкласс. Плавленые сыры

3.2 подкласс. Прочие

Данная классификация, как и вышерассмотренные, имеет свои существенные недостатки. Положительным в ней является использование состава необходимой микрофлоры в качестве основания для классификации сыров.

Классификация сыров должна основываться на тех показателях, которые оказывают решающее влияние на их органолептические свойства и пищевую ценность. К таким показателям относятся: тип основного сырья, способ свертывания молока, участвующая в производстве сыра микрофлора, главные показатели химического состава и принципиальные особенности технологии.

По типу основного сырья сыры делят на натуральные и переработанные. Натуральные сыры вырабатывают из коровьего, овечьего, козьего, буйволиного молока или их смесей. Для переработанных сыров основным сырьем являются натуральные сыры. Натуральные и переработанные сыры различаются принципиально и классифицируются по разным признакам.

Согласно этой классификации (табл. 4.2) к группе натуральных сыров относят: твердые сычужные сыры, созревающие при участии молочнокислой микрофлоры, – с высокой температурой второго нагревания, с низкой температурой второго нагревания и с низкой температурой второго нагревания и повышенным уровнем молочнокислого брожения; твердые сычужные сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и микрофлоры сырной слизи; сыры мягкие, сыры рассольные, сыры и сырные массы для выработки плавленых сыров.

В соответствии с ГОСТ Р 52686-2006 «Сыры. Общие технические условия», все сыры в зависимости от вида основного молочного сырья подразделяют на сыры из коровьего, козьего или овечьего молока; сыры из сливок; сыры из побочных продуктов переработки молока (обезжиренного молока, пахты, сыворотки, альбумина); сыры из смеси коровьего молока с молоком козьим, овечьим, побочными продуктами переработки молока.

4.2. Классификация натуральных сыров

№	Классы, подклассы, группы	Основные представители
1	2	3
	А. Сыры из коровьего молока	
1.	Твердые сычужные. В 25–46. Прессуются. Посолка в рассоле	
1.1	Терочные (зерненые). Температура второго нагревания >50 °С. В 25–35; ВОМ 42–53; мезофильные и термофильные м/к, без рисунка или с мелким рисунком	Горный терочный, Кавказский терочный (Р), Пармезан, Грана (И), Вестерботост (Ш), Сбринц (Шв)
1.2	Крупные. Температура второго нагревания >50 °С, В 35–40; ВОМ 51–57; мезофильные и термофильные м/к, п/к. Рисунок крупный, 1–4 см. Вкус слегка сладковатый. На некоторых зарубежных сырах допускается рост поверхностной слизи	Советский, Швейцарский, Швейцарский блочный, Бийский, Алтайский (Р), Эмменталь, Грюйер, Аппенцеллер (Шв), Гергардост (Ш), Грюер де Комте, Бофор (Ф).
1.3	Со средней температурой второго нагревания (43–50 °С), В 36–42; ВОМ 57–59; м/к и п/к, рисунок средних размеров	Горный, Украинский, Карпатский (Р), Азиаго, Фонтина и Монтацио (И), Маасдам (Н), Рас (Е)

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
1.4	С низкой температурой второго нагревания (35–41 °С). В 40–46; ВОМ 55–62. Рисунок мелкий овальный или неправильный, pH после прессования 5,5–5,9. Мезофильные м/к. Формуются из пласта, часть – насыпью	Голландский (круглый и брусковый), Костромской, Ярославский, Степной, Эстонский, Угличский и Буковинский (Р), Эдам, Гауда (Н), Данбо, Финбо, Самсю, Тубо, Ельбо, Марибо, Хаварти, Мешангер (Д), Турунмаа (Фин), Фонтал (И), Мазурский (П), Норвегия (Нор), Пра-то (Бр.), Явор (Ч), Балатон (В), Бротэдамер (Г), Мимолете, Сен-Полен (Ф), Патеграс Аргентино
1.5	С высоким уровнем молочнокислого брожения (pH после прессования 4,8–5,2). Мезофильные, редко термофильные м/к	
1.5.1.	С чеддеризацией сырной массы, ВОМ 50–56, без рисунка	Чеддер, Чешир, Лестер, Глостер, Данлоп, Ланкашир, Колби, Карфилли (ОК)
1.5.2.	Без чеддеризации сырной массы. В 38–42, ВОМ 55–59, рисунок неправильный, угловатый	Российский, Русский, Кубань, Волжский (Р), Свесия (Ш), Кантал (Ф)
2.	Полутвердые. Созревают при участии м/ф поверхностной слизи и мезофильных, иногда и термофильных м/к. В 44–46%. Формуются наливом. Рисунок угловатый, неправильный. Вкус острый, аммиачный. Самопрессующиеся	Пикантный, Латвийский (Р), Тильзит (Г), Брик (США)
3.	Мягкие. В 46–82%, в основном самопрессующиеся.	
3.1.	Свежие кисломолочные. В 57–82%, кислотное или сычужно-кислотное свертывание, мезофильные м/к, не созревают	Любительский, Моале, Останкинский, Клинковый, Молдавский, Чайный, Домашний, Творог (Р), Коттедж и Кембридж (ОК), Кареиш (Е), Фромаже Фре (Бел), Бейкер (США)
3.2.	Диетические (функциональные). Вырабатывают с мезофильными м/к, бифидобактериями и *L. acidophilus*	Айболит и Славянский (Р)
3.3.	Грибные. Свертывание сычужное. Вырабатываемые с участием плесневых грибов. Вкус острый, грибной. ВОМ не ниже 67%.	

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
3.3.1.	Плесень на поверхности. Созревают 7–50 сут. В начале созревания ограниченный рост м/ф сырной слизи.	Русский камамбер, Белый десертный (Р), Бри, Камамбер, Карре д'Эст, Невшатель и Шаурс (Ф), Талледжио (И)
3.3.2.	Плесень по всей массе сыра	Рокфор (Р), Голубой (голубой прожилочный) и Горгонзола (И), Стильтон (ОК), Дана-блю и Мицелла (Д), Гамелост (Нор), Аделост (Ш), Эдельпильц (А), Тироллерграу (Г), Кабралес (Ис), Блю д'Овернь, Фурм д'Амбер (Ф)
3.4.	Слизневые сыры. В 46–65%, вырабатываются с м/ф поверхностной слизи, или слизи плесневых грибов. Вкус острый, аммиачный.	Дорогобужский, Смоленский, Дорожный, Пятигорский, Нямунас, Рамбинас, Бауский (Р), полнозрелые Бри и Камамбер, Мароль, Сен-Полен и Мюнстер (Ф), Вашерен Монт д'Ор (ШВ), Лимбургский (Бел), Ромадур (Г), Бель Пезе (И), Трапист (П), Liederkranz и Monterey (США)
3.5.	Сывороточные. Свертывание термокислотное	Адыгейский (Р), Рикотта (И), Бруност (Нор), Кесо Бланко (ЛА).
3.6.	Сливочные. В 56–72%, свертывание сычужно-кислотное. Концентрирование молока центробежным и ультрафильтрационными методами, без созревания. Обезжиренное молоко свертывают мезофильные м/к	Сладкий, Фруктовый (ягодный), Метелица (Р), Крим (ОК), Петит Суес (Ф)
4.	Рассольные. Содержание соли от 3 до 8%. В 50–55%	
4.1.	Без чеддеризации и плавления. Консистенция однородная, слегка ломкая	Брынза, Грузинский, Имеретинский, Карачаевский, Лиманский, Осетинский, Столовый и Чанах (Р), Белый десертный (Б), Фета (Гр), Домиати (Е), Телемаа (Рум)
4.2.	С чеддеризацией и плавлением. Консистенция волокнистая, упругая	Сулугуни, Слоистый, Чечил (Р), Качкавал (Б), Восточный, Моцарелла, Проволоне (И), Касери (ГР)
	Б. Сыры из молока других животных.	
5.	*Из овечьего молока.* Твердые, в т.ч. со средней температурой II нагревания, типа Пекорино (И), с плесенью, рассольные	
6.	*Из козьего молока.* Свежие, сывороточные, рассольные	
7.	*Из буйволиного и смеси буйволиного молока с коровьим.* Рассольные, свежие	

Примечания. 1. Страны, в которых начали вырабатывать данный сыр; А – Австрия; Б – Болгария; Бр – Бразилия; Бел – Бельгия; В – Венгрия; Г – Германия; Гр – Греция; Д – Дания; Е – Египет; И – Италия; Ис – Испания; ЛА – Латинская Америка; Н – Нидерланды; Нор – Норвегия; ОК – Великобритания; П – Польша; Р – Россия и страны ближнего зарубежья; Рум – Румыния; Ф – Франция; Фин – Финляндия; Ч – Чехословакия: Ш – Швеция; Шв – Швейцария.
2. В – массовая доля влаги в сыре, %; ВОМ – массовая доля влаги в сырной массе без жира, %; м/к – молочнокислые бактерии; п/к – пропионовокислые бактерии; м/ф – микрофлора.

В зависимости от способа коагуляции все сыры подразделяют на ферментированные, кисломолочные и термокислотные.

Сыры в зависимости от используемой основной заквасочной микрофлоры подразделяют на сыры с мезофильной молочнокислой микрофлорой; с термофильной молочнокислой микрофлорой; со смешанной микрофлорой (мезофильной и/или термофильной молочнокислой микрофлорой, и/или с пропионовокислыми бактериями, и/или бифидобактериями); с плесенью и слизневые.

В зависимости от температуры второго нагревания – сыры с низкой температурой второго нагревания; с высокой температурой второго нагревания; с промежуточной температурой второго нагревания.

Сыры в зависимости от других основных отличительных технологических признаков подразделяют на сыры с чеддеризацией; с термомеханической обработкой; с чеддеризацией и термомеханической обработкой; рассольные; сухие и копченые. При этом в зависимости от наличия и срока созревания сыры подразделяют на свежие и зрелые. Зрелые сыры по срокам созревания разделяют на 4 группы, которые представлены в табл. 4.3.

4.3. Классификация зрелых сыров по срокам созревания

Наименование группы сыров	Срок созревания, сут.
Мягкие	Менее 10
Полутвердые	Менее 30
	30 и более
Твердые	30 и более
Сверхтвердые	30 и более

В зависимости от массовой доли влаги в обезжиренном веществе сыры подразделяют на мягкие, полутвердые, твердые и сверхтвердые сыры (табл. 4.4). А в зависимости от массовой доли жира в сухом веществе подразделяют на сыры высокожирные, жирные, полужирные, низкожирные и нежирные (табл. 4.5).

4.4. Классификация зрелых сыров по массовой доли влаги

Наименование группы сыров	Массовая доля влаги в обезжиренном веществе, %
Мягкие	не менее 67,0
Полутвердые	от 54,0 до 69,0
Твердые	от 49,0 до 56,0
Сверхтвердые	менее 51,0
Сухие	менее 15,0

4.5. Классификация зрелых сыров по массовой доли жира

Наименование группы сыров	Массовая доля жира в сухом веществе, %
Высокожирные	60,0 и более
Жирные	от 45,0 до 59,9
Полужирные	от 25,0 до 44,9
Низкожирные	от 10,0 до 24,9
Нежирные	менее 10,0

Общие операции технологического процесса производства натуральных сыров

Несмотря на многообразие сыров и способов его производства, существуют общие операции технологического процесса, характерные для всех видов натуральных сыров, к ним относятся:

- Приемка и подготовка сырья к производству сыра, которая включает контроль качества сырья по ГОСТу и определение сыропригодности молока, промежуточное резервирование и созревание молока, нормализация по массовой доле жира и белка, тепловая и механическая обработка, перекисно-каталазная обработка молока.
- Подготовка молока к свертыванию, включающая внесение в молоко хлористого кальция, нитрата калия или натрия, бактериальных заквасок или бактериальных концентратов.
- Получение и обработка сгустка, которые включают свертывание молока и получение сгустка, разрезку сгустка, обработку и постановку сырного зерна.
- Формование сыра.
- Самопрессование и прессование сыра;
- Посолка сыра.
- Созревание сыра.

Общая технологическая схема производства натуральных сыров представлена на рис. 4.2. Расчет нормы расхода молока на 1 т натурального сыра и показатели для ее расчета представлены в приложении 1 и 2.

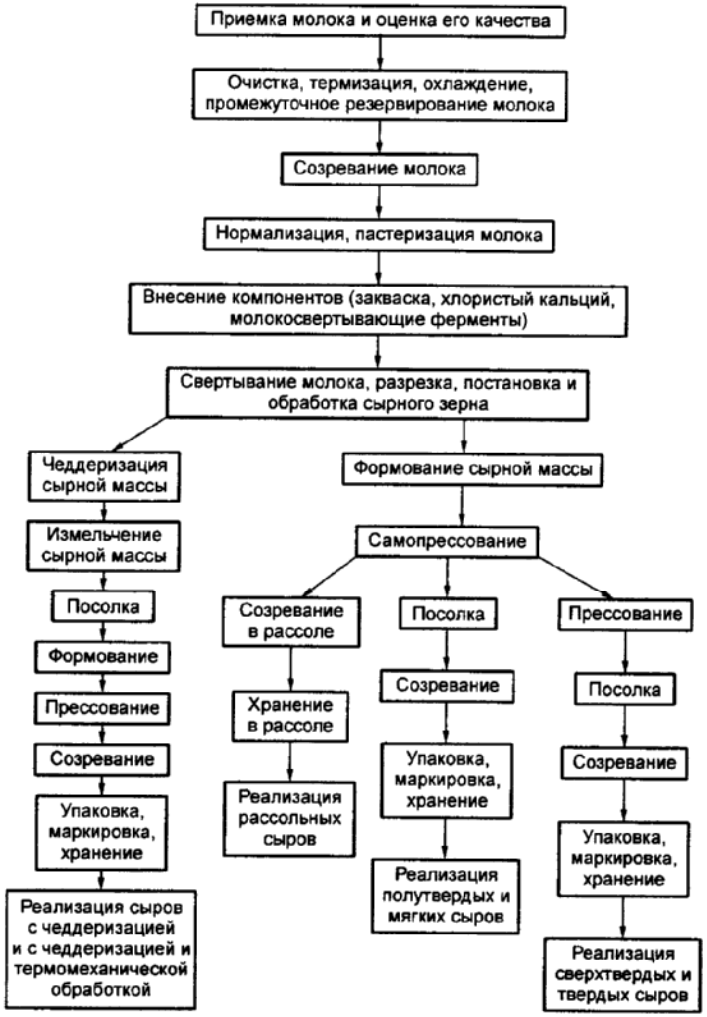


Рис. 4.2. Общая технологическая схема производства натуральных ферментированных сыров

Приемка и подготовка сырья к производству сыра

В зависимости от вида вырабатываемого сыра и используемого оборудования аппаратурное оформление и параметры операций технологического процесса различаются, некоторые технологические операции вообще могут отсутствовать или осуществляться неодинаково. Например,

при производстве мягких натуральных сыров отсутствуют две операции: второе нагревание при постановке сырного зерна и прессование сыра, а технологические операции (подготовка молока, формование сырного зерна, посолка сыра) могут осуществляться различными способами.

Сырьем для натуральных сычужных сыров может быть незрелое молоко, зрелое молоко или их смесь. Свежее незрелое молоко высокого качества направляют на созревание в сыром виде. Если на сыродельное предприятие поступило молоко с повышенной бактериальной обсемененностью, то его на созревание направляют только после термизации. В этом случае молоко через уравнительный бачок насосом подают в секцию рекуперации пастеризационно-охладительной установки, откуда оно поступает на сепаратор-молокоочиститель или бактериофугу и на сепарирование для его нормализации по массовой доле жира. Очищенное и нормализованное молоко возвращают в пастеризационно-охладительную установку, где происходит его термизация и охлаждение до температуры созревания. Термически и механически обработанное молоко поступает в резервуар для созревания – промежуточного резервирования, в ходе которого происходит нарастание кислотности молока. Для ускорения процесса созревания в молоко вносят закваску. Если в комплект сыродельной линии входит ультрафильтрационная установка, позволяющая частично концентрировать жировую и белковую фракцию и тем самым осуществлять нормализацию по жиру и белку, то очищенное и нормализованное молоко через промежуточную емкость подают на ультрафильтрационную установку и полученный ультрафильтрационный концентрат направляют на пастеризацию и охлаждение. Если концентрат сразу направляется на производство сыра, то его охлаждают до температуры свертывания, а если предусмотрено по технологической схеме промежуточное резервирование, то концентрат охлаждают до температуры (6±2) °С и направляют в закрытый резервуар.

При использовании в производстве сыра зрелого и части незрелого молока смесь молока направляют через уравнительный бачок насосом в секцию рекуперации пастеризационно-охладительной установки, откуда оно подается на сепаратор-молокоочиститель или бактериофугу и на сепарирование для нормализации молока по массовой доле жира. Очищенное и нормализованное молоко возвращают в пастеризационно-охладительную установку, где происходит его пастеризация и охлаждение до температуры свертывания. Далее молоко через счетчик направляют в сыродельную ванну или сыроизготовитель.

Качество вырабатываемой продукции находится в прямой зависимости от качества перерабатываемого сырья, к которому в сыроделии предъявляют повышенные требования. Основоположник советского сыроделия Д.А. Граников отмечал, что нельзя сделать хороший сыр из любого молока, необходимо, чтобы оно обладало определенными свойствами.

Сыропригодность как комплексную характеристику молока оценивают по органолептическим, химическим, физико-химическим, биологическим и санитарно-гигиеническим показателям.

По органолептическим показателям молоко должно иметь чистый, свойственный натуральному свежему молоку вкус и запах, нормальную консистенцию без хлопьев и комочков, цвет от белого до слабожелтого. Не допускаются запахи нефтепродуктов, химикатов, скотного двора, навоза, силоса, гнилостного и привкус – затхлого, горького, прогорклого. Пороки вкуса и запаха, носителями которых являются в основном белки и жир, в сыре более выражены, чем в молоке.

К химическим показателям относят состав молока, наиболее важным для производства сыра следует считать содержание белка и минеральных солей. Выход сыра зависит от содержания в молоке казеина, так как сывороточные белки захватываются сычужным сгустком в незначительном количестве. Содержание казеина в молоке влияет на структурно-механические свойства получаемого при производстве сыра сычужного сгустка. Казеин в молоке содержится в виде сложного комплекса казеината кальция с коллоидным фосфатом кальция – так называемого казеинаткальцийфосфатного комплекса (ККФК). ККФК образует мицеллы почти сферической формы, средний диаметр которых 70–100 нм. В свою очередь, казеиновые мицеллы состоят из нескольких сотен субмицелл, представляющих собой агрегированные фракции казеина. Структура мицеллы казеина – пористая, что позволяет проникать внутрь мицелл воде, химозину и другим ферментам. В свежем молоке мицеллы казеина обладают относительной устойчивостью, что объясняется четко выраженным зарядом и высокой степенью гидратации. Снижение устойчивости мицелл и коагуляция наблюдаются при понижении pH молока, повышении концентрации ионов кальция, внесении сычужного фермента.

Содержание в молоке кальция является существенным показателем его сыропригодности, так как он принимает участие в сычужной коагуляции молока, формировании и геля с определенными структурно-механическими свойствами, оказывает влияние на продолжительность свертывания молока и расход молокосвертывающего фермента. Массовая доля кальция в молоке должна быть не менее 0,12%. Положительное влияние на выход и качество сыра оказывают фосфаты.

К физико-химическим показателям молока относят кислотность, плотность и свертываемость молока сычужным ферментом. Кислотность свежевыдоенного молока обусловливается главным образом наличием в нем белка, кислых солей и углекислоты, находящиеся в растворенном состоянии. Титруемая кислотность свежевыдоенного молока в среднем составляет 16–18 °Т. Переработка на сыр молока с повышенной кислотностью может привести к активному неуправляемому росту

кислотности в процессе обработки молока и к порокам зрелого сыра. Не рекомендуется использовать для выработки сыра молоко с пониженной кислотностью (15–16 °Т), так как это может быть связано либо с заболеваниями животных, либо с недостаточной зрелостью молока или его фальсификацией (разбавлением водой, нейтрализацией).

Плотность молока косвенно характеризует его состав и натуральность. Для производства сыра рекомендуют молоко плотностью не ниже 1028 кг/м^3. Меньшая плотность молока связана с пониженным содержанием белка, а плотность меньше 1027 кг/м^3 может быть результатом фальсификации молока или заболевания животных, а также недостатка белка в кормах.

Свертываемость молока с сычужным ферментом – один из основных показателей его сыропригодности. Способность молока свертываться под действием сычужного фермента зависит от содержания в молоке растворимых солей кальция, зрелости молока и его кислотности. Сыр невозможно получить из парного молока и охлажденного непосредственно после дойки до (4±2) °С, так как молоко находится в бактерицидной фазе и в нем не может развиваться микрофлора. Для получения сыра высокого качества необходимо, чтобы свежее молоко прошло стадию созревания. Созревание молока заключается в выдержке его при температуре (10±2) °С в течение (12±2) ч с добавлением или без добавления закваски молочнокислых бактерий. Во время созревания изменяются состав и свойства молока. Процесс происходит при низкой температуре и длительной выдержке, при этом повышается растворимость солей кальция: так, коллоидный фосфат кальция переходит в истинно растворимый. Во время созревания молока развиваются молочнокислые бактерии, которые сбраживают молочный сахар с образованием молочной кислоты. Образующаяся молочная кислота содействует переходу гидрофасфата кальция в более растворимые дигидрофосфаты. Созревание молока сопровождается повышением титруемой кислотности на (1,5±0,5) °Т и понижением pH на (0,09±0,05) ед. При снижении pH происходит частичная деминерализация мицелл казеина с образованием растворимых солей кальция в водной фазе молока. Увеличение количества свободных ионов кальция при одновременном снижении pH молока приводит к укрупнению мицелл казеина. Все это благоприятно влияет на сычужную коагуляцию.

По сычужной свертываемости молоко принято делить на три типа. К первому типу относят молоко, свертывающееся в течение 600 с, ко второму – в течение 600–900 с и к третьему – свыше 900 с. Пробу проводят при температуре 35 °С и введении в 10 мл молока 2 мл 0,03%-ного раствора сычужного фермента

Наиболее пригодно для переработки на сыр молоко второго типа, на которое ориентированы режимы технологических инструкций. Мо-

локо первого типа дает излишне прочный сгусток, использование молока третьего типа приводит к перерасходу молокосвертывающего фермента, образованию мягкого сгустка, поэтому оно практически непригодно для производства сыра.

Биологическая ценность молока характеризует его как среду для развития микрофлоры заквасок. Она зависит от содержания в молоке питательных и стимулирующих развитие микроорганизмов веществ, а также ингибирующих веществ, задерживающих развитие микроорганизмов, в том числе лактенинов и иммунных тел. Замедление и прекращение роста микроорганизмов в молоке вызывают антибиотики, широко применяемые для лечения различных заболеваний животных, а также используемые иногда в виде добавок к кормам. Антибиотики после окончания лечения животных в течение трех и более суток обнаруживаются в молоке. Химические средства защиты растений и животных, попадая в организм животных с кормами, переходят в молоко и также оказывают тормозящее действие на развитие микрофлоры закваски. Аналогичное действие проявляют остатки моющих и дезинфицирующих средств после санитарной обработки оборудования.

Биологическую ценность молока оценивают развитием в молоке тест-культуры или темпом повышения кислотности при развитии в нем молочнокислой микрофлоры.

Санитарно-гигиенические показатели включают общую бактериальную обсемененность молока, содержание непатогенных и условно-патогенных микроорганизмов, соматических клеток, примесей анормального молока, механическую загрязненность.

Бактериальная обсемененность молока для производства сыра характеризуется как общим количеством, так и качественным составом микрофлоры, а именно наличием газообразующих бактерий. Содержание последних в молоке вызывает пороки при созревании сыра, такие, как раннее вспучивание (кишечная палочка) и позднее вспучивание (маслянокислые бактерии). Особенно опасны для сыра маслянокислые бактерии, споры которых не погибают при пастеризации молока. Бактериальную обсемененность молока определяют редуктазной, бродильной и сычужно-бродильной пробами. Бродильная и сычужно-бродильная пробы косвенно позволяют оценить качественный состав микрофлоры молока, а именно наличие газообразующих микроорганизмов. Лучшим по бродильной пробе для производства сыра считается молоко, которое через 12 ч при температуре 38–40 °С образует плотный сгусток с прозрачной сывороткой без пузырьков газа, с чистым кисловатым запахом. Такое молоко оценивается как хорошее. Молоко оценивается как удовлетворительное при образовании губчатого сгустка с немногочисленными глазками. Если образуется разорванный, рыхлый сгусток или

всплывший на поверхность с выделившейся мутной сывороткой – молоко непригодно для сыроделия.

Нормальное молоко, полученное от здоровых животных, содержит в среднем 300 тыс. соматических клеток в 1 $см^3$. Молоко с примесью анормального содержит более 500 тыс. соматических клеток в 1 $см^3$. Примесь маститного молока в количестве более 6% приводит к порокам вкуса консистенции сыра (кислый вкус, затхлый привкус, грубая крошливая консистенция, щелевидный рисунок или самокол).

Молоко, полученное в первые дни после отела, по химическому составу и свойствам резко отличается от нормального молока, в нем содержится много иммунных тел, антитоксинов и бактерицидных веществ, поэтому оно непригодно для сыроделия. В первые 7–10 дней до запуска молоко также не используют в сыроделии, так как оно содержит повышенное количество жирорасщепляющего фермента липазы, а жировая фаза молока находится в тонкодиспергированном состоянии. В связи с этим в сыре появляется прогорклый вкус, а при обработке сгустка увеличивается отход жира в сыворотку.

Механическая загрязненность молока должна быть не ниже 1 группы.

В соответствии с ГОСТ Р 52054, к молоку, закупаемому для производства сычужных сыров, по кислотности, механической загрязненности и общей бактериальной обсемененности предъявляются требования высшего и 1 сортов. В качестве дополнительных требований принята оценка по бродильной пробе, содержанию спор маслянокислых бактерий. Для молока 1 сорта предъявляют более жесткие требования к количеству соматических клеток.

Содержание спор мезофильных анаэробных лактосбраживающих бактерий в молоке не должно быть более 10 в 1 $см^3$ для сыров с низкой температурой второго нагревания и не более 2 в 1 $см^3$ для сыров с высокой температурой второго нагревания.

Для производства сыров, в соответствии с ГОСТ Р 52686-2006 «Сыры. Общие технические условия», рекомендуется применять пищевые добавки и вещества, используемые для изготовления сыров к числу которых относятся: регуляторы кислотности (кислота соляная (Е507), кислота молочная (Е270), кислота уксусная (Е260); консерванты (калий азотнокислый (нитрат калия) (Е252), натрий азотнокислый (нитрат натрия) (Е251), перекись водорода, лизоцим (Е1105) и пирофосфат натрия (Е452)); красители пищевые натуральные и идентичные натуральным (β-каротин (Е160а), экстракты аннато (Е160)), а также кальций фосфорнокислый однозамещенный (ортофосфат кальция однозамещенный) (Е341), хлорид калия (Е508); витамины, рекомендуемые для обогащения сыров и разрешенные к применению в порядке, установленном законода-

тельством Российской Федерации по их безопасности. Для расширения ассортимента разрешается использовать специи, пряности и пищевые продукты, не предназначенные для замены составных частей молока, а также ароматизаторы пищевые натуральные и идентичные натуральным, усилители вкуса и запаха сыра. Для придания сырам функциональных свойств разрешается в их производстве использовать биологически активные добавки (йодказеин, микроэлементы и др.), рекомендуемые для обогащения сыров и разрешенные к применению в порядке, установленном законодательством Российской Федерации по их безопасности.

Подготовка молока к свертыванию и получение сгустка

Свертывание молока – перевод молока в состояние сгустка под действием молокосвертывающих ферментов является специфической операцией в производстве сыров.

В качестве молокосвертывающих ферментов в современном сыроделии применяют ферментные препараты животного и микробного происхождения. Наиболее распространенным ферментным препаратом является сычужный фермент, получаемый из сычугов телят и ягнят. Он хорошо зарекомендовал себя в производстве всех видов сычужных сыров. Однако он относится к дорогостоящим ферментным препаратам, поэтому используется в основном в производстве сверхтвердых и твердых сыров с высокой температурой второго нагревания. Для сыров с низкой и промежуточной температурой второго нагревания, сыров с коротким сроком созревания и реализации (не более 30 сут.) рекомендуется использовать более дешевые ферментные препараты животного происхождения. К числу которых относят пепсин говяжий, пепсин куриный, пепсин свиной и их смеси. Пепсин получают из желудков взрослых животных: коз, овец, свиней, крупного рогатого скота и кур.

Для снижения стоимости сыров разработаны и используются молокосвертывающие ферментные препараты растительного и микробного происхождения (Фромаза, Ренилаза, Супарен, Мейто и др.). По составу ферментные препараты могут быть моновидовыми или комплексными.

Средняя доза сычужного фермента составляет 2–2,5 г на 100 кг молока при оптимальных условиях сычужного свертывания (pH 5,8–6,3 ед. и температура 40–41 °С). Количество молокосвертывающего фермента для каждой варки сыра определяют с помощью прибора ВНИИМС (кружки сыродела). Он представляет собой алюминиевую или полиэтиленовую кружку вместимостью 1 л, на внутренней поверхности которой – шкала с делениями от 0 до 5,0, а на дне сделано отверстие для свободного истечения жидкости. В кружку сыродела, установленную на углу сыродельной ванны, наливают подготовленное к свертыванию молоко (с закваской и хлористым кальцием) из этой ванны. Отверстие в кружке оставляют открытым и располагают над сыродельной ванной для свободного истечения из него молока. Когда уровень налитого в кружку молока опустится до первого (нулевого) деления шкалы, отверстие в кружке закрывают пальцем и вносят 10 мл подготовленного раствора сычужного фермента*, его быстро перемешивают шпателем и открывают отверстие. Молоко вновь начинает вытекать из отверстия, но в момент образования плотного молочного сгустка вытекание молока прекращается. В этот момент отмечают деление шкалы, на котором остановился уровень молочного сгустка. Именно цифра на этом делении показывает какое количество сычужного фермента в граммах необходимо для свертывания 100 кг молока за 30 мин в данной сыродельной ванне. Экспериментально определенное количество ферментного препарата смешивают с равным количеством поваренной соли и растворяют в питьевой воде при температуре 40–41 °С из расчета 100–150 мл на 2,5 г (1 мерную ложку) фермента. Водный раствор молокосвертывающего препарата готовят за 20–30 мин до использования, при этом не следует применять излишне горячую воду (при температуре выше 40 °С молокосвертывающий препарат инактивируется). Раствор фермента вливают в сыродельную ванну с молоком тонкой струей при постоянном перемешивании, которое продолжают после внесения фермента еще в течение 3–6 мин. Затем молоко оставляют в покое до образования сгустка. Продолжительность свертывания определяется видом сыра. Для твердых и сверхтвердых сыров продолжительность свертывания составляет (30±5) мин, для мягких сыров – от 50 до 90 мин. Готовность сгустка определяют пробой на излом. Повышенная доза сычужного препарата может быть причиной появления в сыре горького вкуса. Поэтому при пониженной способности молока к сычужному свертыванию необходимо, прежде всего, использовать другие приемы исправления этого недостатка: повышение степени зрелости молока; увеличение дозы бактериальной закваски или ее внесение в молоко в начале наполнения сыродельной ванны; увеличение в доступных пределах дозы хлористого кальция; повышение на 2–3 °С температуры свертывания молока.

Перед свертыванием в молоко вносят закваску и хлорид кальция. Хлористый кальций применяют для обеспечения нормальной продолжительности свертывания молока. Средняя доза хлористого кальция составляет 10–40 г безводной соли на 100 кг молока. Оптимальную дозу устанавливают в зависимости от свойств молока с учетом показаний прибора для сычужной пробы молока.

Для предупреждения возникновения излишнего газообразования в сырах вносят соли калия или натрия азотнокислого, доза которых составляет 10–30 г безводной соли на 100 кг молока.

* Приготовление сычужного раствора: смешивают по 2,5 г сычужного фермента и поваренной соли, растворяют в 95 мл питьевой воды с температурой 35 °С.

Для обеспечения характерных органолептических показателей и рисунка сыра используют различные виды микроорганизмов. Обозначения микроорганизмов, используемых в составе заквасочной микрофлоры для изготовления сыров, в соответствии с ГОСТ Р 52686-2006 «Сыры. Общие технические условия», приведены в табл. 4.6. В зависимости от температурных границ роста и жизнедеятельности микрофлоры в сыроделии используются закваски и концентраты мезофильного, термофильного и смешанного типа.

Закваски и концентраты *мезофильного типа* включают микроорганизмы с температурными границами роста и жизнедеятельности: минимальная – от 5 °С до 10 °С, оптимальная – от 30 °С до 37 °С, максимальная – от 40 °С до 45 °С. В состав заквасочной микрофлоры этого типа входят бифидобактерии (Ба, Бб, Би, Бл), бревибактерии (Сс), мезофильные лактобациллы (Пк, Пп), лактококки (Кд, Кк, Кл), лейконостоки (Лд, Лк, Лл), плесени (Гк, Гр). Закваски и концентраты этого типа используются как источники основной микрофлоры при изготовлении сыров с низкой и промежуточной температурой второго нагревания, сыров из побочных продуктов переработки молока, мягких и рассольных сыров, сыров с плесенью, слизневых, кисломолочных, с чеддеризацией, как источник дополнительной микрофлоры при изготовлении сыров с высокой температурой второго нагревания.

Закваски и концентраты *термофильного типа* включают термофильные молочнокислые бактерии с температурными границами роста и жизнедеятельности: минимальная – от 15 °С до 20 °С, оптимальная – от 40 °С до 45 °С, максимальная – от 60 °С до 70 °С. В состав заквасочной микрофлоры этого типа входят: термофильные лактобациллы (Па, Пб, Пд, Пх, Пф) и термофильные молочнокислые стрептококки (Ст). Закваски и концентраты этого типа используют при изготовлении сыров с высокой температурой второго нагревания, сыров с чеддеризацией и термомеханической обработкой, некоторых видов мягких сыров.

Закваски и концентраты *смешанного типа* включают мезофильные и термофильные микроорганизмы.

Обработка сгустка

Процесс обработки молочного сгустка в сыроделии включает разрезку сгустка на кубики, постановку сырного зерна, вымешивание, второе нагревание и вымешивание сырного зерна после него. Целью обработки сгустка является частичное его обезвоживание, а также создание условий для развития микрофлоры закваски.

Степень и скорость обезвоживания молочного сгустка условно зависят от двух групп факторов. К первой группе относятся постоянные факторы: массовая доля жира и кальция; режимы тепловой обработки

4.6. Характеристика микроорганизмов, используемых в производстве сыров

Группа микроорганизмов	Таксонометрическое положение		Буквенное обозначение
	род	вид и разновидность	
Мезофильные	*Bifidobacterium* (бифидобактерии)	*Bifidobacterium adolescentis*	Ба
		Bifidobacterium bifidum	Бб
		Bifidobacterium infantis	Би
		Bifidobacterium longum	Бл
	Brevibacterium (бревибактерии)	*Brevibacterium linens*	Сс
	Lactobacillus (лактобациллы)	*Lactobacillus casei*	Пк
		Lactobacillus plantarum	Пп
	Lactococcus (лактококки)	*Lactococcus lactis subsp. diacetilactis*	Кд
		Lactococcus lactis subsp. cremoris	Кк
		Lactococcus lactis subsp. lactis	Кл
Мезофильные	*Leuconostoc* (лейконостоки)	*Leuconostoc mesenteroides subsp. dextranicus*	Лд
		Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris	Лк
		Leuconostoc lactis	Лл
	Propionibacterium (пропионовокислые бактерии)	*Propionibacterium freudenreichii* *Propionibacterium shermanii*	ПБ
	Penicillium	*Propionibacterium cammamberti (candidum, caseicolum)*	Гк
		Propionibacterium roqueforti	Гр
Термофильные	*Lactobacillus* (лактобациллы)	*Lactobacillus acidofilus*	Па
		Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus	Пб
		Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis	Пл
		Lactobacillus fermentum	Пф
		Lactobacillus helveticus	Пх
	Streptococcus	*Streptococcus thermophilus*	Ст

Примечание. Буквенные обозначения состава заквасочной микрофлоры должны наноситься при маркировке заквасок и концентратов, поступающих на сыродельные предприятия.

молочного сырья. Ко второй группе относятся температура обработки и кислотность сырной массы, а также размер сырного зерна. Эти факторы сыродел может направленно изменять в процессе выработки сыра.

Процесс обезвоживания сгустка ухудшается с повышением массовой доли жира в молочном сырье и с ужесточением режимов пастеризации. Жировые шарики молока закрывают капилляры, по которым выделяется сыворотка из сгустка, и процесс обезвоживания ухудшается. А в результате пастеризации изменяются физико-химические свойства молока, связанные с увеличением гидрофильности казеина.

С помощью кислотности регулируют степень обезвоживания сгустка и специфический вкус сыра, характерный для каждого вида. Благодаря созданию условий для развития микрофлоры закваски повышается количество молочной кислоты, которая способствует ускорению выделения сыворотки. Температура, так же как и кислотность, позволяет регулировать процесс выделения сыворотки. Повышение температуры и увеличение кислотности усиливают процесс обезвоживания молочного сгустка. Большое влияние на процесс обезвоживания сгустка оказывает размер сырного зерна. С его уменьшением увеличивается общая поверхность молочного сгустка и усиливается процесс выделения сыворотки.

Разрезка сгустка осуществляется специальными режущими устройствами, которыми оснащена сыродельная ванна или сыроизготовитель (рис. 4.3). Сначала сгусток разрезают вертикально расположенными режущими элементами поперек и получают кубики в зависимости от вида вырабатываемого сыра с размером сторон около 7–10 мм. Затем сгусток разрезают горизонтально (повдоль) режущими инструментами с горизонтальным расположением. Процесс разрезки продолжается в течение 10–15 мин и зависит от прочности сгустка. Плотный сгусток режут быстро, чтобы предотвратить его уплотнение, а нежный – медленно, чтобы предупредить образование сырной пыли, которая увеличит потери производства.

Постановка зерна – это операция получения сырного зерна определенного размера и свойств. Например, для сверхтвердых и твердых сыров размер зерна должен составлять 2–3 мм, для полутвердых 5–6 мм, а для мягких сыров – 20–30 мм. Постановку зерна проводят на том же оборудовании, где был получен сгусток и осуществлена его разрезка. Для этого разрезанный сгусток осторожно перемешивают и приступают к вымешиванию, обеспечивая равномерное перемешивание сырных зерен. Скорость движения режущих инструментов регулируется в соответствии с требуемой величиной сырного зерна и степенью вымешивания, зависящих от вида сыра. Чем мельче требуется получить зерно, тем продолжительнее его постановка. После 5 мин с начала операции постановки зерна операцию останавливают, сырное зерно оставляют в покое для его осаждения на дно сыродельной ванны. После чего удаляют треть выделившейся сыворотки. В начале постановки зерна не рекомендуются продолжительные перерывы, так как может произойти комкование сырного зерна, которое имеет нежную консистенцию и склонность к склеиванию.

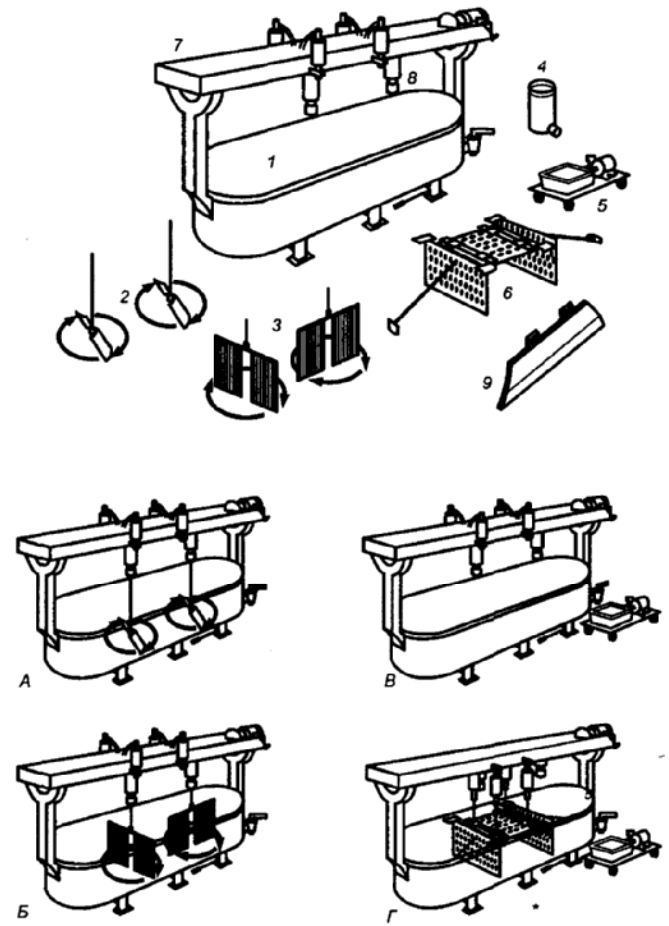


Рис. 4.3. Механизированная сыродельная ванна со съемными инструментами:

1 – сыродельная ванна с рубашкой, балкой и электроприводом для съемных инструментов; 2 – мешалки; 3 – лиры для продольной и поперечной разрезки сгустка; 4 – фильтр для сыворотки; 5 – передвижной насос для сыворотки; 6 – перфорированная сыродельная форма; 7 – балка для съемных инструментов (2, 3, 6, 8, 9); 8 – гидравлические цилиндры для подпрессовки; 9 – устройство для подпрессовки сырной массы.

А – вид сыродельной ванны в процессе перемешивания; Б – вид сыродельной ванны в процессе разрезки сгустка и постановки сырного зерна; В – вид сыродельной ванны в процессе слива сыворотки; Г – вид сыродельной ванны в процессе формования и подпрессовки сыра

Вымешивание зерна. После постановки зерна режущие инструменты заменяют на вымешивающие и продолжают перемешивание сырного зерна, целью которого является его обсушка. В процессе вымешивания из сырного зерна продолжает выделяться сыворотка, уменьшается его размер и приобретается округлая форма. При этом сырное зерно становиться упругим, прочным, рассыпчатым, а клейкость сырного зерна утрачивается. На продолжительность вымешивания влияет величина сырного зерна, кислотность и температура сырной массы. Мелкое зерно обсыхает быстрее крупного. Повышение температуры и кислотности ускоряет процесс обсушки сырного зерна. Операция вымешивания продолжается до следующей операции – тепловой обработки сырного зерна – и зависит от вида вырабатываемого сыра. Так, продолжительность вымешивания при выработке полутвердых сыров составляет от 15 до 25 мин, а твердых и сверхтвердых – около 40–70 мин.

Тепловая обработка сырного зерна, или второе нагревание – это операция, обеспечивающая условия для развития микрофлоры закваски. Видовая особенность сыров в большой степени определяется составом микрофлоры закваски. В зависимости от ее состава различают низкую и высокую температуру второго нагревания. Низкая температура второго нагревания составляет 38–42 °С и используется в производстве сыров типа голландского или сыров с низкой температурой второго нагревания, где в составе закваски используют в основном мезофильные культуры. Высокая температура второго нагревания составляет 48–52 °С и используется в производстве сыров типа швейцарского или сыров с высокой температурой второго нагревания, где в составе закваски используются термофильные молочнокислые бактерии и пропионовокислые бактерии.

Мягкие сыры вырабатывают без операции второго нагревания.

Во время второго нагревания наряду с развитием микрофлоры происходит дальнейшее обезвоживание сырного зерна, в результате чего зерно уплотняется и его механическая прочность повышается.

Второе нагревание может осуществляться двумя способами: косвенным нагревом или прямым нагревом сырного зерна. Косвенный нагрев сырного зерна используют, когда нет необходимости раскислять (удалять часть сыворотки и вносить подогретую пастеризованную питьевую воду). Для этого в межстенное пространство ванны или сыроизготовителя подают пар или горячую воду, повышая температуру сыворотки с сырным зерном на 1–2 °С за каждую минуту. В соответствии с такой скоростью продолжительность второго нагревания для сыров с низкой температурой второго нагревания составляет 10–20 мин, а с высокой – 25–60 мин.

Прямой нагрев используют, если необходимо понизить кислотность подсырной сыворотки. Для этого перед вторым нагреванием из сыродельной ванны удаляют 20–30% сыворотки от объема свернутого молока

и вносят пастеризованную питьевую воду с температурой 50–60 °С. Количество вносимой воды зависит от кислотности сыворотки и составляет 5–20% от объема свернутого молока. В результате этого снижается кислотность подсырной сыворотки и содержание лактозы в сырном зерне. Прямой нагрев осуществляют поэтапно. Сначала воду разбрызгивают по поверхности, а затем вносят весь необходимый объем. Излишнее разбавление сыворотки водой может привести к получению в сыре очень низкого уровня кислотности, что создаст благоприятные условия для развития в нем посторонней микрофлоры.

При замедленном молочнокислом процессе второе нагревание проводят в две стадии. На первой стадии – температура 37–39 °С, а на второй температуру повышают до величины, характерной для конкретного вида сыра.

Обсушка сырного зерна – это процесс вымешивания сырного зерна после второго нагревания. Во время второго нагревания сырное зерно теряет клейкость, поэтому вымешивание проводят для обеспечения необходимого обезвоживания сырного зерна, приобретения им клейкости, упругости и определенной формы. Продолжительность обсушки зависит от вида вырабатываемого сыра, свойств молока (массовая доля жира, сырое или пастеризованное), размера и кислотности сырного зерна. В производстве твердых и сверхтвердых сыров продолжительность обсушки составляет 40–60 мин, так как требуется максимально удалить влагу из сырной массы, а в производстве полутвердых – 15–30 мин. При переработке нежирного молока требуется меньше времени на обсушку сырного зерна, чем при переработке жирного молока. Сырное зерно, полученное из сырого молока, обсыхает быстрее, чем из термизированного и пастеризованного. Крупное зерно обсыхает медленнее мелкого, а повышение кислотности сырной массы ускоряет процесс обсушки сырного зерна.

Окончание второго нагревания определяют эмпирически, сжимая сырные зерна сначала в кулаке, а затем растирая их на ладони. Если операция обсушки проведена правильно, зерно при сжатии склеивается в комок, а при легком встряхивании комок рассыпается, и при растирании между ладонями отделяются плотные упругие зерна округлой формы.

Дополнительным приемом регулирования влаги в сырной массе является частичная посолка сыра в зерне. Она позволяет повысить гидрофильные свойства белков, увеличить массовую долю влаги в готовом сыре на 2–3% и сократить время посолки в рассоле. Частичная посолка сыра в зерне благоприятно влияет на консистенцию сыра, придавая ей эластичность и упругость. Для посолки используют поваренную соль марки «Экстра», предварительно растворенную в питьевой воде с температурой не ниже 90 °С. Концентрация раствора должна составлять

18–22%. Посолку осуществляют из расчета 200–300 г поваренной соли на 100 кг молока при выработке сыров типа голландского и 500–700 г – типа российского. Частичную посолку в зависимости от вырабатываемого сыра проводят во время второго нагревания, сразу после его окончания или после обсушки сырного зерна. Просаливание сырной массы в среднем продолжается около 20 мин.

При выработке сыров с высокой температурой второго нагревания частичную посолку в зерне проводить не рекомендуется из-за отрицательного влияния соли на развитие молочнокислых палочек и пропионовокислых бактерий.

В процессе производства сыра основными факторами, определяющими качество готового продукта, начиная от стадии подготовки молока к свертыванию до конца обработки сырного зерна включительно, являются активная кислотность сыра и массовая доля влаги в нем. Они обусловливают характер развития в сыре микробиологических и биохимических процессов, а следовательно, и определяют качество готового продукта. На последующих стадиях производства сыра ошибки, допущенные на перечисленных выше стадиях, исправить уже нельзя.

Формование сыра

Целью формования сыра является соединение разрозненных сырных зерен в монолит и придание ему определенной формы. В зависимости от вида вырабатываемого сыра применяют формование сыра из пласта, наливом или насыпью.

При производстве сыра в ваннах процесс формования можно проводить там же. Для этого с обеих сторон внутрь ванны вставляют перфорированные зерносборники и осевшее на дно ванны сырное зерно сдвигают в пласт определенного размера по высоте и ширине. Закрепив зерносборник, под слоем сыворотки зерно разравнивают, получая пласт, равный по высоте. Далее приступают к удалению сыворотки из ванны. Как только поверхность сырного пласта будет выше слоя сыворотки, его покрывают серпянкой и накладывают для его подпрессовки прессовальные пластины.

При переливном способе формования сырное зерно вместе с сывороткой перекачивают насосом или сливают самотеком в формовочное устройство. По окончании слива или перекачивания сырное зерно в формовочном аппарате оставляют для оседания на дно на 10–15 мин в покое, а сыворотку удаляют через кран. Сырное зерно под слоем сыворотки выравнивают, на поверхность сформированного пласта кладут серпянку, а на нее – прессовальные пластины.

При формовании сырной массы в формовочном аппарате с подвижным днищем сырное зерно вместе с частью сыворотки подают насосом или самотеком в аппарат, где оно размещается на подвижном днище. При поступлении в формовочный аппарат сырное зерно равномерно распределяют по всей поверхности аппарата.

При формовании сырного зерна насыпью в формы для уплотнения сырной массы в них используют процесс самопрессования, небольшую подпрессовку или вибрацию. Для этого откачивают до 60% сыворотки из ванны или сыроизготовителя, а оставшуюся сыворотку вместе с сырным зерном самотеком или насосом подают на перфорированную поверхность отделителя сыворотки. После частичного обезвоживания сырное зерно по наклонному лотку отделителя сыворотки непрерывно поступает на передвижной стол, с размещенными на нем формами.

При формовании наливом сырное зерно вместе с сывороткой из сыродельной ванны разливают непосредственно в формы. В них происходит самопрессование и частичная подпрессовка. Этим способом формуют сыры со слепым рисунком (российский, «Радонеж», угличский, рокфор, дорогобужский и т. п.) и с чеддеризацией сырной массы, например, чеддер.

В процессе формования полученные головки сыра маркируют: для этого в верхнюю часть головки сыра впрессовывают казеиновые или пластмассовые цифры в виде дроби. В числителе дроби указывают день выработки, а в знаменателе – месяц выработки, с правой стороны от числителя – номер варки сыра. Возможно проводить маркировку оттисками металлических цифр, которые помещают под салфетку и после прессования удаляют, или с помощью специального маркировочного устройства выплавлением цифр на сыре после прессования. Допускается наносить дату выработки и номер варки при помощи штемпеля на сыр или казеиновую подложку несмываемой безвредной краской, разрешенной для контакта с пищевыми продуктами в порядке, установленном законодательством Российской Федерации по ее безопасности. При упаковывании сыра в полимерные пакеты или пленки допускается наносить номер варки и дату выработки на пакеты или пленку при помощи штемпеля несмываемой безвредной краской или путем наклеивания этикетки. Номер варки и дату выработки для сыров в емкостях допускается указывать на этикетке.

Самопрессование и прессование сыра

В процессе самопрессования и прессования сыра происходит дальнейшее удаление сыворотки и уплотнение сырной массы по форме и размерам, соответствующим определенному виду сыра. Самопрессование осуществляется под собственным весом сыра, а прессование – под действием приложенного давления.

В производстве мягких, рассольных и некоторых полутвердых сыров прессование не используют, ограничиваясь самопрессованием. Во время

самопрессования сыра для равномерного уплотнения сырной массы и выделения из нее сыворотки необходимо неоднократно переворачивать сырные формы. Завершение процесса самопрессования определяют по прекращению выделения сыворотки, уплотнению сырной массы, а также с приобретением сыром определенной формы и достижением значения активной кислотности (pH), характерных для каждого вида сыра.

Сыры прессуют сразу после формования сырной массы или после самопрессования. Прессование может быть салфеточным и бессалфеточным. Салфеточное прессование осуществляется в формах с дренажным материалом в виде хлопчатобумажной или синтетической ткани (бязь, лавсан, серпянка и т. п.) Поэтому при салфеточном прессовании необходимо проводить перепрессовку сыра (устранять складки от салфеток на сыре, путем его перезаворачивания в салфетку). Бессалфеточное прессование проводят с применением перфорированных форм для индивидуального и группового прессования. Такие формы выпускают различных конструкций и из различных материалов. При бессалфеточном прессовании возможно исключение операции перепрессовки и сокращении продолжительности прессования.

В зависимости от вида сыра его прессуют под давлением от 22 до 770 кПа. Прессование сыра начинают с минимальных нагрузок и плавно или ступенчато повышают до максимального уровня. Для мелких прессуемых сыров стадия плавного повышения давления составляет от 15 до 20 мин. При ступенчатом повышении давления изменение его величины проводят после перепрессовки сыра. Во время прессования в сырах продолжаются микробиологические процессы, поэтому температура прессования сыра – 18–22 °С. Продолжительность прессования зависит от вида сыра, конструкции прессов и величины удельной нагрузки, поэтому изменяется от 3 до 20 ч. Процесс прессования считают завершенным, если сыр имеет ровную, гладкую поверхность без трещин, пор и морщин, а его кислотность составляет 5,3–5,9 ед. pH. Для прессования сыров используют пневматические и туннельные прессы. Пневматические прессы просты в обслуживании, компактны и надежны в работе, однако их загрузка и разгрузка осуществляется вручную. Туннельные прессы загружаются и разгружаются с помощью транспортеров. Процесс полностью механизирован, но прессы занимают значительные площади, так как сыры в них располагают в один ярус.

Посолка сыра

Посолку сыра проводят с целью придания ему определенного вкуса, регулирования микробиологических и биохимических процессов в сыре. Массовая доля поваренной соли зависит от вида сыра и составляет в рассольных сырах 7%, а в твердых сырах – около 1,2–1,5%. Посолку сыра можно проводить в зерне, рассоле, инъекцией рассола в головки сыра.

Соль может использоваться в сухом виде, в рассоле и соляной гущей. Наиболее распространенным способом является посолка в рассоле. Условия посолки в рассоле следующие: температура рассола – 8–12 °С; концентрация соли – 18–20%; кислотность рассола – не выше 35 °Т.

Главным фактором, от которого зависит скорость проникновения соли в сыр (следовательно, и продолжительность посолки), является массовая доля влаги в сыре после прессования. Повышение массовой доли влаги в сыре после прессования на (2,0±0,2)% требует сокращения продолжительности его посолки примерно на 1 сут. Мягкие сыры солят в течение непродолжительного времени, например, русский камамбер – 50–60 мин, а дорогобужский – 12 ч. Твердые сыры солят в течение нескольких суток. Сыры прессуемые (с замкнутой плотной поверхностью) просаливаются медленнее в сравнении с самопрессующимися сырами. Посолку осуществляют в солильных бассейнах, расположенных в специальных помещениях, совмещенных с отделением приготовления рассола. Солильные бассейны разделены на секции. Температуру рассола поддерживают в пределах 8–12 °С, возможно понижение температуры по микробиологическим показателям до 5–6 °С. Для механизации посолки используют специальные контейнеры, в которых сыры размещают в один ряд. Во время посолки сыра его поверхность обсыхает и теряет эластичность. Поэтому сыр после посолки требует очень бережного обращения: не допускается укладывать сыры один на другой более чем в 2 ряда.

Сухую посолку используют в основном для мягких и самопрессующихся сыров. В этом случае поверхность головок сыра натирают сухой солью или соляной гущей. Сухую посолку проводят не реже одного раза в сутки, иногда через 12 ч.

Используется комбинированная посолка сыров, включающая посолку в зерне с досаливанием в рассоле; посолка сухой солью с досаливанием в рассоле; посолка в рассоле с последующим досаливанием сухой солью.

Созревание сыра

Созревание сыра – заключительный этап производства, на котором формируются органолептические показатели и рисунок сыра, характерные для определенной видовой группы. В процессе созревания происходит комплекс микробиологических, биохимических и физико-химических процессов, в результате которых практически все компоненты сыра изменяются. Белки молока под действием протеолитических ферментов микрофлоры закваски и ферментных молокосвертывающих препаратов подвергаются гидролизу. Они расщепляются на высоко-, средне- и низкомолекулярные пептиды и даже до аминокислот. Поэтому зрелость сыра определяют по степени распада в нем белков.

Жир в сыре под действием липаз (липолитических ферментов) микробного происхождения подвергается гидролизу с образованием свободных жирных кислот, придающих характерный острый вкус и запах мягким сырам. В мягком сыре рокфор, созревающем с участием плесени, гидролиз молочного жира происходит при воздействии липаз плесени. В твердых сырах гидролиз молочного жира практически отсутствует.

Во всех видах сыров существенным изменениям подвергается молочный сахар – лактоза. В результате молочнокислого брожения он превращается в молочную кислоту и ароматические вещества. На 5–10-е сутки он почти полностью сбраживается и влияет на кислотность сыра. У всех видов сыра титруемая кислотность быстро возрастает в первые часы и сутки его созревания. В конце созревания она может понизиться из-за образования и накопления щелочных продуктов распада белков. Массовая доля молочного сахара в процессе созревания уменьшается в результате его взаимодействия с минеральными и белковыми веществами сыра, а также использования другими бактериями, например пропионовокислыми. Кислотность сыра оказывает решающее влияние на процесс его созревания. При недостаточном количестве молочной кислоты в сыре он имеет резинистую консистенцию, а при повышенном количестве – у сыра плохой рисунок, ломкая и крошливая консистенция.

Превращение составных частей сырной массы идет под влиянием ферментов, входящих в состав молокосвертывающих препаратов, а также продуцируемых развивающейся в сыре микрофлорой. Характер действия этих ферментов (скорость и направленность) определяются условиями, которые создаются в сырной массе при ее выработке и созревании (массовая доля влаги и поваренной соли; уровень активной кислотности; температура на различных стадиях технологического процесса). При выработке сыра необходимо обеспечить оптимальные значения этих факторов, что является важнейшей и необходимой основой получения высококачественного готового продукта.

Начинается процесс созревания сыра практически с окончания его посолки, так как после этой операции создаются условия, стимулирующие микробиологические, физико-химические и биохимические процессы созревания. Созревание сыров проводят в специальных помещениях с определенными температурно-влажностными параметрами (камерах созревания). Сначала все твердые сыры помещают в камеру созревания с температурой 10–12 °С, где проходит их обсушка и наводится корка на головках сыра, а затем – в камеру с более высокой температурой. Сыры с низкой температурой второго нагревания перемещают в камеру с температурой 14–16 °С, а сыры с высокой температурой второго нагревания – в камеру с температурой 18–25 °С. В завершение процесса созревания твердые сыры перемещают в камеру созревания с температурой 10–12 °С. Мягкие сыры после посолки сразу же отправляют в теплую камеру созревания, а затем температуру созревания понижают. В камерах созревания поддерживается определенная влажность. В теплых камерах, где продолжается процесс наведения корки на головках сыра, относительную влажность воздуха поддерживают на уровне 86–90%, а в холодных 90–94%. Готовый сыр хранят в холодильных камерах с относительной влажностью 85%. В сырохранилищах следует строго соблюдать санитарно-гигиенические требования. Так, камеры созревания и хранения озонируют или облучают ультрафиолетовыми лампами.

Во время созревания за сырами ухаживают. Уход включает периодическое переворачивание головок сыра и удаление с их поверхности образовавшейся плесени и слизи. Моют сыры в специальных моечных отделениях водой, температура которой составляет 30–40 °С, если обрабатывают сыры с нормальным процессом созревания, а также молодые сыры, в которых необходимо усилить молочнокислое брожение, и понижают температуру воды до 20 °С если в сырах протекает сильное брожение. Сверхтвердые сыры периодически моют и подсаливают поверхности головок для предотвращения образования толстого подкоркового слоя и корки. Для механизации процесса мойки используют сыромоечные машины. Для предупреждения развития поверхностной микрофлоры и ускорения наведения корки сыры рекомендуется подвергать тепловой обработке или обработке поверхности фунгицидными препаратами: сорбиновой кислотой (Е200), сорбатом натрия (Е201), сорбатом калия (Е202) и другими фунгицидные препаратами, разрешенными к применению при изготовлении сыров в порядке, установленном законодательством Российской Федерации по их безопасности.

Самопрессующиеся сыры, вырабатываемые с использованием поверхностной микрофлоры, в процессе созревания не моют. Поверхность этих сыров сохраняют неплотной, шероховатой, благодаря чему создаются условия для развития необходимой аэробной микрофлоры. Поверхность сыров, созревающих при участии микрофлоры слизи, в течение первого месяца каждые 5–7 сут. протирают влажной салфеткой. В результате такой обработки слизь равномерно распределяется по поверхности головки и поддерживается определенная ее влажность. В конце созревания слизь подсыхает благодаря сокращению обработки и образует плотный слой, хорошо защищающий поверхность сыра от высыхания и развития на ней посторонней микрофлоры. Перед реализацией такие сыры заворачивают в пергамент или помещают в специальную упаковку.

Грамотно организованный уход за сырами в процессе созревания способствует получению продукта высокого качества и сокращению его потерь.

Существуют различные способы ускорения процесса созревания сыра. К ним относится интенсификация молочнокислого брожения путем создания условий, наиболее благоприятных для развития микрофлоры закваски, а именно – регулирование влажности сырной массы и температуры созревания сыра. Ускорить созревание сыра можно использованием в закваскаx и бакпрепаратах штаммов микроорганизмов, обладающих повышенной протеолитической или липолитической активностью, а также обогащением сырной массы микрофлорой путем использования активизированной и гидролизованной закваски или бактериальных препаратов, а также факторов роста.

Во время ухода за сырами, а также для хранения и транспортировки используют специальные защитные покрытия для сыров: сплавы полимерно-парафиновые, восковые; покрытия латексные и др.; материалы полимерные; пакеты многослойные для вакуумной упаковки, для упаковки в модифицированной газовой среде и др.; полимерно-парафиновые и восковые покрытия, а также покрытия на основе водных дисперсий полимеров. Они обеспечивают минимально возможные потери массы сыра, при этом не препятствуют выходу газов из сырной массы, но предотвращают проникновение кислорода из внешней среды. Эти покрытия хорошо адгезируются к поверхности сыра, не растрескиваются при температурах созревания и хранения сыров, в их состав допускается вводить фунгицидные соединения различного состава. Многослойные вакуумные термоусадочные полимерные пакеты должны иметь определенные показатели по паропроницаемости и газопроницаемости. Термоусадка пленки в горячей воде в продольном и поперечном направлениях должна составлять от 30% до 50%.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте сыр как продукт питания.
2. Как классифицируют сыры и какие основные классификации сыров вам известны. В чем заключаются их принципиальные отличия?
3. Какие требования предъявляются к сырью в сыроделии и как определяют сыропригодность молока?
4. Из каких операций состоит технологический процесс производства сычужных сыров ?
5. В чем состоит подготовка молока к выработке сыра?
6. Какие способы созревания молока вам известны? Для чего проводят эту операцию?
7. Охарактеризуйте молокосвертывающие ферменты, применяемые в сыроделии. В чем сущность свертывания молока молокосвертывающими ферментами?
8. Назначение и параметры проведения операции «получение и обработка сгустка».

9. Какие способы формования сыра применяют в сыроделии?
10. Для чего и как проводят самопрессование и прессование сыра?
11. Охарактеризуйте способы посолки сыра.
12. Каков порядок проведения и назначение процесса созревания сыров?

4.2. Особенности технологии отдельных видов сыров

Характеристика твердых сыров

Твердые сычужные сыры с высокой температурой второго нагревания. К сырам с высокой температурой второго нагревания относят швейцарский, советский, алтайский, кубанский, украинский, карпатский, эмментальский, бийский, горный и др. сыры.

Особенности технологии твердых сыров с высокой температурой второго нагревания представлены на примере производства швейцарского сыра, аппаратурно-технологическая схема производства которого представлена на рис. 4.4.

Применение бактериальных заквасок, состоящих из мезофильных (для отдельных видов) и термофильных молочнокислых стрептококков, из мезофильных и термофильных молочнокислых палочек, а также культур пропионовокислых бактерий и препарата мезофильных молочнокислых палочек вида *L. plantarum*, а также использование температур второго нагревания сырного зерна 47–48 °С в зависимости от вида сыра и продолжительности обработки сырного зерна способствуют получению влажности сыра после прессования 38–42%, pH сырной массы устанавливается после прессования 5,5–5,8, в трехсуточном сыре – 5,30–5,35, в зрелом 5,5–5,7. Для данных сыров характерны пониженное содержание поваренной соли (1,2–1,8%) и определенные органолептические свойства – сладковато-пряные вкус и запах, хорошо развитый рисунок с крупными округлыми глазками.

В сырах с высокой температурой второго нагревания аминокислот накапливается больше, чем полипептидов. Вкус готовых сыров определяется набором и количественным составом аминокислот. В сырах в процессе созревания происходит дальнейшее изменение аминокислот (дезаминирование, декарбоксилирование и др.) с образованием различных соединений, положительно влияющих на вкус. Рисунок в сырах зависит от развития пропионовокислых бактерий, сбраживающих молочный сахар и лактаты до пропионовой, уксусной и угольной кислот. Глазки в сыре образуются через 2–3 недели созревания.

В табл. 4.7 представлен химический состав указанной группы сыров.

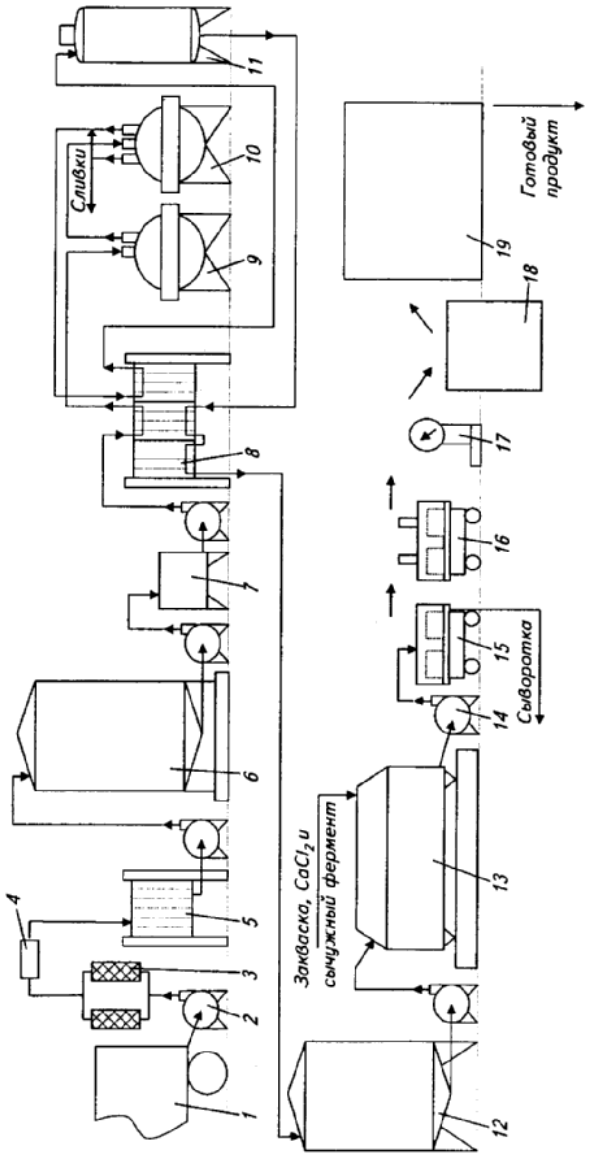


Рис. 4.4. Аппаратурно-технологическая схема производства швейцарского сыра:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – уравнительный бачок; 8 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 9 – сепаратор-молокоочиститель; 10 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 11 – дезодоратор; 12 – резервуар для созревания молока; 13 – сыроизготовитель; 14 – насос для сырного зерна; 15 – аппарат формовочный; 16 – прессы; 17 – весы для сыра; 18 – солильный бассейн; 19 – камера для созревания

4.7. Состав твердых сыров с высокой температурой второго нагревания, %

Сыр	Жир в сухом веществе, не менее	Влага		Хлорид натрия
		по ГОСТ или ТУ, не более	колебания оптимальные	
Швейцарский блочный	45	40	37–38	0,5–1,8
Советский	50	42	38–36	1,2–1,8
Швейцарский	50	42	37–36	1,5–2,0
Алтайский	50	42	37–36	1,5–2,0
Кубанский	50	40	38–36	1,5–2,0
Украинский	50	41	40–38	1,2–1,6
Карпатский	50	42	40–38	1,5–2,0
Эмментальский	45	40	37–38	0,8–1,5
Бийский	45	43	41–39	1,0–1,5
Горный	50	42	39–37	1,3–1,6

Твердые сычужные сыры с низкой температурой второго нагревания. К сырам с низкой температурой второго нагревания относят костромской большой и малый, голландский брусковый и круглый, пошехонский, степной, ярославский, ярославский унифицированный крупный и малый, эстонский, днестровский, буковинский, угличский, северный, сусанинский и др. сыры.

Особенности технологии твердых сыров с низкой температурой второго нагревания представлены на примерах производства сыра голландского брускового, аппаратурно-технологическая схема производства которого показана на рис. 4.5, и буковинского сыра – на рис. 4.6.

Основная микрофлора этих сыров представлена мезофильными бактериями, оптимальная температура развития которых находится в пределах 30–35 °С.

Вкус и запах сыров этой группы обусловливают продукты распада лактозы, белков и молочного жира. Важная роль принадлежит летучим жирным кислотам (уксусной, пропионовой, масляной, муравьиной). Около 50–80% общего количества кислот принадлежит уксусной кислоте, она способствует получению в сырах наиболее выраженного вкуса и аромата. Рисунок сыров образуется в результате развития ароматобразующих молочнокислых стрептококков.

К твердым сычужным сырам с низкой температурой второго нагревания относят сыры пониженной жирности: литовский, вырусский, минский и прибалтийский сыры.

Литовский, вырусский и минский сыры вырабатываются с содержанием 30%, а прибалтийский – 20% жира в сухом веществе продукта. Для выработки этих сыров используют пастеризованное, сыропригодное молоко. В целях улучшения технологических свойств молока в него вносят 20–30% зрелого пастеризованного молока и хлорид кальция из

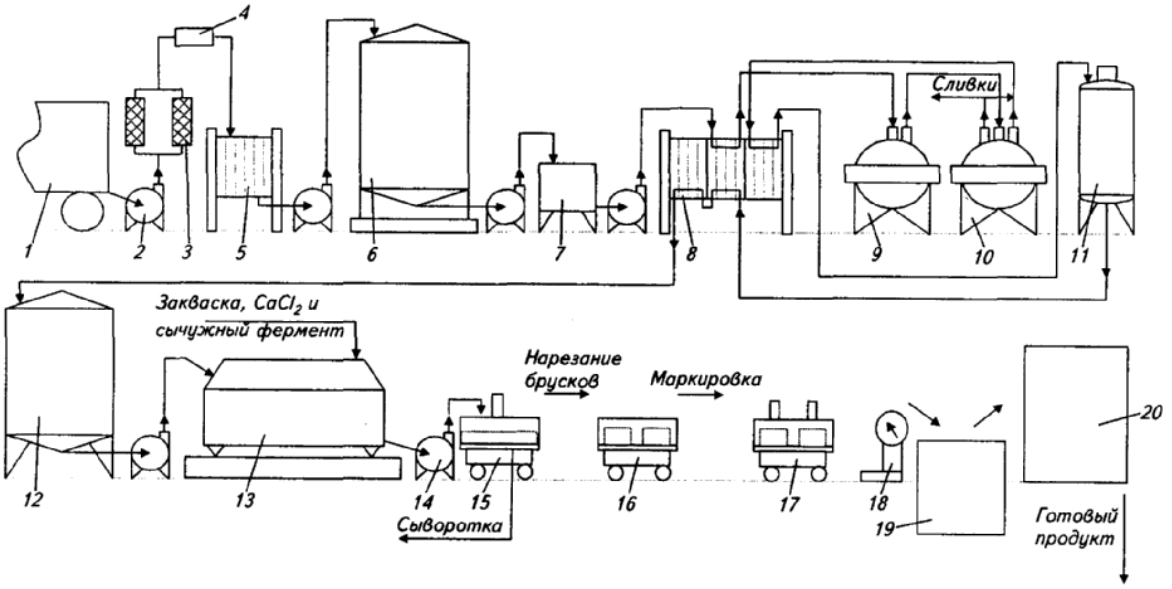


Рис. 4.5. Аппаратурно-технологическая схема производства голландского брускового сыра:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – уравнительный бачок; 8 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 9 – сепаратор-молокоочиститель; 10 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 11 – дезодоратор; 12 – резервуар для созревания молока; 13 – сыроизготовитель; 14 – насос для сырного зерна; 15 – аппарат формовочный; 16 – прессы; 17 – стол для прессования; 18 – весы для сыра; 19 – солильный бассейн; 20 – камера для созревания

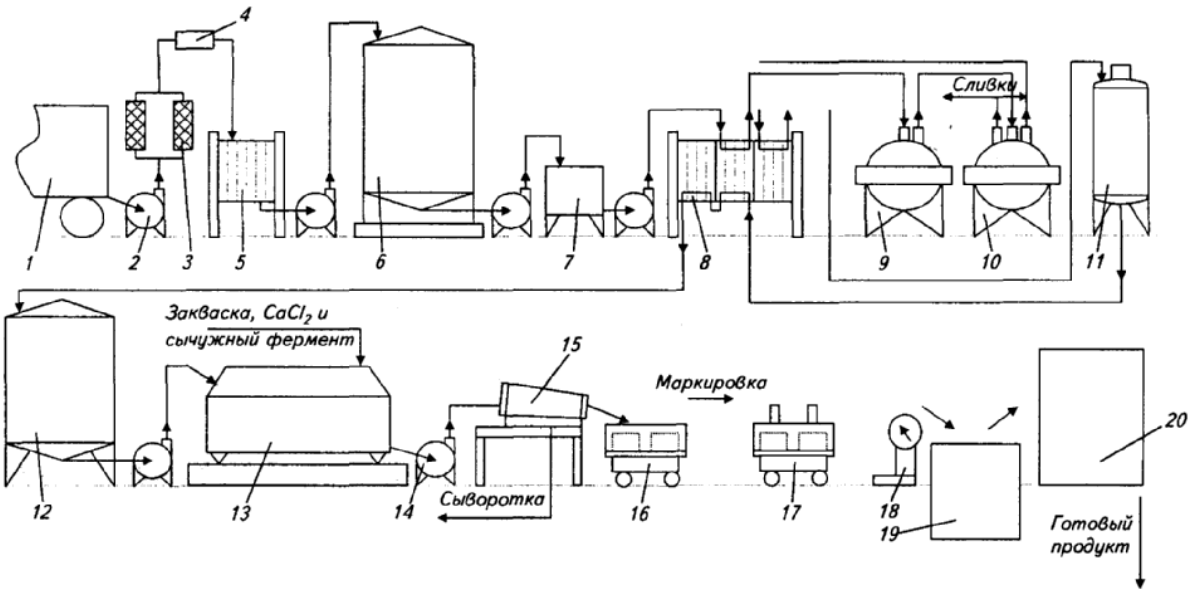


Рис. 4.6. Аппаратурно-технологическая схема производства буковинского сыра:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – уравнительный бачок; 8 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 9 – сепаратор-молокоочиститель; 10 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 11 – дезодоратор; 12 – резервуар для созревания молока; 13 – сыроизготовитель; 14 – насос для сырного зерна; 15 – отделитель сыворотки; 16 – аппарат формовочный; 17 – прессы; 18 – весы для сыра; 19 – солильный бассейн; 20 – камера для созревания

расчета 15–30 г кристаллической соли на 100 кг молока. В производстве сыров применяют бактериальную закваску или бактериальный препарат, приготовленные из мезофильных молочнокислых стрептококков.

Характерная особенность сыров пониженной жирности – это повышенная влажность сыра после прессования и зрелого продукта. Для сыров 30% жирности содержание влаги в сыре после прессования составляет 52–56%, зрелом продукте 49–51%, для сыров 20% жирности – соответственно, 58–60% и 53–55%.

Как известно, при большом снижении жира в сырной массе значительно ухудшается консистенция сыра, поэтому повышение влаги в сырах содействует получению продукта удовлетворительной, хотя и несколько уплотненной консистенции; одновременно активизируется молочнокислое брожение. Состав сыров представлен в табл. 4.8.

4.8. Состав твердых сыров с низкой температурой второго нагревания, %

Сыр	Жир в сухом веществе, не менее	Влага, не более	Хлорид натрия
Костромской большой и малый	45	44	1,5–2,5
Голландский:			
брусковый	45	43	1,8–2,5
круглый	50	43	2,0–3,0
Пошехонский	45	42	1,5–2,5
Степной	45	43	2,0–3,0
Ярославский	45	43	1,5–2,0
Ярославский унифицирован.	40	42	2,0–3,0
Эстонский	45	44	1,5–2,5
Станиславский	45	46	2,0–2,5
Днестровский	50	46	1,5
Буковинский	45	44	1,5–2,5
Угличский	45	44	1,5–2,5
Северный	55	45	2,5
Сусанинский	45	48	1,0–1,8
Литовский	30	52	2,0–3,0
Вырусский	30	51	1,5–2,0
Минский	30	52	1,5–2,0
Прибалтийский	20	55	2,0–3,0

Сыр с промежуточной температурой второго нагревания – это сыр, изготовляемый при температуре второго нагревания от 44 °С до 47 °С. Данная группа сыров введена впервые в соответствии с ГОСТ Р 52686-2006 «Сыры. Общие технические условия».

Твердые сычужные сыры с низкой температурой второго нагревания и с повышенным уровнем молочнокислого брожения. В данную группу входят сыры с чеддеризацией сырной массы, с термомеханической обработкой, а также с чеддеризацией и термомеханической обработкой сырной массы.

Сыр с чеддеризацией – это сыр, в технологии которого предусмотрен процесс глубокой деминерализации казеин-кальций-фосфатного комплекса молока и/или сырной массы под действием молочной кислоты, образующейся при сбраживании лактозы заквасочной молочнокислой микрофлорой.

Сыр с термомеханической обработкой – это сыр, в технологии которого предусмотрена механическая обработка сырной массы при температуре выше 60 °С.

Сыр с чеддеризацией и термомеханической обработкой – это сыр, в технологии которого предусмотрена чеддеризация и термомеханическая обработка сырной массы.

Наиболее распространенными представителями этой группы сыров являются сыры российский, чеддер, «косичка» и сырные палочки.

Особенности технологии российского сыра показаны на технологической схеме в аппаратурном оформлении (рис. 4.7).

Бактериальная закваска для данной группы сыров состоит из штаммов молочнокислых и ароматобразующих стрептококков в оптимальном их соотношении, а для сыра чеддер – из штаммов *Str. cremoris* (90–95%), *Str. lactis* (5–10%), *L. plantarum* (0,15–0,3%).

Особенности технологии сыра чеддер показаны на технологической схеме в аппаратурном оформлении (рис. 4.8).

По окончании обработки сырного зерна, его самотеком или насосом подают в формовочный аппарат, где сырный пласт выдерживают под слоем сыворотки 20–30 мин до кислотности сыворотки 25–27 °Т. Затем после удаления сыворотки пласт разрезают на бруски и направляют на чеддеризацию, которую проводят в специальных тележках в течение 1–2 ч до кислотности выделяющейся сыворотки 60–70 °Т. После чеддеризации сырную массу измельчают, солят и направляют на формовочный аппарат.

Интенсивное сбраживание молочного сахара в ходе технологического процесса способствует накоплению значительного количества молочной кислоты, играющей важную роль в создании специфических органолептических свойств сыра чеддер. Вместе с тем в результате быстрого образования молочной кислоты ограничивается развитие микробиологических процессов в сыре и задерживается рост посторонней микрофлоры. В результате чеддеризации консистенция готовой сырной массы становится слоисто-волокнистой, а при нагревании ее в воде температурой 95–98 °С она приобретает способность вытягиваться в длинные тонкие нити. Динамика накопления и суммарное количество свободных аминокислот в процессе созревания зависят от объема микрофлоры, ее качественного состава и интенсивного молочнокислого процесса, определяющего вид сыра. Состав сыров российский и чеддер представлены в табл. 4.9.

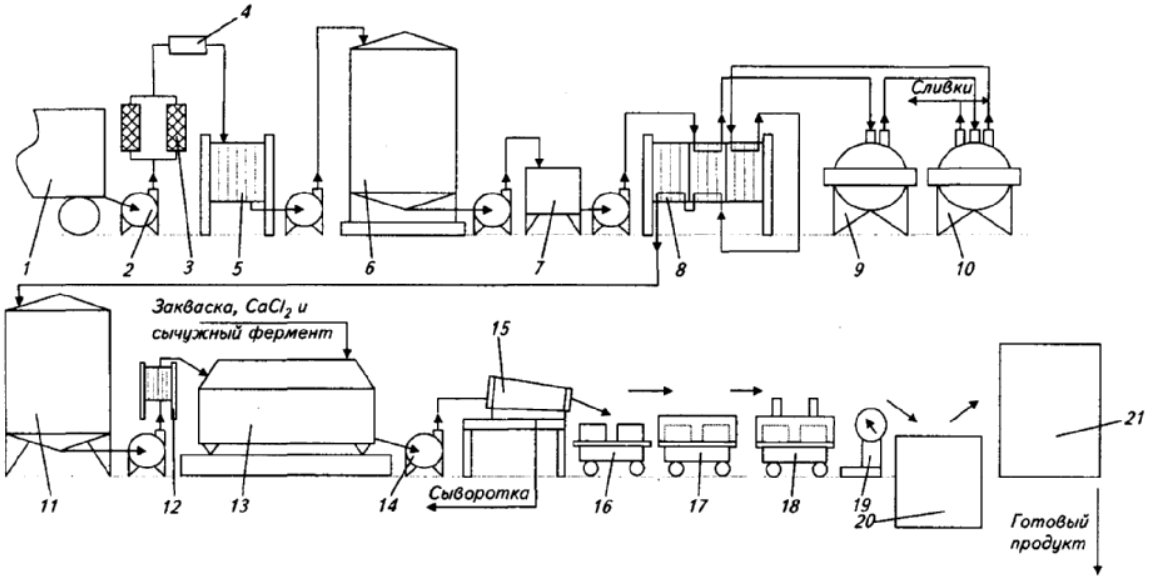


Рис. 4.7. Аппаратурно-технологическая схема производства российского сыра:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – уравнительный бачок; 8 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 9 – сепаратор-молокоочиститель; 10 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 11 – резервуар для созревания молока; 12 – пластинчатый нагреватель; 13 – сыроизготовитель; 14 – насос для сырного зерна; 15 – отделитель сыворотки; 16 – передвижной формовочный стол; 17 – стол для самопрессования; 18 – прессы; 19 – весы для сыра; 20 – солильный бассейн; 21 – камера для созревания сыра

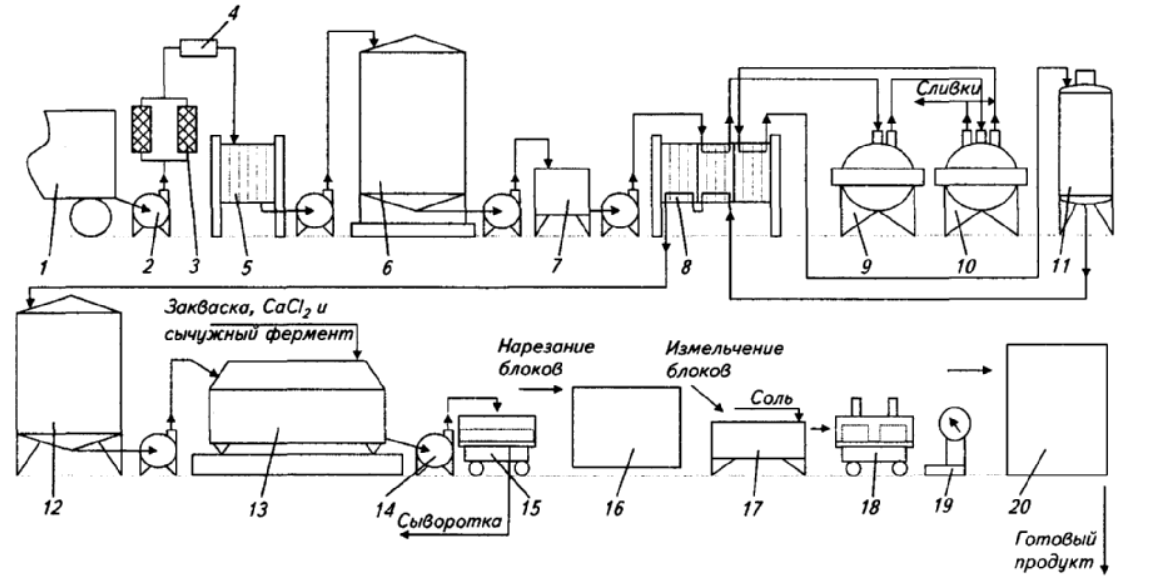


Рис. 4.8. Аппаратурно-технологическая схема производства сыра чеддер:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – уравнительный бачок; 8 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 9 – сепаратор-молокоочиститель; 10 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 11 – дезодоратор; 12 – резервуар для созревания молока; 13 – сыроизготовитель; 14 – насос для сырного зерна; 15 – стол для формования и самопрессования; 16 – установка для чеддеризации; 17 – шнековый транспортер; 18 – стол для формования и прессования; 19 – весы для сыра; 20 – камера для созревания

4.9. Состав сыров российский и чеддер, %

Сыр	Жир в сухом веществе, не менее	Влага, не более	Хлорид натрия
Российский	50	43	1,3–1,8
Чеддер	50	44	1,5–2,5

Твердые сычужные сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и микрофлоры слизи. К полутвердым сычужным сырам с низкой температурой второго нагревания, созревающими при участии молочнокислых бактерий и микрофлоры сырной слизи, относят сыры: латвийский, пикантный, пятигорский, каунасский и клайпедский. Сыры вырабатывают с различным содержанием жира в сухом веществе продукта: латвийский – 45%, пикантный – 55%, пятигорский – 50%, каунасский – 30% и клайпедский – 20%.

Особенности технологии сыров данной группы показаны на примере пикантного сыра, аппаратурно-технологическая схема производства которого представлена на рис. 4.9.

При выработке латвийского, пятигорского, каунасского и клайпедского сыров используют бактериальные закваски мезофильных молочнокислых стрептококков, пикантного – бактериальную закваску для масла, пятигорского – бактериальную стрептококковую закваску с добавлением штаммов культуры *L. helveticum*. В созревании сыров этой группы участвует микрофлора сырной слизи, состоящая из плесеней *Oidium laktis*, дрожжей и бактерий (*Bact. linens*), которые культивируются на поверхности сыров.

Рисунок, состоящий из глазков неправильной формы, в значительной степени препятствует образованию пороков, появляющихся в связи с интенсивным газообразованием во время созревания сыров. В пустотах сырной массы, образовавшихся во время формования, скапливается часть избыточного газа, который удерживается в них вследствие противонаправленного давления сырного теста. Консистенция всех сыров этой группы, созревающих со слизью на поверхности, характеризуется меньшей твердостью и упругостью и большей пластичностью, чем твердых сычужных сыров с низкой температурой второго нагревания аналогичной жирности. Химический состав сыров данной группы представлен в табл. 4.10.

Характеристика мягких сыров

В зависимости от вида применяемых микроорганизмов, участвующих в выработке и созревании, мягкие сыры подразделяются на 3 группы:

- сыры, созревающие при участии слизи;
- сыры, созревающие при участии плесени;
- сыры свежие, вырабатываемые при участии молочнокислых бактерий.

4.10. Состав твердых сыров, созревающих при участии молочнокислых бактерий и микрофлоры слизи, %

Сыр	Жир в сухом веществе, не менее	Влага, не более	Хлорид натрия
Латвийский	45	43	2,0–3,5
Пикантный	55	44	2,0–2,5
Пятигорский	50	46	1,5–2,0
Каунасский	30	52	2,0–3,0
Клайпедский	20	56	2,0–3,0

I группа. Сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и поверхностной микрофлоры сырной слизи. К этой группе сыров относят дорогобужский, калининский, дорожный, пятигорский, рамбинас, нямунас, бауский, земгальский и др. Эти сыры обладают острым пикантным вкусом, слегка аммиачным запахом, нежной, маслянистой консистенцией.

Сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий, а также белой плесени и микрофлоры слизи, развивающихся на поверхности сыра (смоленский, невшатель и др.). Эти сыры характеризуются острым, пикантным, слегка аммиачным вкусом, с грибным привкусом и запахом. Консистенция у них – нежная и маслянистая. Состав данной группы мягких сыров представлен в табл. 4.11.

4.11. Состав мягких сыров, созревающих при участии молочнокислых бактерий и поверхностной микрофлоры сырной слизи, %

Сыр	Жир в сухом веществе, не менее	Влага, не более	Хлорид натрия
Дорогобужский	45	45–47	2,5
Калининский	50	44–46	2,5
Смоленский	45	45–47	2,5

II группа. Сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и плесени белой или голубой.

Сыры с белой плесенью, развивающейся на поверхности сыра (русский камамбер, белый десертный и др.). Вкус и запах у этой группы сыров – острые, пикантные, перечные, а консистенция нежная и маслянистая.

Сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и голубой плесени, развивающиеся в тесте сыра (рокфор и др.). Вкус и запах острые, пикантные, перечные, консистенция нежная, маслянистая. Состав данной группы сыров представлен в табл. 4.12.

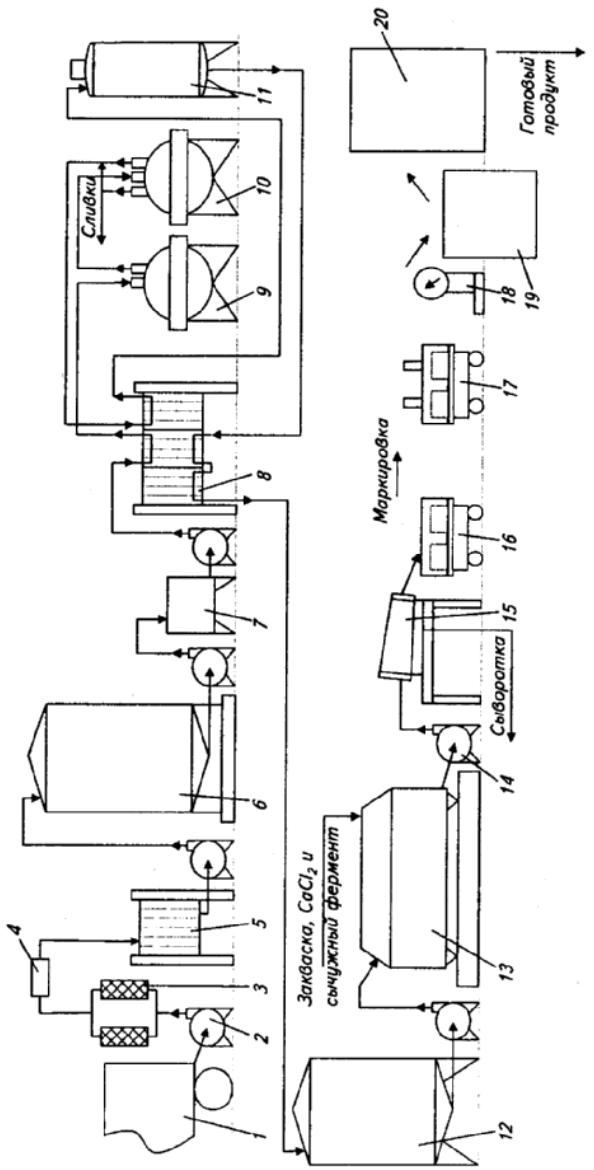


Рис. 4.9. Аппаратурно-технологическая схема производства пикантного сыра:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – уравнительный бачок; 8 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 9 – сепаратор-молокоочиститель; 10 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 11 – дезодоратор; 12 – резервуар для созревания молока; 13 – сыроизготовитель; 14 – насос для сырного зерна; 15 – отделитель сыворотки; 16 – формовочный стол для формования напивом; 17 – стол для самопрессования; 18 – весы для сыра; 19 – солильный бассейн; 20 – камера для созревания

4.12. Состав мягких сыров, созревающих при участии молочнокислых бактерий и плесени, %

Сыр	Жир в сухом веществе, не менее	Влага, не более	Хлорид натрия
Русский камамбер	60	49–50	1,5–2,5
Белый десертный	50	60–65	2,5
Рокфор	50	44–46	5

Аппартурно-технологическая схема производства сыра рокфор представлена на рис. 4.10.

III группа. Сыры свежие, вырабатываемые при участии молочнокислых бактерий, без применения молокосвертывающих ферментов. Согласно современной классификации по ГОСТ, они делятся на кисломолочные сыры и сыры, полученные термокислотной коагуляцией.

Сыр кисломолочный – это сыр, в технологии которого для коагуляции белков предусмотрено снижение кислотности с помощью молочнокислых микроорганизмов или органических и/или неорганических кислот. Типичными представителями этих сыров являются домашний, чайный, клинковый, нарочь, маоле и др.

Сыр термокислотный – это сыр, в технологии которого для коагуляции белков предусмотрено снижение кислотности с помощью молочнокислых микроорганизмов или органических и/или неорганических кислот и нагревание до температуры от 85 °С до 95 °С. Типичным представителем этого сыра является адыгейский сыр. Его вырабатывают из нормализованного пастеризованного молока путем свертывания молока кислой молочной сывороткой с последующей специальной обработкой полученного сгустка. Сырную массу выкладывают сетчатым ковшом в формы в виде плетеных корзиночек, выдерживают в течение 10–15 мин для самопрессования. За этот период сыр один раз переворачивают, слегка встряхивая форму. Затем его перекладывают в металлические формы и одновременно проводят сухую посолку. Для просаливания и обсушки сыр в формах направляют в камеру с температурой 8–10 °С, где его выдерживают не более 18 ч, 1–2 раза переворачивая. После чего готовый продукт упаковывают в пергамент, подпергамент, полимерные пленки под вакуумом и направляют на хранение и реализацию. Продолжительность хранения на предприятии не должна превышать 3 сут. Существует механизированный способ производства адыгейского сыра, для которого используют специально разработанные линии.

Состав данной группы сыров представлен в табл. 4.13.

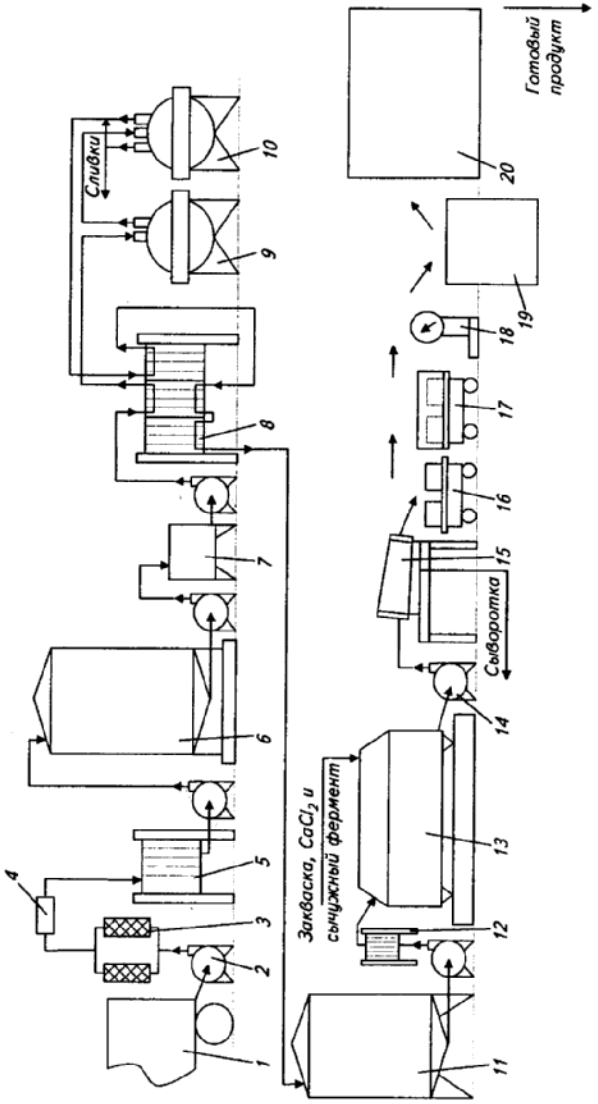


Рис. 4.10. Аппаратурно-технологическая схема производства сыра «Рокфор»:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – уравнительный бачок; 8 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 9 – сепаратор-молокоочиститель; 10 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 11 – резервуар для созревания молока; 12 – пластинчатый нагреватель; 13 – сыроизготовитель; 14 – насос для сырного зерна; 15 – отделитель сыворотки; 16 – передвижной формовочный стол; 17 – стол для самопрессования; 18 – весы для сыра; 19 – солильный бассейн; 20 – камера для созревания

4.13. Состав свежих сыров, %

Сыр	Жир в сухом веществе, не менее	Влага, не более	Хлорид натрия
Домашний	20	80	1
Чайный	50	57	1
Адыгейский	45	60	2
Клинковый	30	64	2
Сыр нарочь	40	62	2,5
Сыр моале	45	58	2

Характеристика рассольных сыров

К группе рассольных сыров относятся брынза, молдавский, столовый, сулугуни, имеретинский, грузинский, осетинский, кобийский, фета и некоторые другие сыры.

Рассольные сыры вырабатываются как из коровьего, буйволиного и овечьего молока, так и из их смеси. Отличительной особенностью технологического процесса этой группы сыров является созревание и хранение в растворе соли, массовая доля хлорида натрия в котором составляет 14–18%, что определяет и характерные признаки рассольных сыров.

Рассольные сыры отличаются повышенным содержанием хлорида натрия (4–7%), повышенной влажностью после самопрессования и прессования (49–56%) и в готовом продукте (47–53%). Эти сыры не имеют корки, обладают остросоленым вкусом и слегка ломкой консистенцией.

Состав данной группы сыров представлен в табл. 4.14.

4.14. Состав рассольных сыров, %

Сыр	Жир в сухом веществе, не менее	Влага, не более	Хлорид натрия
Брынза	50	56	3,0–5,0
Молдавский	40	60	4
Столовый	40	50–55	1,0–3,0
Сулугуни	45	50–53	1,0–3,0
Имеретинский	45	52	5
Грузинский	45	51	5
Осетинский	45	51	5
Кобийский	45	51	5

Сыры и сырные массы для выработки плавленых сыров

К этой группе относят сыры, которые используют для производства плавленых сыров, а именно: сыры жирные и нежирные.

К жирным сырам для плавления относятся: сыр типа российского, быстросозревающий, сырная масса и сырная масса без созревания.

К нежирным сырам относятся: сыр нежирный (получаемый по методу выработки российского или голландского сыров и нежирный сыр из пахты), сыр нежирный ускоренного созревания (из обезжиренного молока или из пахты), брынза из обезжиренного молока.

Для коагуляции белков молока при производстве этих сыров используют молокосвертывающие ферментные препараты, пепсин, а также пищевые кислоты: уксусную, молочную, соляную и лимонную. Состав сыров для плавления представлен в табл. 4.15–4.16.

4.15. Состав жирных сыров для плавления, %

Сыр	Жир в сухом веществе, не менее	Влага, не более	Хлорид натрия
Сыр типа российского	30 и 40	43–46	1,5–1,2
Быстросозревающий сыр	40	51	1,5–2,5
Сырная масса	40	53	1,5–2,5
Сырная масса без созревания	40	60	1,5–2,5

4.16. Состав нежирных сыров для плавления, %

Сыр	Жир в сухом веществе, не менее	Влага, не более	Хлорид натрия
Нежирный сыр из пахты	–	60	2
Нежирный сыр ускоренного созревания	–	60	2
Брынза из обезжиренного молока	–	65	4,0–6,0

Пороки сыра

При использовании недоброкачественного сырья, несоблюдении технологического процесса производства сыра возможно появление пороков вкуса, запаха, консистенции и рисунка сыра.

Пороки вкуса и запаха

Невыраженный вкус обусловлен недостаточным созреванием или низкой температурой созревания. Для предупреждения этого порока необходимо получить более влажное сырное зерно, обеспечить необходимую температуру и продолжительность созревания сыра.

Прогорклый вкус сыра в твердых ферментированных сырах проявляется в основном вследствие расщепления жира ферментами, выделяемыми плесенью.

Кислый вкус возникает при излишней кислотности исходного молока, замедленной обработке сырной массы при постановке зерна и низкой температуре созревания сыра. Для предотвращения этого порока необходимо следить за зрелостью молока, строго соблюдать режимы обработки сырной массы перед вторым нагреванием и обеспечить соответствующие режимы созревания сыра.

Горький вкус может быть обусловлен использованием молока с этим пороком, а также развитием микроорганизмов, обладающих протеолитической активностью. Кроме того, горький вкус сыра может быть связан с посолкой, когда в соли содержится сернокислый натрий и магний, а также с накоплением в большом количестве продуктов распада белков. Горький вкус сыра является одним из распространенных пороков вкуса, поэтому необходимо тщательно сортировать молоко, соблюдать режимы термизации и пастеризации молока в производстве сыра, использовать активные культуры молочнокислых бактерий. При посолке сыра необходимо строгое соблюдение всех технологических параметров и использование качественной поваренной соли. Необходимо строго соблюдать режимы созревания сыра.

Нетипичный вкус и запах для данного вида сыра. Этот порок проявляется при нарушении технологии. Так, чрезмерная обсушка сырного зерна при производстве латвийского сыра и отсутствие или плохое развитие сырной слизи на головках приводит к образованию вкуса и запаха голландского сыра. Для предупреждения этого порока необходимо строго соблюдать технологический процесс при производстве всех видов сыров.

Пороки консистенции

Грубая, твердая, сухая консистенция обусловлена недостаточной влажностью сыра, причиной которой является излишняя обсушка сырного зерна, высокая температура второго нагревания и продолжительное вымешивание сырной массы после него. В целях предупреждения этого порока необходимо соблюдать режимы второго нагревания, повышать относительную влажность воздуха при созревании сыра, а также снижать усушку, своевременно упаковывая сыры.

Резинистая консистенция вызывается излишней связанностью сырного теста, которая проявляется из-за недостатка в нем молочной кислоты и влаги. Особенно часто этот порок наблюдается в маложирных сырах. Для устранения этого порока необходимо повышать кислотность сырного теста внесением больших доз бактериальной закваски, удлинять первую стадию обработки сырной массы и снижать температуру второго нагревания.

Самокол (по-другому – колющаяся консистенция) характеризуется наличием в сыре горизонтально расположенных трещин. Этот порок возникает из-за недостаточной связанности сырного теста вследствие излишней его кислотности или низкой температуры созревания. Для предупреждения порока необходимо следить за качеством исходного молока и за соблюдением режимов созревания сыров.

Мажущаяся консистенция, как правило, возникает из-за высокой влажности и кислотности сырной массы. Сырное тесто при этом начинает набухать и затем даже расплывается.

Пороки рисунка

Слепой рисунок – это отсутствие или наличие очень мелких глазков. Он является основным пороком рисунка сыра. Причина этого порока – слабое развитие молочнокислого процесса, повышенная кислотность сырной массы или низкая температура созревания сыра.

Сетчатый рисунок появляется в начале созревания ввиду развития в сыре бактерий группы кишечной палочки.

Щелевидный рисунок появляется в результате бурного газообразования. Источником его являются маслянокислые бактерии. Сначала в сыре образуется губчатый или броженый рисунок, который при выдерживании сыра при высоких температурах превращается в щелевидный.

Вспучивание сыра – один из опаснейших пороков, возбудителем которого являются бактерии группы кишечной палочки и дрожжи. Порок проявляется в начале созревания. Причиной вспучивания сыра в конце созревания является развитие маслянокислых бактерий.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте твердые сыры с высокой, промежуточной и низкой температурой второго нагревания.
2. Назовите отличительные особенности производства сыров с высокой и низкой температурой второго нагревания.
3. В чем заключается сущность чеддеризации и термомеханической обработки сырной массы?
4. Перечислите особенности производства российского сыра и чеддера.
5. Дайте характеристику мягких сыров и перечислите их основные виды.
6. В чем заключаются особенности производства мягких сыров, созревающих с участием слизи?
7. Какие сыры вырабатывают с участием плесени? Виды и особенности их производства.
8. Какие вы знаете виды свежих сыров?
9. В чем состоит особенность технологии кисломолочных сыров?
10. Охарактеризуйте производство сыров термокислотной коагуляцией на примере адыгейского сыра.
11. Назовите особенности технологии рассольных сыров и дайте характеристику их типичных представителей.
12. Дайте характеристику сыров и сырных масс для выработки плавленых сыров.
13. Каковы основные пороки сыров? Назовите их причины и меры по их предупреждению.

4.3. Технология плавленых сыров

Классификация плавленых сыров

В соответствии с ГОСТ Р 52686-2006 «Сыры. Общие технические условия», плавленые сыры в зависимости от органолептических и физико-химических характеристик подразделяются на ломтевые, пастообразные, в том числе сливочные и сухие (табл. 4.17). Ломтевые и пастообразные плавленые сыры в зависимости от обработки подразделяются на плавленые сыры, подвергнутые и не подвергнутые обработке. Плавленые сыры, подвергнутые обработке, подразделяют на стерилизованные, пастеризованные, сухие и копченые.

Плавленые сыры в зависимости от используемых компонентов и/или ароматизаторов подразделяют на сыры с компонентами и без компонентов.

В зависимости от массовой доли жира плавленые сыры подразделяют на высокожирные, жирные, полужирные, низкожирные и сыры нежирные.

Для систематизации большого разнообразия плавленых сыров их сгруппировали в отдельные группы по особенностям технологического процесса, используемого сырья и химическому составу, которые представлены в табл. 4.18.

4.17. Характеристика плавленых сыров

Наименование показателя	Значение показателя для плавленых сыров							
	ломтевых				пастообразных			сухих
	не подвергнутых обработке	подвергнутых обработке			не подвергнутых обработке	подвергнутых обработке		
		копченых	пастеризованных	стерилизованных		пастеризованных	стерилизованных	
Массовая доля жира в сухом веществе	от 0 до 51,0 вкл.				от 20,0 до 70,0 вкл.			от 0 до 51,0 вкл.
Массовая доля влаги	от 35,0 до 60,0 вкл.							от 3,0 до 7,0 вкл.
Массовая доля поваренной соли (кроме сладких сыров)	от 0,5 до 4,0 вкл.							от 2,0 до 5,0 вкл.
Массовая доля сахарозы (для сладких сыров)	до 30,0 вкл.	–	до 30,0 вкл.					

4.18. Характеристика плавленых сыров по группам

Группа плавленых сыров	№ группы	Виды	Состав, %						Форма сыра	Масса сыра (расфасовка), г.
			жир в сухом веществе.	влага	сухие вещества	абсолютный жир	белки (общее количество)	соль		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Без наполнителей и специй	1	Угличский (сливочный)	60	50	50	30,0	15,5	2,0	Прямоугольные бруски, цилиндры, полуцилиндры, секторы	30, 50, 62,5, 90, 100, 125, 180, 200, 250
		Невский (сливочный)	60	50	50	30,0	15,5	2,0	То же	
		Советский	45	50	50	22,5	22,0	2,0	– « –	
		Российский	45	50	50	22,5	22,0	2,0	– « –	
		Костромской	40	52	48	19,2	22,8	2,5	– « –	
		Латвийский	40	52	48	19,2	22,8	2,5	– « –	
		«Новый»	30 40	55 52	45 48	13,5 19,2	24,0 22,8	3,0 2,5	– « –	
		Городской	30	58	42	12,6	23,4	2,5	– « –	
		Колбасный копченый	40 30	52 55	48 45	19,2 13,5	22,0 24,0	3,0 3,0	Батоны в оболочке	2000
С наполнителями и специями	2	С копчеными мясопродуктами	45	50	50	22,5	–	3,0	Прямоугольные бруски, цилиндры, полуцилиндры, секторы	30, 50, 62,5, 90, 100, 125, 180,200, 250.
		Острый с перцем, со специями	40	52	48	19,2	–	3,0	То же	

Продолжение таблицы 4.18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Пастообразные	3	С томатным соусом	30	58	42	12,6	–	2,5	Прямоугольные бруски, цилиндры, полуцилиндры, секторы	30, 50, 62,5, 90, 100, 125, 180, 200, 250
		«Дружба»	55	52	48	26,4	16,4	2,5	То же	
		«Волна»	55	52	48	26,4	16,4	2,5	– « –	
		«Лето»	55	52	48	26,4	16,4	2,5	– « –	
		Рокфор	50	53	47	23,5	18,7	3,5	– « –	
		Кисломолочный	45	55	45	20,3	17,2	2,0	– « –	
		Зеленый	30	62	38	11,4	–	3,5	– « –	
		Московский (в трубах)	55	55	45	24,8	–	3,0	Полимерные или алюмин. тубы	160, 180
		Мягкий (в трубах)	55	55	45	24,8	14,5	2,5	То же	
		С томатом (в трубах)	50	55	45	22,5	–	3,0	– « –	
Сладкие пластические	4	Шоколадный	30	35	65	19,5	13,5	30*	Прямоугольные бруски, цилиндры, полуцилиндры, секторы	30, 50, 62,5, 90, 100, 125, 180, 200, 250.
		Кофейный	30	35	65	19,5	13,5	30*	То же	
		Фруктовый	30	35	65	19,5	13,5	30*	– « –	
Консервные	5	Стерилизованный	50	44	56	28,0	–	2,5	Жестяные банки	100, 250
		Пастеризованный	50	48	52	26,0	22,0	2,5	– « –	
		Пастеризованный с ветчиной	50	48	52	26,0	22,0	2,5	– « –	

Продолжение таблицы 4.18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сыры к обеду	6	Сыр с белыми грибами	50	58	42	21,0	–	2,5	Стеклянные банки	225
		Сыр для макаронных блюд	50	58	42	21,0	–	2,5	– « –	
		Сыр для овощных блюд	50	58	42	21,0	–	2,5	– « –	
Сыры на растительно-жировой основе	7	Закусочный	30	55	45	13,5	24,0	2-4	Прямоугольные бруски, цилиндры, полуцилиндры, секторы	30, 50, 62,5, 90, 100
Сыры в порошке	8	Костромской	30	5	95	28,5	61,5	1,5–2,5	Жестяные банки, многослойные пакеты или полиэтиленовые мешочки	–

сахара

Общие операции технологического процесса производства

Технологический процесс производства плавленых сыров состоит из общих операций, представленных на рис. 4.11. Подбор сырья включает основное сырье (различные виды сычужных сыров, сливочного масла, творога, молочных консервов, белковых концентратов) и вспомогательное (вкусо-ароматические добавки и соли-плавители). Подбор сыров всех видов проводят по зрелости и кислотности, так как сыры незрелые или с повышенной кислотностью плохо плавятся. Сыры в полимерных покрытиях освобождают от пленки, а сыры с парафиновым покрытием направляют в машину для снятия парафина. Затем их моют водой с температурой 40–45 °С и ополаскивают холодной водой. С сыров удаляют корку и зачищают поврежденные места. Сыры нежирные замачивают в воде с температурой 35–40 °С или в сыворотке с кислотностью около 200 °Т в течение 1,5–2 ч. Брынзу моют в теплой воде и ополаскивают в холодной. Творог и другие белковые продукты выгружают из тары, зачищая верхний слой. Масло зачищают от штаффа и разрезают на куски по 2–3 кг. Сухие молочные продукты просеивают, а сгущенные – фильтруют. Специи обрабатывают горячим воздухом или водой, подвергают прокаливанию или другой дезинфекции. Для обеспечения равномерного смешивания компонентов и плавления подготовленные сыры и творог дробят на вальцовках, волчках, смесительно-режущих машинах или в специальных устройствах для совмещенной механической и тепловой обработки – аппаратах типа «Штефан», в универсальных гомогенизирующих модулях для производства молочных продуктов. В качестве солей-плавителей применяют натрий фосфорнокислый двузамещенный, триполифосфат натрия, натрий пирофосфорнокислый трехзамещенный, а также натрий и калий лимоннокислые трехзамещенные. При производстве плавленых сыров возможно использование сорбиновой кислоты или ее солей, антибиотика низина, а также стабилизаторов структуры. Органолептические показатели плавленого сыра и стойкость его в хранении определяются качеством не только сырья, но и солей-плавителей: их видом, дозой, активной кислотностью. Соли-плавители вносят в виде 20–25%-ного водного раствора или в сухом виде, а их количество не должно превышать 2–3% от массы сырья в пересчете на безводную соль. Возможно увеличение дозы с повышением массовой доли белка в сыре или при плавлении сыров с низкой зрелостью и высокой кислотностью. Перед внесением раствор соли пастеризуют до температуры 80–90 °С или доводят до кипения. Для предупреждения гидролиза солей их немедленно охлаждают и не подвергают длительному хранению.



Рис. 4.11. Общая технологическая схема производства плавленого сыра

Подготовленные компоненты отвешивают и в соответствии с рецептурой загружают в плавильный аппарат периодического действия, в аппарат «Штефан» или другое специальное оборудование, работающее в ручном или автоматическом режиме. При плавлении смесь непрерывно перемешивают мешалкой – сначала на малой скорости, а затем скорость увеличивают. Плавление в зависимости от используемого оборудования и особенностей технологии проводят при температуре 85–95 °С от 5 до 20 мин. Вкусовые наполнители в основном вводят в сырную массу в конце плавления. Расплавленную сырную массу выгружают из плавильного аппарата и подают в бункер автомата для фасовки. Расфасованный и упакованный плавленый сыр охлаждают в холодильной камере около 16 ч или в туннельном охладителе непрерывного действия 1–2 ч. Охлажденный сыр должен иметь температуру не более 15 °С. Общая технологическая схема производства плавленых сыров в аппаратурном оформлении представлена на рис. 4.12.

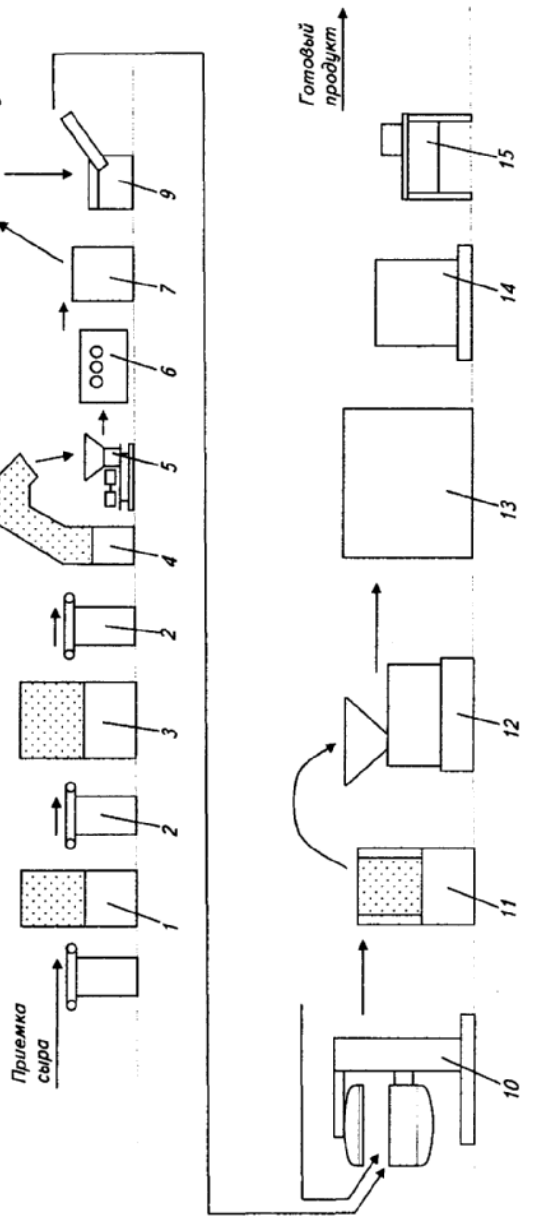


Рис. 4.12. Аппаратурно-технологическая схема производства плавленых сыров:

1 – машина для снятия парафина; 2, 4 – конвейер; 3 – емкость для замачивания сыра; 5 – волчок; 6 – вальцовка; 7 – емкость-накопитель; 8 – автоматические весы; 9 – загрузочный ковш; 10 – аппарат для плавления сыра; 11 – гомогенизатор; 12 – автомат для фасования сыра; 13 – охладитель туннельного типа; 14 – автомат для укладывания сыра в короба; 15 – стол для заклеивания коробов

Особенности технологии отдельных видов плавленых сыров

В настоящее время в нашей стране вырабатывают более 40 видов плавленых сыров. Сыры отличаются вкусом – от острого сырного до сладкого; состоянием теста – от плотного ломтевого до кремообразного намазывающегося; цветом – от слегка кремового до ярко-оранжевого и фисташкового; формой – бруски, сектора, цилиндры, полуцилиндры, упакованные в оригинальные коробки.

По вкусовым особенностям различают сыры без наполнителей и специй, с наполнителями и специями, а также сладкие.

По состоянию сырного теста сыры делятся на ломтевые, пастообразные и сухие. Ломтевые и пастообразные сыры по виду обработки делятся на две группы: не подвергнутые обработке и подвергнутые обработке. Ломтевые сыры, подвергнутые обработке, выпускают в пастеризованном, стерилизованном и копченом виде, а пастообразные сыры, подвергнутые обработке, выпускают в пастеризованном и стерилизованном виде.

Плавленые сыры, подвергнутые обработке, – это плавленые сыры, технология которых предусматривает последующую пастеризацию, или стерилизацию, или копчение, или сушку и т. д.

Сыры плавленые без наполнителей и специй

В эту группу входят сыры: угличский (сливочный), невский (сливочный), советский, российский, костромской, латвийский, «Новый», городской, колбасный копченый. Характеристика сыров этой группы представлена в табл. 4.19.

4.19. Состав плавленых сыров без наполнителей и специй, %

Сыр	Жир в сухом веществе, не менее	Влага, не более	Хлорид натрия
Советский	45	50	2,0
Российский	45	50	2,0
Костромской	40	52	2,5
Латвийский	40	52	2,5
Новый	40	52	2,5
	30	55	3,0
Городской	30	58	2,5
Колбасный копченый	40	52	3,0
	30	55	3,0

У всех этих сыров типичный вкус, обусловленный исходным сырьем, довольно плотное, эластичное, некрошливое тесто.

Их называют также ломтевыми сырами, так как они хорошо режутся на ломти. Цвет теста – от слабо-желтого до желтого, однородный по всей массе теста. Входящий в эту группу колбасный копченый сыр отличается от прочих видов сыров специфическим вкусом с легким привкусом копчености, и упаковкой – его расфасовывают в оболочку в виде батонов массой до 2 кг.

Копченый сыр – это плавленый сыр в форме батона или батончика, подвергнутый копчению или изготовленный с использованием коптильной жидкости или ароматизатора копчения. Копченый сыр вырабатывается по рецептуре сыров «Новый» или «Городской», но он отличается от них вкусом и формой.

Сыры плавленые с наполнителями и специями

В зависимости от вида вносимых продуктов и специй вырабатывают следующий ассортимент плавленых сыров: сыр плавленый с ветчиной; сыр плавленый с копченой колбасой; сыр плавленый острый с перцем; сыр плавленый со специями (тмином, донником и прочими); сыр плавленый с томатным соусом.

Каждый вид плавленого сыра этой группы имеет специфический вкус, обусловленный вкусом и запахом компонентов, входящих в его состав.

Все эти сыры вырабатывают из зрелых натуральных сыров, обладающих хорошим вкусом и запахом, с добавлением в смесь свежего сыра из обезжиренного молока, а также сливочного масла.

В качестве сырья применяют главным образом сыры с низким вторым нагреванием: голландский, пошехонский, ярославский, костромской и другие.

В качестве специй используют перец, тмин, укроп, сельдерей, майоран, а также томатопродукты (томатный сок, томат-пюре, томат-пасту) и др. В плавленые сыры вводят главным образом несоленую томат-пасту, как более концентрированный продукт с содержанием сухих веществ от 20 до 40%. Состав сыров данной группы представлен в табл. 4.20.

4.20. Состав плавленых сыров со специями и наполнителями, %

Сыр	Жир в сухом веществе, не менее	Влага, не более	Хлорид натрия
С копчеными мясопродуктами	45	50	3,0
Острый с перцем, со специями	40	52	3,0
С томатным соусом	30	58	2,5
Копченый с перцем	30	55	3,0
Копченый с дрожжами	30	55	3,0

Ломтевые плавленые сыры, в том числе сладкие, упаковывают:

- в фольгу алюминиевую – секторы и бруски прямоугольные;
- в пленки полимерные газопаронепроницаемые (полиамидные, полиолефиновые и др.) – батоны, батончики, ломтики;

- в стаканчики и коробочки из полимерных или комбинированных материалов.

Ломтевые плавленые сыры, подвергнутые копчению, упаковывают в оболочки «Амисмок» и упаковки на основе целлофана, пергамента, белкозина, кутизина и других газопаропроницаемых пленок, с защитным покрытием из сплава на основе углеводородов и других составов, создающих герметизацию упаковки.

Сыры плавленые пастообразные, в том числе сливочные

В группу пастообразных входят такие сыры: «Дружба», «Волна», «Лето», рокфор, кисломолочный, зеленый, московский (в тубах), мягкий (в тубах), с томатом (в тубах).

Отличительная особенность всей группы – нежная консистенция, приближающаяся к консистенции сливочного масла. Такая консистенция дает возможность использовать их для бутербродов в любых условиях.

Нежная, мажущая консистенция зависит не только от химического состава, но и от технологических особенностей процесса производства. К таким особенностям относятся: подбор зрелого сырья с большим количеством растворимого белка и смеси солей-плавителей, что дает возможность получить более мягкую структуру теста, использование в качестве компонентов сливок, сметаны и значительного количества сливочного масла; обеспечение хорошего эмульгирования жира благодаря введению предварительно созревших с солями-плавителями сыров из обезжиренного молока; применение сухого молока и сгущенной сыворотки; повышение температуры плавления.

Сырье для пастообразных сыров – натуральные сычужные сыры полной зрелости с хорошим вкусом и запахом, быстросозревающий сыр, зеленый сыр, брынза, творог, масло коровье, сливки натуральные или сухие, сметана, сгущенная подсырная сыворотка, сухое или сгущенное обезжиренное молоко и пахта, вкусовые наполнители в виде копченой рыбы, а также различные пряности: порошок донника, томат-паста, экстракт укропа, перец и др.

Вырабатывают 3 типа пастообразных сыров: из сычужных зрелых сыров без специй или со специями; из быстросозревающего сыра с добавлением к нему от 30 до 50% различных сычужных зрелых сыров с хорошо выраженным вкусом, а также специй; из сычужных зрелых сыров с добавлением сметаны, сухих и натуральных сливок и сливочного масла.

Для сыров «Дружба», «Лето» и «Волна» применяют зрелые крупные сыры в сочетании со зрелыми мелкими сычужными сырами в количестве 45%. Остальное количество сырья приходится на сливки, сметану, сливочное масло. Для хорошего эмульгирования жира применяют сыр из обезжиренного молока в количестве 7–10%. Благодаря такому составу сырья и раздельному способу плавления сырная масса в горячем состоянии становится жидкой, подвижной, легко фильтрующейся. В производстве плавленых пастообразных сыров «Дружба» и «Лето» в качестве сырья из крупных сыров используют советский или швейцарский сыры, а из мелких – ярославский и степной в соотношении 1:1, но не более 50% общего количества смеси.

Сыр плавленый «Волна» вырабатывают из смеси зрелых сыров голландского и степного с мягким сыром калининским. На приготовление смеси расходуется 30% (к общей закладке) твердых сыров и 20% мягкого сыра. Остальные компоненты смеси те же, что и для сыров «Дружба» и «Лето». По технологии сыр «Волна» не отличается от сыров «Дружба» и «Лето». Состав сыров данной группы представлен в табл. 4.21.

4.21. Состав плавленых пастообразных сыров , %

Сыр	Жир в сухом веществе, не менее	Влага, не более	Хлорид натрия
Угличский сливочный	60	50	2,0
Невский сливочный	60	50	2,0
Янтарь	60	52	1,2
Коралл	60	52	2,0
Дружба	55	52	2,0
Волна	55	52	2,0
Лето	55	52	2,0
Рокфор	50	53	3,5
Кисломолочный	45	55	2,0
С луком	50	58	3,0
Московский	55	58	3,0
Мягкий	55	58	2,5

Сыры плавленые сладкие пластические

Плавленый сыр с обязательным содержанием сахарозы и/или подсластителей называется сладким. В эту группу сыров входят шоколадный, кофейный и фруктовый сыры.

Сыры плавленые сладкие изготовляют из свежевыработанного творога жирного или обезжиренного, сливочного масла, сахара и вкусовых наполнителей. Горячую сырную массу гомогенизируют или добавляют стабилизаторы: агар-агар, желатин или др. Плавленый сыр негомогенизированный имеет очень слабую структуру и не застывает. Для получения более плотной консистенции вводят сычужные жирные сыры, а для повышения количества сухих веществ – сухое молоко или сливки. По содержанию сухих веществ (65–70%) – это сыр-концентрат, содержащий белок, жир, сахар и такие ценные наполнители, как какао, натуральный кофе и др.

Сладкие сыры можно использовать для приготовления горячих напитков, таких, как какао и кофе, растворяя сыр в кипятке.

Сыры плавленые сладкие в зависимости от содержания сахара могут быть консервированными с добавлением 30% сахара или неконсервированными с содержанием 25–20% сахара и 50% влаги. Последние менее стойки при хранении, поэтому они не получили широкого распространения.

При производстве всех видов сладких сыров применяют большое количество творога – 30–40%. Качество его и обработка являются решающими факторами, поэтому творог должен быть свежим, с низкой кислотностью и чистым вкусом.

Сыр плавленый шоколадный имеет в своем составе 6% какао-порошка. Органолептические показатели шоколадного сыра: вкус сладкий, с выраженным вкусом и запахом какао; тесто нежное, пластичное, слегка мажущееся, однородное по всей массе сыра; цвет – от светло-шоколадного до коричневого; рисунок отсутствует, не должно быть и пустот в монолите. После снятия фольги сыр имеет нормальную влажную глянцевую поверхность без подсохших участков.

Отдельные предприятия вырабатывают шоколадный плавленый сыр с добавлением грецких орехов, которые повышают калорийность и улучшают вкус сыра.

Сыр кофейный вырабатывают так же, как и шоколадный, только заменяют какао быстрорастворимым кофе, который вносят в виде порошка в количестве 2% к общей массе. Вкус кофейного сыра – сладкий, с хорошо выраженным вкусом и ароматом натурального кофе; цвет – светло-коричневый, равномерный по всей массе сыра. По консистенции, рисунку, внешнему виду сыр не отличается от шоколадного. В процессе его производства целесообразно применять гомогенизацию горячей сырной массы.

Сыр сладкий фруктовый требует особой тщательности при изготовлении. Если в производстве сладких сыров – шоколадного и кофейного – применяют сухие компоненты (какао, кофе, сухие сливки, сухое молоко), а консистенцию сыра обеспечивают введением стабилизатора, то при выработке фруктового сыра эти приемы недопустимы. Поэтому в качестве вкусовых наполнителей применяют эссенции или сухофрукты. Натуральные соки благодаря кислой реакции способствуют коагуляции белка, поэтому их вводят в очень ограниченном количестве (0,2–0,5%). Чаще всего прибавляют сок лимона. Хорошим наполнителем является курага (сушеные абрикосы без косточки, разрезанные пополам). Расфасовывают горячий сыр на автоматах в пакеты из алюминиевой фольги или стаканчики.

Органолептические показатели: вкус фруктового сыра – сладкий, слегка кисловатый, с выраженным вкусом и ароматом лимона, апельсина и других фруктов и ягод; тесто нежное, пластичное, слегка мажущееся; цвет – светло-кремовый однородный, или зависящий от вкусовых наполнителей; вид на разрезе – рисунок отсутствует, а у сыра с сухофруктами видны кусочки фруктов. Характеристика сыров данной группы представлена в табл. 4.22.

4.22. Состав плавленых сладких пластических сыров, %

Сыр	Жир в сухом веществе, не менее	Влага, не более	Сахара, не менее
Омичка	50	40	16
Шоколадный	30	35	25
Кофейный	30	35	25
Фруктовый	30	35	25
С орехами	17	40	30

Консервные плавленые сыры

К консервным плавленым сырам относятся: сыр стерилизованный, пастеризованный с 50% жирностью и пастеризованный с ветчиной. Они очень стойкие при хранении и поэтому предназначаются для населения отдаленных районов, а также для моряков, геологов, туристов и др. Основная задача консервирования сыра – уничтожение большинства бактерий, ограничение развития остаточной микрофлоры и разрушение ферментов. Эти сыры приобретают стойкость и сохраняют питательные и вкусовые свойства в результате особой технологии производства.

Консервные сыры вырабатывают из отборного натурального сыра, не имеющего признаков маслянокислого брожения. Сыр низкожирный, применяемый для стандартизации, и сливочное масло должны быть также высокого качества. В микрофлоре масла и сыра не допускаются газообразующие и маслянокислые бактерии.

Лучшим сырьем, отвечающим указанным требованиям, являются высшие сорта сыров – российский, чеддер, советский в смеси с отборными сырами ярославским, голландским, костромским, пошехонским.

Характеристика сыров данной группы представлена в табл. 4.23.

4.23. Состав консервных плавленых сыров, %

Сыр	Жир в сухом веществе, не менее	Влага, не более	Хлорид натрия
Стерилизованный	50	44	2,5
Пастеризованный	50	48	2,5
Пастеризованный с ветчиной	50	48	2,5

Сыры плавленые к обеду

Для выработки сыров к обеду используют следующие виды ароматизаторов и вкусовых наполнителей: томатный соус, репчатый лук (свежий и сушеный), белые сухие грибы, молотую гвоздику. Состав плавленых сыров к обеду представлен в табл. 4.24.

4.24. Состав плавленых сыров к обеду, %

Сыр	Жир в сухом веществе, не менее	Влага, не более	Хлорид натрия
С грибами для супа блочный	55	48	3,0
С луком для супа	55	48	3,0
С луком для супа блочный	55	48	3,0
Для овощных блюд	50	58	2,5
Для макаронных блюд	50	58	2,5
С белыми грибами	50	58	2,5

Сыр плавленый закусочный

Относится к сырам, приготовленным на растительной жировой основе вместо сливочного масла.

Для изготовления сыра плавленого закусочного применяют белковые продукты из обезжиренного молока и пахты, брынзу жирную, сыры рассольные и гидрожирсаломас растительный пищевой рафинированный. Температура плавления саломаса должна быть 28–33 °С.

Сыр плавленый закусочный вырабатывают только 30% жирности в сухом веществе. Расфасовывают готовый продукт на автоматах с упаковкой в алюминиевую лакированную фольгу.

Органолептические показатели сыра закусочного: вкус острый, сырный, слегка кисловатый, свойственный сырам, а для сыров со специями – выраженный вкус и запах внесенных специй; тесто мягкое, связное, без крупинок; цвет – от слабо-желтого до желтого, однородный по всей массе сыра; вид на разрезе – рисунок отсутствует или имеется незначительное количество воздушных пустот; внешний вид – брусок сыра, плотно завернутый в фольгу.

Контрольные вопросы

1. К какой группе сыров относят плавленые сыры?
2. Охарактеризуйте ассортимент плавленых сыров.
3. Какие вы знаете общие операции технологического процесса производства плавленых сыров?
4. Какое сырье используют в производстве плавленых сыров?
5. Назначение и порядок использования солей-плавителей в производстве плавленых сыров.
6. В чем состоят технологические особенности производства плавленых сыров различных групп?

Лабораторные работы

Работа 1. Исследование сыропригодности молока

Содержание работы

Определение сыропригодности молока по свертываемости его сычужным ферментом и наличию соматических клеток.

Одно из основных требований, предъявляемых к молоку для производства сыра – способность свертываться под действием сычужного фермента. Свертываемость молока под действием сычужного фермента зависит от многих факторов: лактационного периода, корма и режима кормления, породы, времени года, состава молока, температуры и т. д. Если молоко под действием сычужного фермента плохо свертывается, то из такого молока образуется непрочный сгусток, сырная масса будет медленно обезвоживаться, процесс выработки сыра удлинится и сыр получится низкого качества. Поэтому определение сыропригодности молока по сычужной пробе – обязательное условие в сыроделии.

По сычужной пробе молоко делится на три типа:

I – продолжительность свертывания менее 600 с, свертываемость молока хорошая;

II – свертывание происходит через 600–900 с, свертываемость молока нормальная;

III – продолжительность свертывания более 900 с или молоко совсем не свертывается, слабая свертываемость (молоко «вялое»).

В сыроделии предусматривается контроль молока на маститит по содержанию соматических клеток. В молоке, предназначенном для производства сыра, количество соматических клеток не должно превышать 300 тыс. в 1 $см^3$ молока. Если примесь маститного молока в сборном молоке превысит вышеуказанную норму, то сгусток при внесении в молоко сычужного фермента будет дряблым или вообще не образуется; биохимические и микробиологические процессы при созревании замедлятся и сыры получатся с пороками вкуса, консистенции и рисунка.

Высокие требования в сыроделии предъявляются к органолептическим, физико-химическим и гигиеническим показателям. На производство сыра должно использоваться молоко с показателями высшего сорта по ГОСТ Р 52054.

Оборудование, приборы и материалы

Для работы используют ультратермостат или водяную баню, секундомер, аппаратуру и реактивы для определения кислотности, вискозиметр «Соматос», молоко сырое.

Методы исследований

Титруемую кислотность определяют титрованием в градусах Тернера, сыропригодность – по свертываемости сычужным ферментом и наличию соматических клеток.

1. Методика проведения сычужной пробы

В две пробирки вместимостью 40 $см^3$ наливают по 10 мл исследуемого молока, нагретого до температуры свертывания 34–36 °С, добавляют по 2 мл 0,03% раствора сычужного фермента, тщательно перемешивают и помещают в термостат или водяную баню с температурой 35 °С.

Через каждые 2–3 мин с начала эксперимента пробирки слегка наклоняют, чтобы определить начало свертывания молока. Окончание свертывания устанавливают по моменту образования сгустка. В зависимости от продолжения свертывания определяют группу молока:

I группа (до 600 с) – быстросвертывающееся;

II группа (от 600 до 900 с) – нормально свертывающееся;

III группа (более 900 с) – медленно свертывающееся.

2. Методика определения соматических клеток

Методика определения соматических клеток на приборе «Соматос» заключается в определении времени истечения смеси молока с препаратом «мастоприм» через калибровочное отверстие и пересчете времени истечения на число соматических клеток. Для проведения анализа используют прибор «Соматос». Анализ начинают с подготовки прибора к работе, для этого включают вискозиметр в электросеть и прогревают 60 с. Нажимают кнопку «подготовка». После поворота блока смесителя в колбу вискозиметра вносят пипеткой 5 $см^3$ 3,5%-ного раствора препарата «мастоприм» и 10 $см^3$ исследуемого молока. Нажимают на кнопку «работа». Блок смесителя в автоматическом режиме перемешивает смесь молока с препаратом «мастоприм», после чего открывается калибровочное отверстие и начинается истечение смеси. При этом на экране прибора высвечивается время истечения в секундах, после переключения на экране высвечивается показатель – количество соматических клеток в 1 $см^3$ молока. После проведения анализа осуществляют санитарную обработку прибора.

Выполнение работы

Определяют группу молока по свертываемости сычужным ферментом, фиксируя время свертывания, и определяют количество соматических клеток.

Оформление работы

Дать характеристику групп молока по сыропригодности. Описать порядок выполнения работы. Сформулировать вывод о проведенной работе.

Работа 2. Изучение технологии мягких сычужных сыров

Содержание работы

Выработать 1–2 вида мягких сыров, ознакомиться с особенностями обработки сгустка, формования и прессования.

Оборудование, приборы и материалы

Сырные ванны, сырные формы, столы для прессования, аппаратура и реактивы для определения содержания влаги, жира, белка в сыре и кислотности молока. Молоко охлажденное, пастеризованное цельное и обезжиренное, сливки, закваска на обезжиренном молоке, сычужный фермент, 40%-ный раствор $CaCl_2$.

Методы исследования

Содержание жира определяют кислотным методом Гербера; содержание белка – методом формольного титрования; титруемую кислотность – титрованием, в °Т; pH – потенциометрическим методом или на автоматическом анализаторе «Клевер», «Лактан» и др. Содержание влаги в сыре определяют высушиванием.

Порядок выполнения работы

Работу начинают с подготовки сыродельных ванн, форм, столов для прессования. Все тщательно моют, дезинфицируют и проводят сборку разъемных узлов.

Подготовка молока. Определяют содержание жира, белка, кислотность молока. Рассчитывают жирность нормализованного молока, проводят нормализацию. В нормализованном молоке определяют содержание жира, белка, кислотность.

Свертывание молока. Температура и продолжительность свертывания, степень зрелости и количество бактериальной закваски указаны в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Вид сыра	
	останкинский	любительский
Кислотность молока перед свертыванием, °Т	21–22	20–22
Количество закваски, %	0,7–2,0	1,5–3,5
Температура свертывания, °С	29–32	29–32
Продолжительность свертывания, т, мин	40–60	45–50
Размер зерна после постановки, мм	20	15
Продолжительность вымешивания, мин	30–45	40–60

Молоко нагревают до температуры свертывания, вносят бактериальную закваску, 10–40 г $CaC1_2$ на 100 л молока в виде 40%-ного раствора. Проводят сычужную пробу. Рассчитывают количество сычужного фермента, задаваясь продолжительностью свертывания.

Пример. В ванне находится $m_м$ кг молока. Показание сычужной пробы 2,3. Заданное время свертывания τ. Количество сычужного фермента рассчитывается по формуле:

$$m_ф = \frac{2{,}3 \cdot m_м \cdot \tau}{100 \cdot 30},$$

$m_ф$ – масса сычужного фермента, г;

Вносят рассчитанное количество сычужного фермента, предварительно растворив его в пастеризованной воде, охлажденной до 30–35 °С.

Обработка сгустка. Готовый сгусток разрезают на кубики размером 15–20 мм, вымешивают 15–20 мин, затем оставляют в покое и сливают 30% сыворотки.

Уплотнившийся после выдержки сгусток вымешивают в течение 15 мин, откачивают еще 20–25% сыворотки и выливают в формы, формуют любительский сыр в цилиндрических металлических формах, имеющих диаметр 130–150 мм.

Перед заполнением сгустком формы устанавливают на поддоны, выстланные фильтрующей тканью, обеспечивающей свободное стекание сыворотки и предупреждающей потери малых частиц сгустка.

Самопрессование. После заполнения форм сыры подвергают самопрессованию. Самопрессование производят в помещении с температурой не выше 18–20 °С. Чтобы ускорить обезвоживание сырной массы во время самопрессования и получить сыр правильной формы, его переворачивают. Первое переворачивание производят через 0,5–1 ч после розлива сгустка, второе – через 1,5–2 ч после первого и третье – через 2–3 ч после второго. Длительность самопрессования 8 ч. К концу самопрессования выделение сыворотки прекращается.

Посолка сыра. Сыр солят в рассоле с концентрацией 18–22% и температурой 12–14 °С в течение 1,5–3 ч.

Оформление работы

Составляют схему технологических процессов с указанием режимов. Описывают технологические особенности производства мягких сыров. Описывают порядок выполнения работы, заполняют технологический журнал.

Работа 3. Изучение технологии плавленого сыра

Содержание работы

Ознакомление с основными технологическими процессами производства плавленых сыров: подготовкой сырья, составлением смеси сыра, созреванием сырной массы, плавлением сыра, расфасовкой и охлаждением плавленого сыра.

Оборудование, приборы, материалы

Плавильный котел или ковши для плавления сыра, водяная баня, волчок или терка, лопатки для перемешивания сырной массы, формочки для сыра, весы технические, фольга алюминиевая, термометр.

Аппаратура и реактивы для измерения pH, содержания жира, влаги, два вида натурального сыра различной зрелости с одинаковым содержанием жира в сухом веществе, двузамещенный фосфорнокислый натрий или триполифосфат натрия.

Методы исследования

Содержание влаги в натуральном и плавленом сырах определяют высушиванием; содержание жира – кислотным методом Гербера в молочном жиромере; кислотность – потенциометрическим методом.

Порядок выполнения работы

Образцы натурального сыра, предназначенные для плавления, зачищают от корки, измельчают, отбирают пробы для определения pH, содержания влаги и жира и проводят органолептическую оценку.

Для составления смеси сыров, задаваясь количеством смеси и ее кислотностью, рассчитывают количество зрелого и незрелого сыра по формулам:

$$m_1 = \frac{m_{см}(pH_2 - pH_{см})}{(pH_2 - pH_1)}, \quad m_2 = \frac{m_{см}(pH_2 - pH_1)}{(pH_2 - pH_1)},$$

где m_1 – масса незрелого сыра, кг; m_2 – масса зрелого сыра, кг; $m_{см}$ – масса смеси, кг; pH_1 – значение pH для незрелого сыра; pH_2 – значение pH для зрелого сыра; $pH_{см}$ – значение pH для смеси сыров.

После расчета сыры смешивают. Необходимое количество воды, добавляемой с целью получения стандартного по влаге плавленого сыра, определяют по формуле:

$$m_в = \frac{m_{см} - B_{см}}{100 - B_{пл.с}},$$

где $m_в$ – масса добавленной воды, кг; $m_{см}$ – масса смеси сыров, кг; $B_{пл.с}$ – содержание влаги в плавленом сыре, %; $B_{см}$ – содержание влаги в смеси сыров, %.

Содержание влаги плавленого сыра (содержание влаги в смеси) определяют аналитически либо рассчитывают по формуле:

$$B_{пл.с} = \frac{m_1 \cdot B_1 + m_2 \cdot B_2}{m_{см}},$$

где B_1 – содержание влаги в первом образце сыра, %; B_2 – содержание влаги во втором образце сыра, %.

Рассчитанное количество воды добавляют в смесь сыров или используют для приготовления раствора солей-плавителей. В случае

плавления сыра в открытых емкостях количество воды увеличивают на 2–3% от массы смеси с учетом ее испарения при плавлении.

Количество соли-плавителя должно составлять 1,5–2% безводной соли от массы смеси сыров.

Расчет количества соли-плавителя осуществляют по формуле:

$$m_c = \frac{m_{см} \cdot Д_c}{C_c},$$

где m_c – масса соли-плавителя, кг; $Д_c$ – доза безводной соли, %; C_c – содержание сухих веществ в соли, %.

Рассчитанное количество соли-плавителя растворяют в воде и полученный раствор вносят в смесь сыров. После этого смесь выдерживают для созревания при комнатной температуре не более одного часа.

Проводят плавление сыра, отмечая визуально через каждые 5 °С изменение вязкости сырной массы и состояние жировой фракции сыра. По достижении температуры 35–40 °С сырную массу интенсивно перемешивают. Плавление заканчивают при 80–85 °С. Расплавленную сырную массу разливают по подготовленным формам. После этого сыры охлаждают в холодильнике до 10 °С.

Часть расплавленной массы используют для анализов на содержание влаги, жира и pH. Готовый сыр оценивают на вкус и запах, консистенцию и цвет. В процессе работы заполняют табл. 1, 2 и 3.

Таблица 1

Вид сырья	Количество, кг	pH	Содержание, %		Органолептические показатели	
			жира	влаги	вкус и запах	консистенция

Таблица 2

Содержание в плавленом сыре		pH	Органолептические показатели плавленого сыра		
жира	влаги		вкус и запах	цвет	консистенция

Таблица 3

Температура, °С	Время от начала плавления, мин	Характеристика сырной массы	Состояние жировой фазы

При заполнении табл. 3, составляя характеристику сырной массы, необходимо отметить ее вязкость, гомогенность, наблюдаемые изменения белковой фракции сыра. В последней графе отмечают температуру,

при которой начинается выделение свободного жира, характеризуют процесс эмульгирования жира, равномерность его распределения.

Оформление работы

Составляют схему технологических процессов производства плавленого сыра. Выполняют расчеты, заполняют таблицы.

Делают заключение о влиянии состояния жировой фазы сыра и температуры сырной массы на ее вязкость. Отмечают, при какой температуре начинается выделение жира и как изменяется состояние белковой фракции сыра при его плавлении.

Приложение 1

Норма расхода смеси на 1 тонну зрелого сыра

Рассчитаны по формуле:

$$P = \frac{Ж \cdot (100 - В) \cdot К \cdot 0{,}01 \cdot (1 + 0{,}01 \cdot О_ж)}{Ж_{см} \cdot [(1 - 0{,}10) \cdot П + О_ж)]},$$

где P – норма расхода смеси на 1 т зрелого сыра, т; Ж – норматив массовой доли жира в сухом веществе зрелого сыра, %; В – норматив массовой доли влаги в зрелом сыре, %; К – поправочный коэффициент на результат анализа пробы сыра, взятой щупом (для твердых корковых сыров – 1,063; для бескорковых – 1,025, для мягких – 1,0); $О_т$ – норма отхода сырной массы, % от выработанного сыра; $Ж_{см}$ – массовая доля жира в смеси, %; П – норматив технологических потерь жира, % от количества жира в переработанной смеси по всему циклу производства сыра; $О_ж$ – норматив отхода жира в сыворотку, % от количества жира в переработанной смеси.

Норма отхода жира в сыворотку в пределах каждого вида сыра при нормальном технологическом режиме является одинаковой для всех градаций жирности смеси.

На основании установленной нормы отхода жира в сыворотку рассчитаны нормы массовой доли жира в сыворотке по формуле:

$$Ж_{сыв} = \frac{О_ж \cdot Ж_{см} \cdot Ж_с}{100 \cdot Ж_с - Ж_{см}(100 - О_ж)},$$

где $Ж_{сыв}$ – норматив массовой доли жира в сыворотке, %; $О_ж$ – норматив отхода жира в сыворотку, % от количества жира в переработанной смеси; $Ж_с$ – норматив массовой доли жира в сыре, %; $Ж_{см}$ – массовая доля жира в смеси, %.

Абсолютное содержание жира в сыре рассчитывается по формуле:

$$Ж_с = Ж \cdot (100 - В) \cdot К \cdot 0{,}01,$$

где Ж – норматив массовой доли жира в сухом веществе зрелого сыра, %; В – норматив массовой доли влаги в зрелом сыре, %; К – поправочный коэффициент на результат анализа пробы сыра, взятой щупом.

Приложение 2

Показатели, используемые при расчете норм расхода молока на 1 т сыра

Вид сыра	Показатели					
	Массовая доля жира в сухом веществе зрелого сыра, %	Массовая доля влаги в зрелом сыре, %	Отход жира в сыворотку, %	Отход сырной массы, % от веса вырабатываемого сыра	Потери жира, %	Норма естественной убыли в процессе созревания, %
Советский	51,0	37,0	11,3	0,5	4,0	9,0
Голландский	46,0	40,0	9,8	0,5	3,6	10,0
Российский	51,0	40,0	9,8	0,5	3,7	7,0
Рокфор	51,0	44,0	9,2	–	10,0	12,0
Кубанский	51,0	37,0	11,6	0,5	4,0	9,0
Степной	46,0	40,5	10,7	0,5	3,6	11,0
Смоленский	46,0	45,0	9,4	–	10,4	12,5
Швейцарский	51,0	36,0	16,0	–	4,8	11,5
Угличский	46,0	41,5	1073	–	5,4	11,0
Ярославский	46,0	40,0	11,4	0,5	4,0	10,0
Костромской	46	41,0	10,4	0,5	3,6	10,5

Глава 5. Технология молочных консервов

Введение

Молочноконсервная отрасль – одна из молодых отраслей молочной промышленности. За рубежом она сформировалась в первой половине XIX в., а в России – в конце XIX – начале XX вв.

Простейшие способы консервирования молока были известны еще в далеком прошлом. Монголы готовили молочный порошок еще в XIII в. Кобылье молоко они наливали тонким слоем на растянутые шкуры животных и сушили его на солнце. В России, особенно в Сибири и на Севере, издавна для сохранения молока использовали замораживание. В 1810 г. французским кулинаром и кондитером Аппером в работе «Об искусстве сохранения животных и растительных веществ» были изложены основные принципы консервирования. В 1812 г. был основан Дом Аппера и этот год принято считать годом рождения консервной отрасли пищевой промышленности. Первая технологическая схема производства молочных консервов, предложенная Аппером, предполагала сгущение молока в широких котлах при атмосферном давлении, укупоривание его в широкогорлые бутылки и кипячение в течение 2 ч. К 1820 г. в Англии появилась жестяная консервная тара. В 1826 г. Мальбеком и Ундервудом (США) было предложено в молоко для консервирования добавлять сахар. Параллельно в США и Европе проводились работы по исследованию сушки молока. В 1856 г. С. Перси был выдан патент на распылительную сушку жидких растворов. В 1867 г. появилось сообщение о производстве сухого молока с толченым сахаром. В том же году был опубликован способ получения молочного порошка путем выпаривания молока в металлическом сосуде под вакуумом. Гейл Борден (США) в 1856 г. разработал и внедрил в производство

вакуум-выпарной аппарат. Впервые процесс производства сухого молока был разработан в 1883 г., а на рынок США оно поступило в 1887 г.

В России в трудах ИВЭО в 1792 г. была опубликована статья Ивана Эриха «Уведомление о естественной млечной муке», а в 1802 г. в тех же трудах штаб-лекарь при Нерчинских заводах Осип Кричевский опубликовал статью «О сухом молоке, или молочном порошке». Сушка вымораживанием и теплом была известна в России намного раньше, чем в США, Англии и Дании. Так, в «Технологическом журнале» Российской академии наук за 1808 г. Кихгоф опубликовал статью «О сбережении молока и яиц на долгое время путем совершенного выпаривания воды».

Промышленное производство сгущенного молока с сахаром и сухого молока было организовано в России в конце XIX и начале XX вв. Производилось оно на небольших полукустарных предприятиях вблизи Оренбурга, Смоленска, Вологды и в Украине. Недалеко от Оренбурга был построен и пущен в 1881 г. первый завод по выпуску стерилизованного молока кобылиц. Этот год считается годом рождения отечественной молочноконсервной отрасли. Затем были построены и введены в эксплуатацию еще два завода по производству сгущенного молока с сахаром – в Вологодской и Смоленской областях, а позднее – в Украине. В настоящее время молочноконсервная отрасль представлена почти 100 предприятиями мощностью от 2,5 т консервов в смену и выше, а также цехами городских молочных заводов, маслозаводов и других предприятий.

С 1990 по 2000 гг. произошло снижение производства всех видов консервов. Производство сухого обезжиренного молока снизилось в 4 раза, сухого цельного молока, сгущенного молока с сахаром и стерилизованного – в 2 раза. Производство заменителей цельного и обезжиренного молока практически отсутствовало и сейчас возрождается заново. Причиной возникшей ситуации является резкое снижение объемов производства молока в сельском хозяйстве России, ухудшение его качества, замена старого оборудования на новое, высокая стоимость энергоносителей. Пути развития молочноконсервной отрасли в XXI в. предполагают совершенствование техники и технологии классических молочных консервов, создание принципиально новых видов молочных консервов с функциональными свойствами, включая немолочные ингредиенты, на базе модернизации действующего оборудования и повышение качества молочного сырья.

Производство молочных консервов позволяет решить ряд важнейших производственных и социально-экономических задач; сгладить сезонность производства молока; повысить транспортабельность молочного сырья; обеспечить молочными продуктами население, не получающее натуральное молоко по географическим, климатическим и дру-

гим причинам; создать государственный резерв продовольствия на случаи чрезвычайных ситуаций; обеспечить полноценным питанием спецконтингент (космонавтов, моряков-подводников, геологов и д.р.); рационально использовать производственные и трудовые ресурсы и т. д.

Молочные консервы – это продукты длительного хранения. По определению проф. И.А. Радаевой (ВНИМИ), понятие «молочные консервы» включает продукты из натурального молока или молока и пищевых наполнителей (компонентов), которые в результате специальной обработки (стерилизации, высушивания, сгущения, добавления осмотически деятельных веществ и др.) и упаковки могут длительное время сохранять свои свойства без изменений. Проф. Л.В. Чекулаева (ВМХА им. Н.В. Верещагина) называет продуктами консервирования молока, молочного сырья специально обработанное молоко, сливки, обезжиренное молоко, пахту, сыворотку, которые способны длительное время храниться без порчи, удобны для упаковывания, фасования, дальних перевозок и при этом высокопитательны, при растворении в воде легко восстанавливаются до исходного состояния.

Согласно ГОСТ 51917 «Продукты молочные и молокосодержащие. Термины и определения», консервированным молочным или молокосодержащим продуктом называется продукт, при производстве которого применяют принципы консервирования: абиоз; осмоанабиоз; ксероанабиоз с последующим упаковыванием готового продукта в тару, ограничивающую или исключающую доступ посторонней микрофлоры.

В зависимости от способов обработки, в соответствии с ГОСТ 51917, для консервов введены следующие понятия:

стерилизованный молочный (молокосодержащий) продукт – это продукт, подвергнутый термообработке при температуре выше 100 °С и выдержке, обеспечивающим получение продукта, отвечающего требованиям промышленной стерильности;

концентрированный молочный (молокосодержащий) продукт – это продукт, из которого удалена влага до значений массовой доли сухих веществ от 20,0 до 30,0%;

сгущенный молочный (молокосодержащий) продукт – это продукт, из которого удалена влага до значений массовой доли сухих веществ от 35,0 до 80,0%;

сухой молочный (молокосодержащий) продукт – это продукт, из которого удалена влага до значений массовой доли сухих веществ 90,0% и более;

сублимированный молочный (молокосодержащий) продукт – это продукт, из которого удалена влага методом сублимации до значений массовой доли сухих веществ 96,0% и более.

Ассортимент молочных консервов характеризуется способом консервирования, составом продукта, назначением и т. д. Все виды молочных консервов принято делить на три основные группы: сгущенные молочные консервы с сахаром; стерилизованные молочные консервы; сухие молочные консервы, которые внутри подразделяются на виды. Подробная характеристика ассортимента молочных консервов представлена в приложении 1.

Для маркировки молочных консервов с учетом их вида разработаны ассортиментные номера, представленные в приложении 2.

Теоретические основы и способы консервирования молочных продуктов

В основу консервирования положено прекращение жизнедеятельности микроорганизмов, которые могут вызывать порчу продуктов, или приостановление биохимических процессов под действием эндогенных и экзогенных ферментов.

Согласно классификации Никитинского, все методы консервирования основаны на трех принципах: биозе, анабиозе и абиозе.

Биоз – это сохранение в сырье и продукте микроорганизмов, которые препятствуют его порче, а также использование естественного иммунитета сырья, например, бактерицидной фазы молока. Явление биоза используется для сохранения бактерицидных свойств молока путем быстрого и глубокого охлаждения сразу после дойки, а также как система мер технологического порядка при приемке и промежуточном резервировании молока.

Анабиоз – это приостановление жизнедеятельности микроорганизмов, ферментов в сырье и продуктах.

Абиоз – это полное прекращение всех жизненных процессов в сырье и продукте.

Анабиоз по способу приостановления жизнедеятельности микроорганизмов разделяют на *термоанабиоз*, *ксероанабиоз*, *осмоанабиоз*, *наркоанабиоз* и *ценоанабиоз*.

Термоанабиоз – приостановление жизнедеятельности микроорганизмов под воздействием температуры. В зависимости от режимов температурного воздействия различают психроанабиоз и криоанабиоз.

Психроанабиоз – это приостановление всех биологических и физико-химических процессов в молочном сырье и продуктах путем их охлаждения до температуры от 0 до 10 °С. Умеренный холод снижает биологическую и биохимическую активность микрофлоры ферментов. Психроанабиоз в производстве используется при промежуточном резервировании сырья и полуфабрикатов.

Криоанабиоз – замораживание до температуры в диапазоне от минус 12 °С до минус 25 °С. При замораживании молока и молочных продуктов происходят более глубокие изменения молочного сырья и про-

дуктов, чем при охлаждении, однако замораживание получило широкое распространение при хранении молока, сливок, творога и творожных изделий, десертов и сгущенного молока.

Ксероанабиоз – консервирование на основе удаления влаги из продукта путем его высушивания. Суть ксероанабиоза состоит в приостановлении всех микробиологических и ферментативных процессов путем удаления из продуктов свободной влаги до массовой доли 30–10,0%. Известно, что для нормального протекания биохимических и физиологических процессов бактериям необходимо 25–35% влаги. При массовой доли влаги в окружающей среде 3,0–6,0% вегетативные клетки микроорганизмов погибают в результате плазмолиза, а споры при этом сохраняют жизнедеятельность и при добавлении воды может начаться их развитие и размножение. Наиболее устойчивы к ксероанабиозу плесени – они хорошо развиваются и при остаточной влажности среды 15%.

Осмоанабиоз – консервирование с помощью повышения осмотического давления, которое достигается введением в продукт осмотически деятельных веществ, например, сахарозы.

Величина осмотического давления натурального молока зависит от его состава и в среднем составляет 0,726 МПа. Компоненты молока поразному влияют на величину осмотического давления: так, на долю молочного сахара приходится около 0,323 МПа, минеральных веществ – около 0,261 МПа, белки и жиры не влияют существенно на величину осмотического давления в молоке. Среднее значение осмотического давления в микробной клетке – 0,6 МПа. Для эффективного консервирования молочных продуктов необходимо обеспечить величину осмотического давления в нем около 13,5 МПа или 16–18 МПа в водной его части. Эта величина осмотического давления достигается при концентрации сахарозы 62,5–63,5% (так называемое сахарное число) и моносахаридов, например, глюкозы, – 35,0–36,0%.

Наркоанабиоз – воздействие на микроорганизмы углекислым газом или азотом. Этот метод консервирования широко используется в производстве сухих продуктов, которые упаковывают и хранят в среде азота или углекислого газа.

Ценоанабиоз – подавление жизнедеятельности вредной микрофлоры путем введения полезной и создания благоприятных условий для ее развития. Примером является производство кисломолочных продуктов, квашение и мочение овощей, фруктов, ягод.

Абиоз, или стерилизация, по принципу действия делится на *тепловую*, *лучевую*, *радиационную*, *механическую*, *химическую* и *биологическую* стерилизацию.

Тепловая стерилизация – это высокотемпературная обработка, в результате которой происходят необратимые изменения в цитоплазме микробных клеток, вызывающие их гибель, и инактивируются ферменты.

Лучевая стерилизация – применение излучения, обладающего бактерицидными свойствами. Бактерицидная область излучения находится в диапазоне волн длиной от 200 до 295 нм. Наиболее часто используется в молочной промышленности облучение ультрафиолетовыми лучами, в частности, для стерилизации внутренних поверхностей металлической тары, обеззараживания воздуха и поверхности стен в цехах фасования молочных консервов, стерилизации упаковочного материала при асептическом розливе молока.

Радиационная стерилизация – инактивация микроорганизмов и ферментов под действием ионизирующего гамма-излучения. Облучение молока интенсивностью 1 кДж/кг значительно уменьшает содержание микроорганизмов и способствует его сохранению при низких температурах. Однако при обработке молока гамма-излучением в нем появляются посторонние запахи и привкусы – происходит разложение аскорбиновой кислоты и быстрое окисление жира.

Механическая стерилизация – бактофугирование обеспечивает уничтожение 99,97% микроорганизмов, поэтому оно применяется в сочетании с пастеризацией. На эффект бактофугирования влияют температурные режимы операции. Если бактофугирование проводят при 30 °С, то эффект составляет 80%, а если при 65–75 °С – удаляется до 99,97% микроорганизмов.

Разновидностью механической стерилизации, которую часто называют холодной стерилизацией, является микрофильтрация. Микрофильтрация – это процесс выделения частиц размером от 0,1 до 10 мкм. Микрофильтрацию осуществляют при пропускании обезжиренного молочного сырья через полупроницаемую мембрану с размером пор около 10 мкм при давлении над мембраной 0,2–0,3 МПа и скорости потока 0,1–0,2 м/с. Микрофильтрация широко используется в микробиологии и фармакологии для отделения и разделения микроорганизмов и вирусов. В молочной промышленности микрофильтрация широко применяется в производстве питьевого молока с увеличенным сроком хранения, которое выпускается под товарным знаком *ISL-молоко*. Это молоко занимает промежуточное положение между пастеризованным и стерилизованным молоком, особенностью его производства является дополнительная обработка молока микрофильтрацией и пастеризация прямым нагревом паром.

Химическая стерилизация предусматривает использование антисептиков или антибиотиков.

Антисептики эффективно воздействуют на развитие плесеней и дрожжей. Антисептики должны быть безвредными для человека, не влиять на органолептику, не образовывать токсичные вещества, не изменять пищевую ценность продукта и не усложнять технологический процесс. К таким антисептикам относятся сорбиновая и бензойная кислоты и их натриевые и калиевые соли. В производстве сгущенных мо-

лочных консервов с сахаром эти антисептики эффективно подавляют развитие шоколадно-коричневой плесени. Например, сорбиновая кислота вносится в количестве 0,03% к массе продукта на стадии его охлаждения или в сахарный сироп.

Антибиотики в сочетании с тепловой обработкой эффективно действуют на спорообразующие бактерии, что позволяет осуществлять стерилизацию молока и молочных консервов при более мягких режимах. В производстве плавленых сыров, пастообразных плавленых продуктов, творожных изделий и десертов применение антибиотиков позволяет увеличить срок их хранения. Антибиотики, используемые в молочной промышленности, должны отвечать определенным требованиям: подавлять жизнедеятельность микроорганизмов при минимальных концентрациях; не влиять на органолептические свойства продукта; не образовывать токсических соединений и разрушаться в процессе производства или хранения; не усложнять технологический процесс. Наиболее часто в молочной промышленности используется низин, низиноприл и другие коммерческие препараты, разрешенные для использования. Низин относится к антибиотикам полипептидной группы, включающей грамицидин, бацитрацин, субтилин, линехифромин. Промышленное получение низина впервые было организовано в Англии, где его выпускают под товарной маркой «низаплин». Он состоит из 2,5% чистого низина и наполнителей – поваренной соли и β-лактоглобулина. Наполнители используют из-за чрезвычайной активности чистого низина, нестабильности его в растворе и сложности использования в чистом виде. Отечественный вариант антибиотика выпускается под товарной маркой «нирос».

Нетрадиционные способы консервирования

С развитием человеческого общества совершенствовались способы обработки продуктов питания, в том числе и способы их хранения. Современные достижения науки и техники позволили применять новые, нетрадиционные способы стерилизации, обеспечивающие высокий эффект стерилизации при минимальном воздействии на составные части молока. К их числу можно отнести мембранную, микроволновую, ультразвуковую стерилизацию, а также использование радиационной энергии и инфракрасного излучения; биологические методы стерилизации, бактериоцины и защитные культуры для биоконсервирования.

5.1. Основные процессы производства молочных консервов

Производство молочных консервов всех видов может быть представлено общей технологической схемой (рис. 5.1).

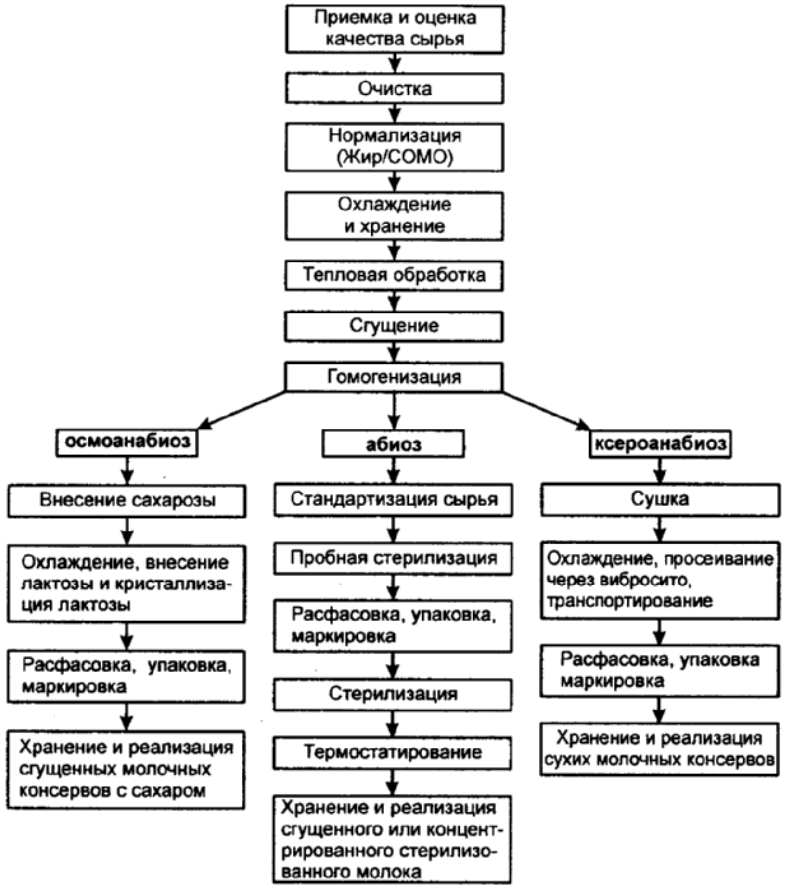


Рис. 5.1. Общая технологическая схема производства молочных консервов

Общими технологическими процессами производства молочных консервов являются:

- приемка молока, его очистка, охлаждение и резервирование;
- нормализация;
- тепловая обработка (пастеризация);
- сгущение;
- гомогенизация.

Далее технологический процесс имеет свою специфику для каждого вида молочных консервов (см. рис. 5.1).

Требования к качеству сырья и особенности его приемки

Сырьем для производства молочных консервов служит молочное сырье и углеводные препараты.

Молочное сырье: цельное молоко; обезжиренное молоко; сливки; пахта; сыворотка.

Углеводы и углеводные препараты: сахар-песок (ГОСТ 21); сахар-рафинад (ГОСТ 22); сахар молочный мелкокристаллический (лактоза); мука пшеничная I или II сорта (ГОСТ 26574); солод пивоваренный ячменный (ГОСТ 18-305), ржаной (ОСТ 18-218); агар пищевой (ГОСТ 16280); альгинат натрия (ТУ 15-544-83); крахмал (ОСТ 18-237-81) и пр.

Приемку сырья начинают с оценки качества и установления пригодности сырья для выработки молочных консервов. Приемка молока на молочноконсервных комбинатах осуществляется на основе органолептической оценки и результатов физико-химических и бактериологических анализов. Сырье должно соответствовать требованиям действующей технической документации на продукт.

Органолептическая оценка

Молоко не должно иметь пороков вкуса и запаха, в частности таких, которые обусловлены посторонними нелетучими веществами, так как при концентрации молока в несколько раз пороки молока будут усиливаться, а при длительном хранении молочных консервов – еще более усугубляться.

Физико-химический анализ

Проводят инспекцию молочных цистерн, обмывают водой, вскрывают и определяют: массовую долю сухих веществ и жира; кислотность; плотность; степень чистоты; температуру; алкогольную пробу.

Для стерилизованных молочных консервов дополнительно определяют термостойкость.

Систематически определяют: кислотность (в каждой емкости); массовую долю жира, сухих веществ и плотность (по средней пробе в партии); температуру (выборочно).

Периодически определяют чистоту поступающего сырья и редуктазную пробу.

Выборочно исследуют молоко, которое вызывает подозрение на фальсификацию, на примесь стародойного молока и молозива, а также полученное от больных коров.

После определения в молоке кислотности, плотности, степени чистоты, массовой доли сухих веществ и жира делается заключение о натуральности поступившего молока. Наиболее частыми случаями фальсификации молока является разбавление водой, добавление обезжиренного молока, снятие части сливок, двойная фальсификация (разбавление обезжиренным молоком и водой). По результатам исследований устанавливают характер фальсификации и принимают определенные меры.

Бактериологический анализ

Раз в декаду проводится редуктазная проба – косвенный показатель общей бактериальной обсемененности. Дополнительно в молочноконсервном производстве определяют содержание специфических микроорганизмов: микрококков, плесеней и дрожжей.

Дополнительные требования, предъявляемые к сырью в производстве консервов

При производстве молочных консервов к молоку предъявляются повышенные требования, так как скрытые дефекты или пороки сырого молока не только полностью сохраняются в готовых продуктах, но и усиливаются при сгущении в результате концентрации сухих веществ и удаления воды в 2,0–2,5 раза, а при высушивании – в 8–10 раз. Качество консервов при этом резко ухудшается. Многие исследователи подчеркивают, что хорошее качество сырого молока является наиболее важным условием производства стойких молочных консервов. Никакая обработка или переработка некачественного молока не позволяет получить высококачественные консервы.

Состав и свойства молока непостоянны и зависят от периода года, лактации, кормления, возраста, породы коров, климатических и географических условий. Наиболее существенно на качество молока влияет время года, так как в течение года резко изменяется структура и тип рационов кормления, условия содержания, обмена веществ в организме лактирующего животного, температура и влажность окружающего воздуха и пр. Идеальное молоко для производства консервов – сентябрьское, а самое худшее – весеннее. Зимой и осенью молоко имеет более жидкую консистенцию, а летом и весной – густую. Географические изменения: на молочноконсервные заводы Сибири поступает густое молоко с высоким содержанием кальция, для Северо-западного региона России и Прибалтики характерна жидкая консистенция молока. На качество консервов влияет практически каждый компонент молока. Термостойкость молока обусловлена, с одной стороны, солевым равновесием, а с другой – строением белковых молекул. Например, солевое равновесие ионов кальция в молоке зависит от времени года. Так, осенью оно увеличивается и составляет 136 мг%, а летом снижается до 124 мг%. Это влияет на термоустойчивость молока. В процессе промежуточного резервирования молока повышается количество растворимого кальция и фосфора, изменяется соотношение растворимых и коллоидных фосфатов, ко-

торое влияет на термоустойчивость. К снижению термоустойчивости приводит повышенное содержание сывороточных белков.

В процессе хранения существенно изменяется жировая фаза, в частности происходит гидролиз и окислительная порча молочного жира. На стабильность и стойкость жировой фазы в процессе хранения молочных консервов влияет размер жировых шариков и наличие дестабилизированного жира. Более пригодным для молочных консервов является молоко с мелкими жировыми шариками и с минимальным количеством дестабилизированного молочного жира.

В процессе хранения сырого молока в нем протекают ферментативные процессы, которые влияют на технологические свойства сырья и показатели качества консервов. Фосфатаза и каталаза вызывают частичный гидролиз белка, увеличение количества пептонной фракции, снижение содержания сывороточных белков. Как следствие – изменение соотношения казеина и сывороточных белков и дисперсности мицелл казеина. Ферменты липаза и эстераза расщепляют молочный жир даже при 10 °С. Это вызывает появление прогорклого и салистого привкуса в молочных консервах при хранении. На образование свободного жира влияют технологические операции процесса приемки молока на предприятии. Перемешивание, перекачивание, сепарирование и другие операции, вызывающие вспенивание, а также чередование нагревания и охлаждения, вызывают разрушение оболочек жирового шарика и образование свободного жира.

На технологические свойства молочного сырья и качество консервов влияет бактериальная обсемененность молока. Содержание бактерий в молоке зависит в первую очередь от санитарно-гигиенических условий его получения. При большой бактериальной обсемененности сырого молока в нем появляются пороки вкуса и запаха, что, в свою очередь, отрицательно сказывается на органолептических свойствах молочных консервов. Развитие микробиологических процессов сопровождается нарастанием кислотности. По данным ВНИМИ, за первые сутки хранения молока при температуре 10 °С титруемая кислотность увеличивается на 0,5–4,0 °Т, за вторые сутки – на 1,5–5,0 °Т. Рост кислотности ухудшает технологические свойства сырья: повышается вязкость сгущенного молока с сахаром и стерилизованного молока; резко снижается термостойкость; понижается растворимость сухого молока.

Учет массы молочного сырья

Закупку, доставку, учет массы молока в молочноконсервном производстве выполняют так же, как и в других отраслях молочной промышленности. Принятое после оценки качества молоко формируют партиями, массы которых зависят от степени регулирования соотношения жир/СОМО, способа и техники выпаривания. При периодическом способе производства партии молока формируют в соответствии с варкой, при непрерывно-поточном способе – партией молока может быть любая масса молока, но точно известная.

Охлаждение молока

Если на заводе до переработки предполагается промежуточное резервирование молока в течение 12 ч, то его охлаждают до 4–8 °С и хранят при этой температуре. Если срок резервирования увеличивается до 2 сут, то молоко перед охлаждением подвергают тепловой обработке, предварительно проведя механическую очистку на сепараторе-молокоочистителе или бактериофуге. Режимы обработки: нагрев молока до температуры 30–40 °С и механическая обработка; нагрев до 60–63 °С и выдержка 15 с; охлаждение до 4–8 °С. Для получения качественных молочных консервов молоко должно охлаждаться сразу после дойки, причем охлаждение должно быть глубокое – до 2 °С. С целью обеспечения требуемого качества молока для консервов при доставке его на большие расстояния или при резервировании в течение 2 суток необходимо молоко сразу после дойки подвергать обработке – термизации и охлаждению. Идеально такую обработку проводить на ферме, оптимально – на низовом заводе, в крайнем случае – на молочноконсервном заводе.

Очистка молока

Очистка молока в производстве консервов является обязательной, при этом используется механическая очистка и без подогрева, т. е. при 5–10 °С. Требованиям технологии молочных консервов отвечает очистка молока на саморазгружающихся сепараторах с частотой оборотов не менее 133 $с^{-1}$ или сепараторах бактериоотделителях (бактофугах) с частотой оборотов 250–300 $с^{-1}$. Центробежная очистка молока необходима для удаления не только механических примесей, но и нерастворимых частиц молока.

Нормализация

Нормализацию проводят в молокохранительных резервуарах. По данным приемного отделения устанавливают количество молока, направленного в тот или иной резервуар. Лаборатория определяет жирность, плотность и СОМО молока. На основании этих данных мастер делает расчет количества молока, подлежащего сепарированию, чтобы получить необходимое количество обезжиренного молока или сливок для нормализации. Допускается нормализация пахтой в количестве не более 20% от общего количества обезжиренного молока. Температура обезжиренного молока (пахты) или сливок должна соответствовать температуре нормализуемого молока. Особенно это важно, если планируется резервировать нормализованное молоко в течение нескольких часов.

Состав молочных консервов и, главным образом, содержание в них жира и общих сухих веществ молока регламентируется государственными стандартами или ТУ.

В процессе производства молочных консервов удаляется вода, а сухие вещества сохраняются, концентрируясь пропорционально удаляемой влаге. Чтобы получить молочные консервы с определенным соотношением жир/СОМО, необходимо направлять на сгущение молоко с таким же показателем жир/СОМО. Величины «$жир_{пр}$» и «$СОМО_{пр}$» для каждого вида молочных консервов известны из ГОСТа или ТУ и составляют от 0,39 до 0,193. Обычно показатель жир/СОМО цельного молока, поступающего на переработку, не соответствует его величине в продукте и колеблется в пределах 0,39–0,69.

Справочный материал для расчетов по нормализации в производстве консервов представлен в приложениях 3–9.

Тепловая обработка

Тепловая обработка в производстве молочных консервов применяется для пастеризации молочного сырья и регулирования его технологических свойств. Цель тепловой обработки – уничтожить микроорганизмы, инактивировать ферменты. Эффективность пастеризации должна быть не ниже 99,9%, количество остаточной микрофлоры не должно превышать несколько десятков клеток в 1 мл. При консервировании молока режимы тепловой обработки должны обеспечить высокую эффективность воздействия на весь спектр микрофлоры молока и инактивировать ферменты при максимальном сохранении исходных свойств молока.

С помощью тепловой обработки в производстве молочных консервов регулируют технологические свойства сырья и готовых продуктов, снижают разность температур поступающего молока в вакуум-аппарат и температурой его кипения при сгущении. Регулируют термостойкость сырья и консистенцию сгущенных консервов, повышают устойчивость к окислительной порче.

При традиционных режимах пастеризации, принятых в молочной промышленности, возрастает размер частиц казеина; изменяются гидратационные свойства белков; происходит денатурация сывороточных белков, частичный гидролиз и фосфорилирование казеина, переход растворимых форм кальция и фосфора в нерастворимые. Все эти изменения в значительной степени влияют на технологические свойства молока, степень набухания белков при сгущении и хранении, что определяет качество и стойкость молочных консервов.

Известно, что при повышении температуры пастеризации на 10 °С скорость уничтожения микроорганизмов увеличивается в 10 раз, а интенсивность изменения химического состава – лишь в 3 раза. Поэтому из трех режимов пастеризации, применяемых в молочной промышленности, в молочноконсервной применяют только высокотемпературный, без выдержки, а именно: 90–95 °С; 105–107 °С; 115–130 °С.

Режим тепловой обработки зависит от вида вырабатываемого продукта, времени года, техники и способов тепловой обработки сырья.

Первичную тепловую обработку (термизацию или пастеризацию) следует проводить сразу после получения молока и до переработки хранить пастеризованное или термизированное молоко в охлажденном виде. Это не только способствует сохранению качества сырья, но и повышает его технологические свойства: стабилизирует устойчивость молочного жира к окислительной и гидролитической порче; повышает термоустойчивость. По технологической схеме производства перед сгущением молока проводится вторая тепловая обработка при температуре 90–130 °С, в результате которой уничтожается патогенная микрофлора и значительная часть общей микрофлоры сырого молока. Однако споровые виды микроорганизмов, в частности термостойкие, частично сохраняются, но жизнеспособность их снижается. Молоко при производстве консервов пастеризуют и для инактивации ферментов, так как оставшиеся липаза и протеаза отрицательно влияют на качество консервов. Протеаза весьма устойчива к нагреванию. Активность ее ослабевает при 77 °С, но она не разрушается даже при нагревании до 93 °С. Липаза также является термоустойчивым ферментом. В сыром молоке различают нативную и микробиальную липазу. Нативная липаза существует в двух формах – *А* и *В*. Липаза *А* обнаружена в плазме молока и связана с мицеллами казеина. Липаза *В* называется мембранной, так как адсорбируется на оболочке жирового шарика. Пастеризация влияет не только на ферменты, но и на составные части молока. Изменяя режимы пастеризации молока, можно существенно влиять на консистенцию сгущенного молока с сахаром, т. е. повышать его стойкость к загустеванию в процессе хранения. Для предотвращения загустевания молока температура пастеризации должна находиться в диапазоне 105–115 °С. Это условие особенно важно соблюдать весной и летом. Зимой для получения сгущенных молочных консервов с сахаром нормально вязкой консистенции (3–5 Па·с) температура пастеризации не должна превышать 95 °С.

Качество сухого цельного молока также зависит от режимов пастеризации, в частности растворимость определяется степенью денатурации сывороточных белков и наличием свободного жира и его окисленных форм. В производстве сухих молочных консервов используют пастеризацию не ниже 95 °С.

Консистенция и термоустойчивость сгущенного стерилизованного молока зависят от режимов предварительной и основной тепловой обработки. По данным Девиса и Уайта, точка коагуляции сгущенного молока при стерилизации повышается на 15–30 °С при повышении темпе-

ратуры пастеризации с 65 до 98 °С. Исходя из этого, установлена оптимальная температура предварительной тепловой обработки – 95 °С.

Сгущение

Сгущение представляет собой процесс удаления свободной части воды из исходного сырья, в результате чего повышается массовая доля сухих веществ.

В молочной промышленности применяются следующие способы удаления воды: в твердом, жидком и парообразном состоянии. Удаление воды в твердом состоянии называется криоконцентрированием. Удаление воды в жидком виде – молекулярная фильтрация через полупроницаемые мембраны (гиперфильтрация или обратный осмос). Удаление воды в парообразном состоянии – вакуум-выпаривание или сгущение.

Криоконцентрирование осуществляется замораживанием воды в исходном сырье и отделением образовавшихся кристаллов фильтрацией или центрифугированием. При криоконцентрировании биохимические и химические изменения в продукте незначительны. Отличие процесса криоконцентрирования от вакуум-выпаривания состоит в сохранении в продукте летучих веществ. Оптимальный диапазон криоконцентрирования – 30–40% сухих веществ.

Обратный осмос – наиболее современный и перспективный способ концентрирования пищевых продуктов, а также наиболее дешевый (в 2–2,5 раза дешевле вакуум-выпаривания). Используется в производстве сгущенных и сухих консервов. Позволяет концентрировать обезжиренное молоко и сыворотку до 35%, а цельное молоко – до 65% сухих веществ. В основе процесса лежит пропускание нормализованного молочного сырья при температуре 45–55 °С при давлении 2–5 МПа и скорости потока 2 м/с через полупроницаемую мембрану с диаметром пор 1–3 нм.

Вакуум-выпаривание – удаление влаги в виде пара при кипении молока под вакуумом при температуре 55–60 °С и разрежении 660–670 мм рт. ст. или (8,7–8,8)·10 000 Па). В этом диапазоне происходят незначительные изменения составных частей молока и его свойств. Не изменяются такие параметры, как вязкость, электропроводность, поверхностное натяжение, не утрачивается текучесть молока.

Сгущение молока проводят на вакуум-выпарных установках следующих видов:

- циркуляционных (однокорпусных и многокорпусных);
- пленочных (многокорпусных);
- пластинчатых (многокорпусных).

Наиболее распространены на отечественных предприятиях установки циркуляционного и пленочного типа. Пластинчатые вакуум-выпарные установки встречаются реже.

По организации технологического процесса вакуум-выпарные установки бывают периодического и непрерывного действия.

Циркуляционные вакуум-выпарные установки. Простейшей является однокорпусная вакуум-выпарная установка (рис. 5.2). Она состоит из патрубка для входа сливок и молока *1*, нагревателя и сепаратора-пароотделителя, сообщающихся соединительным патрубком *10* и циркуляционной трубой *6*. Нагреватель представляет собой кожухотрубный теплообменник (калоризатор). В межтрубное пространство теплообменника поступает пар с температурой 75 °С, а в трубки *4* – молочное сырье. Молоко в теплообменнике нагревается до температуры 55–60 °С и закипает прямо в трубках, так как в пароотделителе создается разрежение 660–670 мм рт. ст. Поэтому трубки называют кипятильными. Молоко в теплообменнике кипит, поднимается вверх по кипятильным трубкам и вместе с паром переходит в пароотделитель. Смесь пара с молоком поступает в пароотделитель по тангенсальной траектории, поэтому при входе закручивается и под действием центробежной силы молоко отбрасывается к периферии, стекает по стенкам и собирается внизу, откуда поступает по циркуляционной трубе в калоризатор.

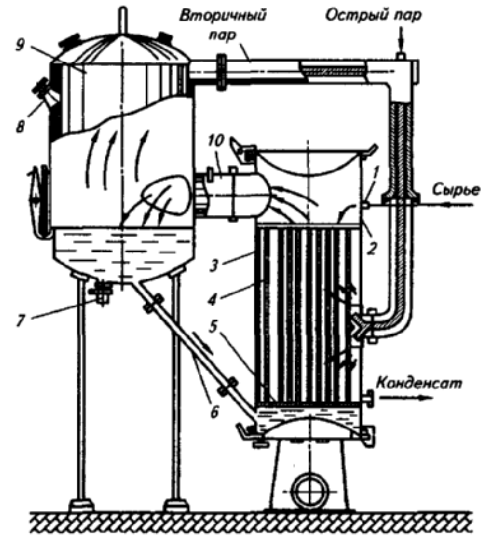


Рис. 5.2. Схема однокорпусной вакуум-выпарной установки с использованием вторичного пара:

1 – патрубок для входа молока и сиропа; 2 – калоризатор; 3 – коллектор; 4 – трубки; 5 – патрубок для выхода готового продукта; 6 – циркуляционная труба; 7 – патрубок для отбора проб; 8 – смотровое стекло; 9 – сепаратор-пароотделитель; 10 – соединительный патрубок

Пар собирается в центре пароотделителя и поднимается вверх, выходит через ловушку в трубу для вторичного пара. Пар называется вторичным, так как получается из молока. Температура пара равняется температуре кипения молока. Половина вторичного пара направляется в конденсатор для поддержания вакуума в установке, а другая половина пара направляется в термокомпрессор для смешивания с острым паром и дальнейшего повторного использования в калоризаторе. При таком использовании вторичного пара расход греющего пара на 1 кг испаренной влаги составляет 0,5 кг. Процесс сгущения в циркуляционном аппарате составляет 45–60 мин. Степень заполнения установки составляет 60% от часовой производительности. Степень концентрирования зависит от вида изготовляемого продукта и составляет минимум 25,5% при производстве сгущенного стерилизованного молока и максимум 60% – при производстве сухой сыворотки.

Наиболее эффективными по использованию пара и технологическим показателям являются многокорпусные установки: 2-, 3-, 4-, 5- и 7-корпусные. В многокорпусных вакуум-выпарных установках по мере прохождения сгущаемого сырья по корпусам массовая доля сухих веществ повышается, а температура кипения понижается.

Пленочные вакуум-выпарные установки. Установки состоят из нагревателя и пароотделителя. Но, в отличие от циркуляционных установок, нагреватель расположен выше пароотделителя. При сгущении молоко стекает по кипятильным трубкам, образуя пленку 2–6 мм. Теплообмен происходит интенсивно, пар из молока выделяется легко, поэтому он чище, чем в циркуляционных установках. В пароотделителе вторичный пар отделяется от подсгущенного продукта и направляется на обогрев следующего корпуса, а подсгущенный продукт насосом подается в следующий корпус. И так процесс повторяется до последнего корпуса вакуум-выпарной установки. Из последнего корпуса сгущенный продукт далее по технологической схеме поступает: в охладитель – при производстве сгущенных консервов, в сушилку – при производстве сухих продуктов. Вторичный пар частично направляется в конденсатор, а частично – через термокомпрессор на обогрев первого корпуса. Расход греющего пара в пленочных установках 0,4–0,5 кг на 1 кг испаренной влаги. Конструктивно пленочные установки делятся на установки с нисходящей и восходящей пленкой. Степень сгущения в пленочных вакуум-выпарных аппаратах составляет 45–55%.

Пленочные вакуум-выпарные установки имеют ряд преимуществ перед циркуляционными. Единовременно сгущается небольшое количество продукта, и время его пребывания в одном корпусе составляет около 1 мин, поэтому исключаются пенообразование и потеря продукта, снижаются воздействия на составные части молока. Пленочные установки отличаются большой производительностью (400–12000 кг испаренной влаги за 1 ч) и непрерывностью процесса сгущения. Недостатками пленочных вакуум-выпарных установок являются большая высота (6 м), много корпусов, чувствительность к температуре и давлению греющего пара. Пленочные вакуум-выпарные установки чаще используются в производстве сухих молочных консервов.

Окончание сгущения определяется по массовой доле сухих веществ, плотности и электропроводности сгущенного продукта.

При непрерывном способе сгущения конечные значения массовой доли сухих веществ контролируются автоматически. В циркуляционных вакуум-выпарных установках периодического действия конец сгущения контролируется с помощью измерения плотности ареометрическим способом или массовой доли сухих веществ рефрактометрическим способом.

Влияние сгущения на составные части молока. В процессе выпаривания увеличивается содержание сухих веществ молока, а количество воды в продукте снижается. Отношение конечной концентрации какого-либо компонента к его начальной принято называть степенью сгущения (n):

$$n = C_{пр}/C_{см} = СМО_{пр}/СМО_{см} = Ж_{пр}/Ж_{см} \text{ и т. д.},$$

где $C_{пр}$, $C_{см}$ – массовая доля сухих веществ в продукте, в смеси; $СМО_{пр}$, $СМО_{см}$ – массовая доля сухого молочного остатка в продукте, в смеси; $Ж_{пр}$, $Ж_{см}$ – массовая доля жира в продукте, в смеси.

Степень сгущения для различных видов консервов имеет определенное значение. Так, для сгущенных молочных консервов n = 2,5–3, для сухих консервов n = 4–5.

При изменении величины n изменяются органолептические показатели (вкус, цвет, консистенция) и физико-химические свойства (кислотность, вязкость и т. д.) При этом изменения могут быть обратимыми и необратимыми. При любых значениях n не происходит необратимых и физико-химических изменений только жировой фазы молочного сырья. Жировые шарики по мере концентрирования сближаются, но не теряют агрегативной устойчивости. Более того, по Аристовой и Толстухиной, при сгущении происходит повышение массовой доли дестабилизированного жира и, как следствие, повышается дисперсность жировой фазы. Минеральные вещества и лактоза, которые в молоке находятся в молекулярном состоянии, при повышении степени сгущения могут находиться в пересыщенном состоянии и даже выпадать в осадок. Особое значение это приобретает при охлаждении сгущенного продукта, когда со снижением температуры растворимость резко падает. При сгущении большая часть ионизированного кальция и магния переходит в связанное состояние и происходит образование комплекса казеина и сывороточных белков. Это подтверждается микроскопическими исследованиями: на поверхности мицелл казеина образуются мелкие частицы шарообразной и овальной формы. При этом происходит увеличение массы

белковых компонентов на 50–150%. Также наблюдается образование белково-лактозного комплекса, что сопровождается снижением массовой доли растворимой лактозы. Наибольшим изменениям подвергается белковая часть молока: происходит образование новой структуры, обладающей другими свойствами. Так, в процессе сгущения расстояние между частицами казеинат-кальций-фосфатного комплекса уменьшается, гидратная оболочка становится тоньше, усиливается их взаимодействие. При этом сывороточные белки выполняют роль связывающих мостиков. При степени сгущения молока *n*, равной 5 (при этом СМО составляет 62%, в том числе ККФК составляет 29%) наступает полная утрата текучести. По данным И.А. Радаевой, нарастание вязкости идет со скоростью 0,0005 Па·с на каждый процент сухих веществ молока, и так происходит до тех пор, пока массовая доля СМО не нарастет до 42%; при СМО = 59% рост вязкости составляет 0,058 Па·с на каждый процент увеличения сухих веществ. Высокая вязкость сопровождается желатинизацией и утратой текучести сгущенного молока. Поэтому существует оптимальная концентрация сухих веществ в сгущенном продукте. Она зависит от вида изготовляемого продукта и технологической схемы производства консервов и, по данным ученых, может составить 38% (Халмер), 30–40% (Весслер), 40% (Фавстова), по нормативной документации – 43–48%. В пленочных вакуум-выпарных установках рекомендуется сгущать цельное молоко до 50–55% сухих веществ, а обезжиренное молоко – до 40–45%.

Контрольные вопросы

1. В чем заключаются теоретические основы и принципы консервирования молока?
2. Приведите классификацию молочных консервов.
3. Охарактеризуйте ассортимент молочных консервов.
4. Что такое ассортиментный номер молочных консервов?
5. Какие требования предъявляют к качеству сырья в производстве молочных консервов?
6. В чем заключаются особенности приемки и оценки качества сырья в производстве молочных консервов?
7. Какие технологические операции являются общими в производстве молочных консервов?
8. В чем заключаются особенности нормализации сырья в производстве молочных консервов?
9. Обоснуйте назначение и режимы тепловой обработки для различных видов молочных консервов.
10. Опишите способы и режимы сгущения в производстве молочных консервов и их влияние на составные части и свойства молока.
11. Дайте определение степени сгущения.

12. Обоснуйте назначение и режимы гомогенизации для различных видов молочных консервов.

5.2. Молочные консервы на основе абиоза

Виды сгущенных стерилизованных консервов

К молочным консервам на основе абиоза относятся сгущенные и концентрированные стерилизованные молочные консервы – это продукты из молочного сырья и наполнителей, подвергнутые сгущению и стерилизации. Сливки стерилизованные производят без сгущения, со стерилизацией в таре. По органолептическим показателям стерилизованные молочные консервы представляют собой продукты с цветом натурального молока или сливок, имеют однородную консистенцию, соответствующую жидким сливкам, на внутренней стороне упаковки допускается незначительный осадок, вкус и запах – чистые с характерным сладковато-солоноватым привкусом. Для консервов с наполнителями характерен вкус и цвет наполнителя. Состав и физико-химические показатели сгущенных стерилизованных консервов представлены в табл. 5.1.

5.1. Характеристика молочных консервов на основе абиоза

Продукт	Массовая доля, %		Кислотность, °Т, не более	Вязкость, мПа·с
	сухих веществ	жира		
Молоко сгущенное стерилизованное	25,5	7,8	50,0	6–10
Молоко концентрированное стерилизованное	27,5	8,6	60,0	10–20
Молоко нежирное стерилизованное	20,0	–	60,0	–
Молоко сгущенное стерилизованное с кофе	25,5	7,8	–	10–15
Молоко сгущенное стерилизованное с кофейным напитком	25,5	7,8	–	15–20
Молоко сгущенное стерилизованное с какао	20,0	6,0	–	15–20
Молоко «Чайное»	25,5	7,8	50,0	–
Сливки стерилизованные	32,0	25,0	17,0	–

Отечественной промышленностью сгущенные стерилизованные консервы выпускаются на трех специализированных молочноконсервных комбинатах (МКК): Руднянском МКК Смоленской области, Ижевском МКК Рязанской области и Ялуторовском МКК Тюменской области, а также рядом цехов молочных предприятий, оснащенных комплектом оборудования для сгущенных стерилизованных консервов фирмы Альфа-Лаваль (Швеция).

Производство сгущенных стерилизованных молочных консервов осуществляется на непрерывно действующем оборудовании и предусматривает стерилизацию продуктов в таре.

Аппаратурно-технологическая схема производства сгущенного стерилизованного и концентрированного стерилизованного молока представлена на рис. 5.3.

Технологический процесс производства сгущенных стерилизованных молочных консервов состоит из следующих операций: приемка и оценка качества сырья, механическая очистка при температуре (4±2) °С, пастеризация при температуре (90±2) °С или (74±2) °С, охлаждение до температуры (4±2) °С и промежуточное резервирование, которое не должно превышать 24 ч. Во время резервирования молоко перемешивают, включая каждые 2 ч мешалку на 15 мин.

Для получения стерилизованных консервов стандартного состава проводят нормализацию обезжиренным молоком или сливками. Сливки должны иметь кислотность плазмы не более 22 °Т. При производстве сгущенного стерилизованного молока используют обезжиренное молоко с кислотностью не более 20 °Т и термостойкое (не ниже 4 группы по алкогольной пробе). При производстве концентрированного стерилизованного молока и сгущенного стерилизованного молока с наполнителями кислотность обезжиренного молока не должна превышать 19 °Т, а термостойкость по алкогольной пробе должна быть не ниже 3 группы.

Нормализованное сырье направляют на тепловую обработку. Порядок и режимы тепловой обработки зависят от вида применяемого оборудования и выполняются по одной из следующих двух схем:

Первая схема. Нагрев до температуры (88±2) °С без выдержки; нагрев до температуры (125±2) °С и выдержка 30–60 с; понижение температуры до (86±2) °С за счет самоиспарения в вакуум-выпарном аппарате.

Вторая схема. Нагрев в первом подогревателе вакуум-выпарного аппарата до температуры (40±5) °С; во втором подогревателе – до (60±5) °С; охлаждение за счет самоиспарения в деаэраторе до (50±2) °С; нагрев до (88±5) °С в 3-м и 4-м подогревателях вакуум-выпарного аппарата; далее молоко поступает в первую секцию пастеризатора, где нагревается до температуры (105±5) °С; нагревается до (120±5) °С во второй секции пастеризатора; охлаждение до температуры сгущения – (80±2) °С.

После тепловой обработки молоко поступает на сгущение в вакуум-выпарной аппарат, где сгущается при температуре (55±2) °С в 1- или в 3-корпусной установке: в первом корпусе – при 78– 80 °С; во втором – 65–67 °С; в третьем – 48–56 °С. Окончание процесса сгущения определяют по плотности продукта. Плотность готового сгущенного стерилизованного молока должна составлять 1061–1063 кг/м³, а концентрированного стерилизованного молока и молока с наполнителями – 1066–1068 кг/м³. Степень сгущения составляет 2,2–2,4 раза, что обусловлено резким снижением термостойкости при сгущении молока. После достижения в молоке массовой доли сухих веществ 13% каждый последующий прирост сухих веществ на 1,0% вызывает 10-кратное снижение термостойкости.

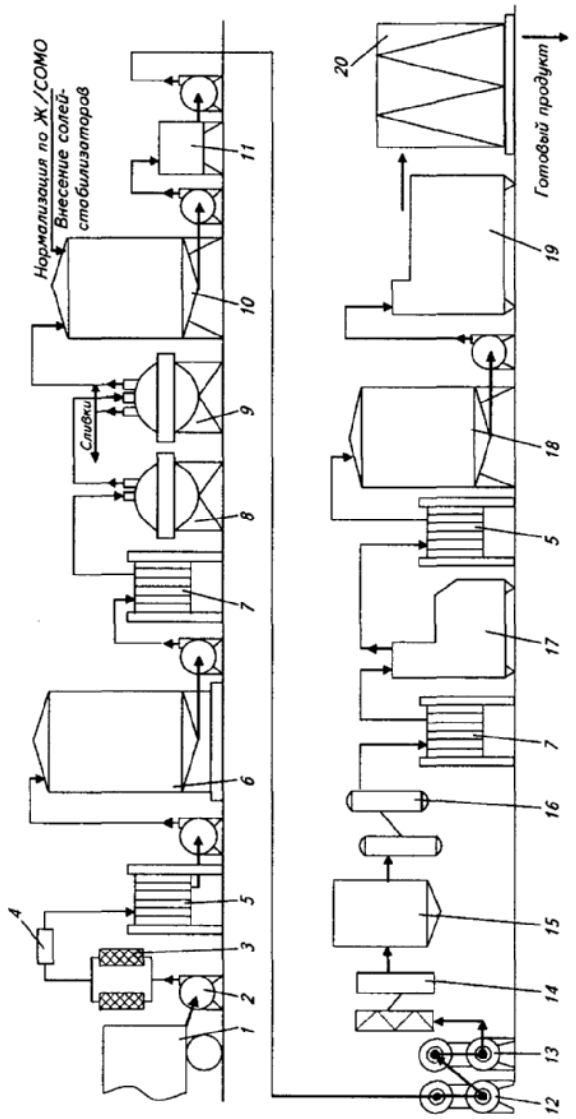


Рис. 5.3. Аппаратурно-технологическая схема производства сгущенного стерилизованного и концентрированного стерилизованного молока:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – пластинчатый теплообменник; 8 – сепаратор-молокоочиститель; 9 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 10 – резервуар для промежуточного хранения; 11 – уравнительный бачок; 12 – трубчатая пастеризационная установка; 13 – трубчатый стерилизатор; 14 – калориза торы; 15 – ВВА; 16 – конденсаторы; 17 – гомогенизатор; 18 – резервуар для промежуточного хранения; 19 – расфасовочный автомат; 20 – тунельный стерилизатор

Термостойкость – это способность молока сохранять первоначальные коллоидно-дисперсные свойства белков под воздействием тепловой обработки при 115–140 °С. Термостойкость зависит от ряда факторов: состава молока; размера мицелл казеина; степени гидратации белка; породы скота; характера кормления; сезона года; условий получения и хранения молока; технологических параметров первичной обработки молока. Однако определяющим фактором является его солевой состав, поэтому для повышения термостойкости используют пищевые буферные соли. Разрешено по ТИ использование 16 видов отдельных солей, а также их сочетания, так называемые букеты. Наиболее часто при производстве стерилизованных молочных консервов применяют следующие соли:

- двузамещенный фосфорнокислый калий (K_2HPO_4);
- двузамещенный фосфорнокислый натрий ($Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$);
- трехзамещенный лимоннокислый калий ($K_3C_6H_5O_7 \cdot H_2O$);
- трехзамещенный лимоннокислый натрий ($Na_3C_6H_5O_7 \cdot 5{,}5H_2O$);
- натрий углекислый (Na_2CO_3).

Предпочтительнее применять смесь из натриевых и калиевых солей фосфорной и лимонной кислот в соотношении, характерном для натурального молока.

Изменение термостойкости зависит от момента внесения солей-стабилизатров и продолжительности их взаимодействия с казеинаткальций фосфатным буфером. По ТИ соли-стабилизаторы можно вносить в нормализованную смесь до сгущения или в сгущенную смесь. Наиболее оптимальным считается внесение солей в сырое молоко за 5–7 ч до стерилизации.

Для предотвращения отстоя жира и расслоения продуктов при хранении, а также для обеспечения гомогенной вязкой консистенции стерилизованных консервов проводят гомогенизацию. В производстве данного вида консервов гомогенизация является обязательной операцией. Гомогенизацию проводят при давлении 12,5–25 МПА и температуре (74±2) °С. Лучшие результаты в производстве консервов дает двухступенчатая гомогенизация: 22–25 МПа – I ступень; 12,5– 13,5 – II ступень гомогенизации.

После гомогенизации сгущенное молоко подают на охладитель, в котором оно охлаждается до температуры (4±2) °С. Затем молоко направляется в резервуар для промежуточного резервирования. Хранение перед стерилизацией не должно превышать 24 ч.

На следующей стадии технологического процесса проводится стандартизация состава сгущенного молока. В отдельных случаях допускается нормализация готового продукта следующими способами:

- водой по ГОСТ 2874;

- термостойким обезжиренным молоком, пастеризованным при температуре не менее 90 °С и охлажденным до температуры (6±2) °С;
- термостойкими сливками, пастеризованными при температуре не ниже 90 °С , гомогенизированными при давлении 18–19 МПа и охлажденными до температуры (6±2) °С.

При производстве сгущенных стерилизованных консервов с вкусовыми наполнителями на стадии стандартизации вносят наполнитель, который специально подготавливают в зависимости от его вида. Массу наполнителей рассчитывают по рецептуре. Рассчитанное количество кофе или кофейного напитка высыпают в котел, разбавляют водой в 4 раза, доводят до кипения, выдерживают при температуре кипения 5 мин и оставляют без подогрева массу в покое на 1 ч для осуществления процесса экстрагирования и осаждения. Полученный экстракт фильтруют, а массу вновь заливают горячей водой в четырехкратном объеме, доводят до кипения, выдерживают 30 мин, фильтруют, охлаждают до (4±2) °С и хранят не более 24 ч. Экстракты кофе и кофейного напитка имеют pH от 4,8 до 5,4 ед., поэтому в них добавляют двууглекислый натрий, доводя pH до значения (6,8±0,1) ед. Готовый экстракт вносят в сгущенное гомогенизированное охлажденное молоко. Допускается его внесение в вакуум-аппарат во время сгущения.

Приготовление и внесение солодового экстракта имеет свои особенности. Для приготовления солодового экстракта рассчитывают количество компонентов (пшеничной муки, сухого солода, воды) по рецептуре. Пшеничную муку просеивают и при постоянном помешивании засыпают в емкость, где находится половина расчетного количества воды с температурой (28±2) °С, перемешивают и добавляют сухой солод в раздробленном виде. Смесь перемешивают, добавляют вторую половину воды, снова перемешивают в течение 10–15 мин и затем нагревают до (45±2) °С в течение 40 мин при постоянном перемешивании. Для наибольшего расщепления в смеси количества белков муки и солода ее выдерживают еще 30–40 мин. Далее смесь медленно в течение 60 мин нагревают до (70±2)°С и выдерживают при этой температуре до окончания ферментации, которую определяют реакцией йода на крахмал. После окончания ферментации солодовый экстракт подогревают на пастеризационной установке до температуры (82±2) °С и выдерживают не менее 30 мин, фильтруют, очищают на сепараторе-молокоочистителе, полученные отходы используют на корм скоту. Продолжительность приготовления солодового экстракта составляет 4–5 ч. Массовая доля сухих веществ в экстракте должна быть не менее 19%. Экстракт охлаждают до (4±2) °С и хранят не более 24 ч. Перед смешиванием экстракта со сгущенным молоком его pH доводят до 6,7 ед., добавляя двууглекислый натрий.

Стандартизованную сгущенную смесь направляют на пробную стерилизацию. Эту операцию проводят для определения массовой доли вносимой соли-стабилизатора. Стерилизация проводится в жестяных банках №7 (300 г сгущенного молока). Берут 6 банок и нумеруют. В первую банку соль-стабилизатор не вносят, а начиная с номера два вносят соль-стабилизатор в виде 25%-го водного раствора и дистиллированную воду (см. табл. 5.2). Концентрацию соли в банках увеличивают в соответствии с возрастанием порядкового номера от 0,05 до 0,4% сухой соли. Содержимое банок перемешивают, банки закатывают и стерилизуют при тех же режимах, что и основную партию продукта. После стерилизации банки открывают и оценивают органолептические показатели и вязкость. Массовая доля соли-стабилизатора, при которой продукт получил лучшую оценку по органолептическим показателям и имел вязкость 8–18 мПа·с для сгущенного и 15–20,0 мПа·с для концентрированного молока, принимается оптимальной для данной партии продукта.

5.2. Порядок определения массовой доли соли-стабилизатора

Компонент	Банки					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Сгущенное молоко, г	300	300	300	300	300	300
Динатрийфосфат, сухая соль, %	0	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4
Внесение соли: 25%-ный раствор динатрийфосфата, мл	0	0,6	1,2	2,4	3,6	4,8
Дистиллированная вода, мл	0	3,0	2,4	1,2	0	0

При стабильном качестве сырья и готового продукта пробную стерилизацию не проводят, при нестабильном качестве проводят для каждой партии. В период поступления нетермостойкого сырья пробную стерилизацию проводят не реже, чем раз в месяц.

Сгущенное молоко с внесенной солью-стабилизатором направляют на розлив в металлические банки № 7. Банки проверяются на герметичность дважды: до заполнения продуктом и после укупорки. Проверка банок на герметичность осуществляется с помощью водяных тестеров или с помощью специальных устройств, контролирующих изменение линейных параметров банки по торцам.

Маркировка крышек и донышек банок производится в соответствии с требованиями стандарта. Укупоренные и промаркированные банки стерилизуют в аппаратах гидростатического или роторного типа. В гидростатических стерилизаторах применяют следующие режимы:

- температура в зоне подогрева для сгущенного молока (90±5) °С, для концентрированного (80±5) °С, для нежирного молока (70±2) °С;

- стерилизация при температуре 116–117 °С с выдержкой 15–17 мин для всех видов консервов;
- температура в зоне охлаждения – от (20±2) °С до (40±2) °С для всех видов консервов.

Для смягчения режима стерилизации допускается использование антибиотика низина или других видов коммерческих препаратов этого антибиотика.

В зависимости от типа стерилизатора, вида продукта, качества исходного сырья режим стерилизации устанавливается по эмпирической формуле:

$$F = (t_1 + t_2 + t_3)/t,$$

где F – фактор (эффект) стерилизации, усл. ед.; t_1; t_2; t_3 – соответственно, продолжительность подогрева, стерилизации, охлаждения, мин; t – температура стерилизации.

Выбранный режим стерилизации должен соответствовать фактору стерилизации F = 4,8–5,2 условных единиц. Формула стерилизации представляет собой условную запись теплового режима для конкретного вида стерилизатора. Надежность выбранной формулы определяют микробиологическими показателями.

Готовые стерилизованные консервы направляют на выдержку для отбраковки. Выдержка готовой продукции для отбраковки банок осуществляется на складе при температуре (20±2) °С не менее 20–22 сут. или в термостатной камере при температуре (37±2) °С в течение 6 сут. Сортировку продукта осуществляют в соответствии с установленными требованиями. Вздувшиеся банки или банки с явными признаками деформации отсортировывают. В большинстве случаев делают пробную проверку на стерильность 5 банок, взятых из каждой партии готового продукта. Их выдерживают при 37 °С в течение 10 сут. в лабораторных термостатах. Если микробиологический анализ покажет стерильность содержимого в банке, то все фасованное молоко не проверяют. Продукт упаковывают в разрешенную транспортную тару – ящики из гофрированного картона, дощатые ящики и др. Хранят готовую продукцию при температуре не ниже 0 °С и не выше (20±2) °С не более двух месяцев.

Стерилизованный каймак. В целях повышения пищевой ценности и расширения ассортимента Н.Н. Липатовым (старшим) предложен способ повышения и обогащения белком и жиром сгущенных стерилизованных консервов. Способ заключается в следующем. Молоко сгущают под вакуумом до массовой доли сухих веществ 39%, проводят сепарирование при (60±2) °С и получают белковую фракцию с массовой долей сухих веществ около 30%, в том числе жира – 2,6% и жировую фракцию

с массовой долей сухих веществ 60–70%, в том числе жира – 50%. Жировая фракция представляет собой сложную коллоидную систему, в которой в 3 раза повышено СОМО в сравнении со сливками такой же жирности. Жировая фракция представляет собой эмульсию типа «масло в воде». Обезжиренную фракцию можно использовать в производстве стерилизованных белковых продуктов. Жировую фракцию фасуют в банку № 1 и стерилизуют. Стерилизованный каймак представляет собой высокожирный продукт однородной пастообразной консистенции, с чистым вкусом и кремовым цветом. Состав стерилизованного каймака характеризуется следующими показателями: массовая доля влаги 36%, жира 50%, белка – 5,7%, лактозы – 7,0%, золы 1,3%; энергетическая ценность 100 г продукта – 2088 кДж. Стерилизованный каймак включен в группу продуктов спецпитания (для космонавтов, моряков-подводников, геологов и т. п.)

Пороки сгущенных стерилизованных молочных консервов

Бомбаж – деформация жестяных банок вплоть до нарушения герметичности (разрыва поверхности банки). Причиной данного порока является развитие газообразующей микрофлоры в результате несоблюдения условий промышленной стерильности.

Ложный бомбаж – является следствием термического сжатия и расширения продукта в металлической банке. Мера предупреждения – исключение резких перепадов температуры в процессе хранения.

Свертывание – образование комочков или сгустка. В некоторых случаях может сопровождаться кислым или горьким привкусом. Причиной возникновения порока является развитие спорообразующих бактерий. Для предотвращения порока следует использовать разрешенные к использованию в установленном порядке консерванты, например низин, и/или повысить режим тепловой обработки.

Гелеобразование характеризуется потерей нормальной текучести в результате взаимодействия агломерированных частиц казеин-кальций-фосфатного комплекса. Для предупреждения порока необходимо соблюдать последовательность и режимы технологического процесса.

Отстаивание белково-жирового слоя в готовом продукте происходит из-за его нестандартной вязкости. Для предупреждения отстаивания или расслоения продукта необходимо проводить гомогенизацию молочного сырья.

Потемнение продукта, сопровождающееся изменением вкуса, увеличением кислотности и вязкости, происходит в результате нарушения температурных условий хранения продукта.

Контрольные вопросы

1. Какой способ консервирования используется в производстве сгущенных стерилизованных консервов?
2. Охарактеризуйте ассортимент сгущенных стерилизованных консервов.
3. Что называется термостойкостью молока, и какие факторы на него влияют?
4. Какие вам известны способы повышения термостойкости молока?
5. Какие стерилизаторы используют в производстве сгущенных стерилизованных консервов?
6. Что показывает формула стерилизации?
7. Как проверяют готовый продукт на стерильность?
8. Назовите причины и меры предупреждения основных пороков сгущенных стерилизованных консервов.

Молочные консервы на основе осмоанабиоза

Виды сгущенных молочных консервов с сахаром

К молочным консервам на основе осмоанабиоза относятся сгущенные молочные консервов с сахаром, которые представляют собой пищевые продукты, получаемые из пастеризованного коровьего цельного или обезжиренного молока, пахты или молока с добавлением сливок путем выпаривания из молока некоторой части воды и консервирования его сахарозой. Для расширения ассортимента в качестве вкусовых наполнителей используется какао, кофе, цикорий и другие добавки. Состав и физико-химические показатели основных видов молочных консервов на основе осмоанабиоза представлены в табл. 5.3.

В соответствии с ГОСТ 51917-2002 «Продукты молочные и молокосодержащие. Термины и определения», сгущенные молочные консервы с сахаром делятся в зависимости от массовой доли жира на следующие виды:

- обезжиренные, содержащие не более 1,5% жира;
- нежирные, с массовой долей жира – от 2,0 до 4,2%;
- маложирные, с массовой долей жира – от 4,5 до 6,5%;
- жирные, с массовой долей жира – от 8,5 до 10%;
- высокожирные, с массовой долей жира – от 10,5% до 15%.

Сгущенное цельное молоко с сахаром

Сгущенное цельное молоко с сахаром – продукт, полученный из пастеризованного молока путем выпаривания из него части влаги и консервирования сахарозой. В соответствии с ГОСТ 2903, молоко цельное сгущенное с сахаром вырабатывается для внутреннего потребления и для

экспорта. Характеристика продукта для внутреннего потребления представлена в табл. 5.3. Молоко цельное сгущенное с сахаром для экспорта отвечает более высоким требованиям: массовая доля влаги – не более 26,5%; СМО – не менее 28,5%; в том числе жира – не менее 8,5%; сахарозы – не менее 43,5%.

5.3. Характеристика молочных консервов на основе осмоанабиоза

Продукт	Массовая доля, %			Кислотность, °Т	Вязкость, Па·с
	сухих веществ молока	жира	сахарозы		
Молоко цельное сгущенное с сахаром	28,0	8,5	43,5	48,0	3,0–10,0
Молоко сгущенное с сахаром 5%-ной жирности	28,0	5,0	43,5	54	4,0–10,0
Сливки сгущенные с сахаром	36,0	19,0	40,0	40,0	–
Молоко нежирное сгущенное с сахаром	26,0	–	44,0	60,0	–
Пахта сгущенная с сахаром	26,0	3,5	44,0	60,0	–
Молоко сгущенное с сахаром и гидрожиром	28,0	8,5	43,5	48,0	–
Молоко сгущенное с сахаром и цикорием	27,0	7,0	44,0	–	–
Молоко сгущенное нежирное с сахаром и какао «Российское»	23,0	–	44	–	–
Какао со сгущенным молоком и сахаром	28,5	7,5	43,5	–	–
Какао со сгущенным молоком и сахаром 6%-ной жирности	27,0	6,0	43,5	–	–
Какао со сгущенными сливками и сахаром	35,0	15,5	38,0	–	–
Кофе натуральный со сгущенным молоком и сахаром	27,0	7,0	44,0	–	–
Кофе натуральный со сгущенными сливками и сахаром	35,0	16,0	37,0	–	–
Кофейный напиток со сгущенными сливками и сахаром	35,0	16,0	37,0	–	4,5–10
Молоко сгущенное с сахаром «Юбилейное»	27,0	–	43,5	45,2	2,0

Вязкость свежевыработанного продукта составляет 3 Па·с, (со сроком хранения 3–12 мес. – 15 Па·с), размер кристаллов лактозы не должен превышать 10 мкм, кислотность 45 °Т. Срок хранения при температуре 10 °С в герметичной упаковке – 12 мес., негерметичной – 8 мес.

Технологический процесс включает следующие операции: приемка и оценка качества молока; учет массы молока; очистка молока; охлаждение до температуры промежуточного резервирования; промежуточное резервирование молока; нормализация состава молока; тепловая обработка нормализованной смеси; резервирование перед сгущением; приготовление сахарного сиропа; сгущение выпариванием нормализованной смеси с сахарным сиропом; охлаждение сгущенного молока; внесение затравки и кристаллизация лактозы; фасовка, упаковка, маркировка; хранение.

В производственных условиях сгущенное молоко с сахаром вырабатывают двумя способами: периодическим и непрерывно-поточным.

Периодический способ основан на выпаривании молочно-сахарной смеси в 2-, реже в 1-корпусном циркуляционном вакуум-выпарном аппарате. Технологическая схема производства сгущенного молока с сахаром периодическим способом с применением 2-корпусного циркуляционного вакуум-выпарного аппарата представлена на рис. 5.4. Аппаратурно-технологическая схема производства сгущенного молока с сахаром периодическим способом представлена на рис. 5.5.

Приемка, первичная обработка молока и его нормализация в производстве сгущенного молока с сахаром, выработанном периодическим способом, являются общими для производства молочных консервов. Более подробно остановимся на следующих операциях.

Тепловую обработку осуществляют в трубчатых или пластинчатых теплообменниках, допускается использовать трубчатые подогреватели, которые входят в комплект современных вакуум-выпарных аппаратов. Режимы тепловой обработки: (107±2) °С без выдержки, с последующим охлаждением до (77±2) °С методом регенерации или (95±2) °С без выдержки. Сменный аппаратчик должен следить за режимами пастеризации и заносить их в «Журнал тепловой обработки сырья».

После тепловой обработки молоко накапливается в промежуточной емкости, откуда поступает в вакуум-аппарат. В производстве сгущенного молока с сахаром допускается внесение солей-стабилизаторов. Их вносят в виде водного раствора 20–25%-ной концентрации перед поступлением нормализованного молока в нагреватель.

При производстве сгущенного молока с сахаром периодическим способом *сахар можно вносить бессиропным или сиропным способом.*

При бессиропном способе сахар смешивают с горячим молоком перед тепловой обработкой и затем сахарно-молочную смесь подвергают тепловой обработке и подают на сгущение в вакуум-выпарной аппарат. Положительной особенностью данного способа является отсутствие дополнительной операции – приготовления сахарного сиропа, а недостатки заключаются в предрасположенности готового продукта к побурению и увеличении вязкости в процессе хранения.

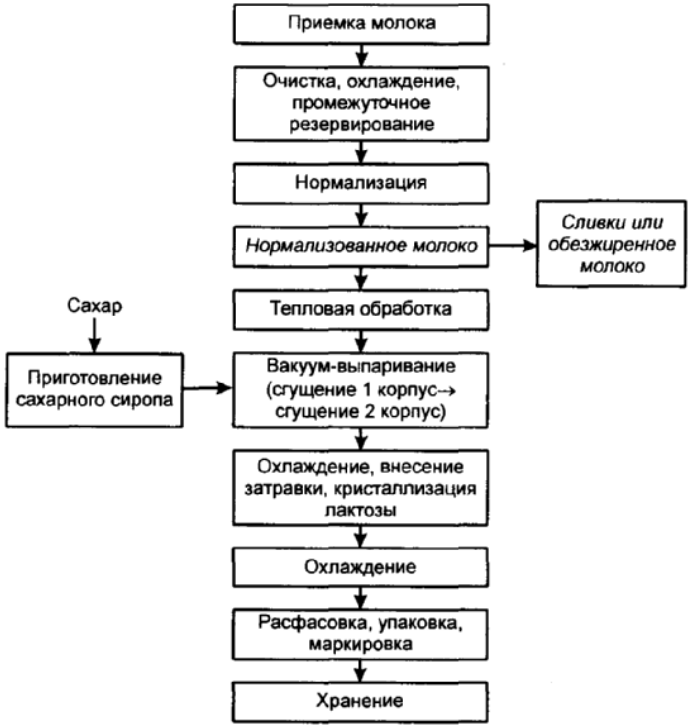


Рис. 5.4. Технологическая схема производства сгущенного молока с сахаром периодическим способом

При сиропном способе введения сахара приготовленный сироп вносят либо в начале варки, либо в конце, либо порциями попеременно с молоком, но не позже чем за 15 мин до конца варки.

Для производства сгущенных молочных консервов с сахаром применяют как сахар-песок, так и сахар-рафинад, возможно использование сахарных сиропов с сахарных заводов. Сахар должен иметь сладкий вкус без каких-либо посторонних привкусов, полностью растворяться в воде с образованием прозрачного раствора и содержать не менее 99,75% чистой сахарозы, не более 0,05% редуцирующих веществ и не более 0,14% влаги. Каждую партию сахара при поступлении на молочноконсервный комбинат проверяют на соответствие требованиям НД. Хранят сахар в изолированном от основного производства помещении с хорошей вентиляцией, чтобы избежать его увлажнения, которое может вызвать развитие микроорганизмов, особенно плесеней и дрожжей, а также чтобы предупредить образование редуцирующих веществ в сахаре.

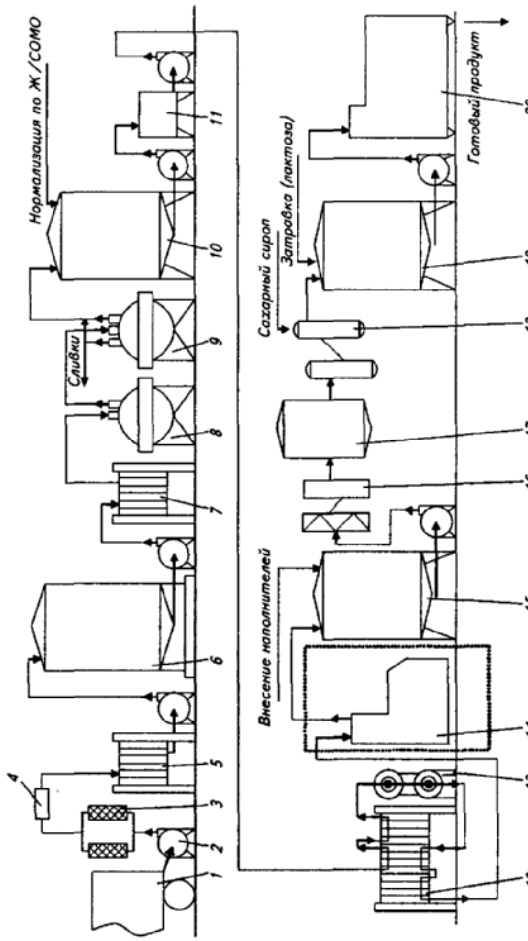


Рис. 5.5. Аппаратурно-технологическая схема производства сгущенного молока с сахаром периодическим способом:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – пластинчатый теплообменник; 8 – сепаратор-молокоочиститель; 9 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 10 – резервуар для промежуточного хранения; 11 – уравнительный бачок; 12 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 13 – выдерживатель; 14 – гомогенизатор; 15 – резервуар для промежуточного хранения; 16 – калориаторы; 17 – ВВА; 18 – конденсаторы; 19 – резервуар для кристаллизации; 20 – расфасовочный автомат

Для обеспечения консервирующего эффекта концентрация сахара в водной части продукта должна составлять 61,0–63,5% – это так называемое сахарное число. Для обеспечения такой концентрации рассчитывают массу сахара ($M_{сах}$, кг) на одну варку по формуле:

$$M_{сах} = \frac{(M_{см} Ж_{см} \cdot C_{сах\ пр} c) K_с}{100 Ж_{пр}},$$

где $M_{см}$ – масса нормализованной смеси, кг; $C_{сах\ пр}$ – содержание сахара в готовом продукте, %; $Ж_{см}$ – содержание жира в нормализованной смеси; $Ж_{пр}$ – содержание жира в готовом продукте, %; $K_с$ – коэффициент, учитывающий потери сахара при приготовлении сиропа; с – коэффициент, учитывающий потери сахара при выпаривании и упаковке продукта.

$$K_с = 100/\ 100 - n_{\ сах\ общ},$$

где $n_{\ сахобщ}$ = общие потери сахара, 1,61%;

$$C = 100 - n_{сах}/100 - n_ж,$$

где $n_{сах}$ – потери сахара при приготовлении сиропа, 0,41%; $n_ж$ – потери жира, %.

Для приготовления сахарного сиропа используют питьевую воду, отвечающую стандарту. Сахар растаривают, очищают на ситах или виброаппаратах и растворяют в воде при температуре 70–80 °С. Концентрация сахарного сиропа должна составлять 60–65%. Количество воды для приготовления сиропа рассчитывают по формуле:

$$M_в = M_{сах} \cdot \frac{C_{сах} - C_{сир}}{C_{сир}},$$

где $M_в$ – масса воды, кг; $M_{сах}$ – масса сахара, кг; $C_{сах}$ – содержание сахара в готовом продукте, %; $C_{сир}$ – содержание сахара в сиропе, %.

Сахарный сироп готовят в основном в сироповарочных котлах, а при большой производительности молочноконсервных комбинатов – на сироповарочных станциях, которые могут обеспечить непрерывность процесса. Для приготовления сахарного сиропа можно использовать ванну длительной пастеризации (ВДП). Сироповарочный котел (рис. 5.6) снабжен паровой рубашкой и пропеллерной мешалкой. Рассчитанную массу воды подают в сироповарочный котел, нагревают до 70–80 °С, затем вносят предварительно просеянный сахар. Включают мешалку *2* и после частичного растворения сахара в межстенное пространство – паровую рубашку *4* подают пар через патрубок *5*. После достижения температуры 102–105 °С подачу пара прекращают. Нагретый до 102–105 °С сироп фильтруют и направляют в промежуточную емкость. Непосредственно перед подачей в вакуум-выпарной аппарат сироп фильтруют через ткань или на сепараторах-молокоочистителях. Для избежания инверсии сахарозы и предупреждения роста вязкости сахарный сироп выдерживают от начала кипения (102–105 °С) до смешивания с молоком

не более 20 мин. Температура сиропа при смешивании с молоком должна составлять (80±2) °С.

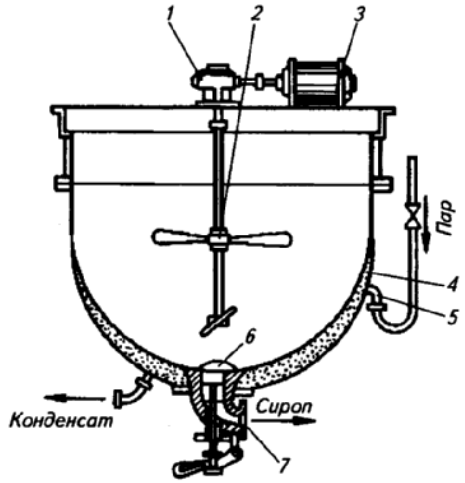


Рис. 5.6. Схема сироповарочного котла:

1 – привод мешалки; 2 – пропеллерная мешалка; 3 – электродвигатель; 4 – паровая рубашка; 5 – патрубок для ввода пара; 6 – рабочий котел; 7 – патрубок для удаления сиропа

При наличии инвертного сахара, особенно глюкозы, очень быстро происходит реакция Майяра, которая сопровождается изменением цвета (побурением) и ростом вязкости продукта. Например, при наличии в готовом продукте 0,7–0,8% инвертного сахара через месяц хранения продукта произойдет его побурение. Поэтому строго соблюдают режимы приготовления сахарного сиропа.

Сгущение на вакуум-выпарном аппарате. Перед началом работы вакуум-выпарного аппарата его подготавливают в соответствии с требованиями санитарных инструкций и техническим паспортом, обеспечивая максимальную испарительную способность.

Если используют 1-корпусную вакуум-выпарную установку циркуляционного типа, то сначала подают половину молока без сиропа, а сироп вводят вместе со второй половиной молока. Если используют 2-корпусную вакуум-выпарную установку, то сахарный сироп вводят вместе с молоком или молоко и сироп подают в следующей последовательности: половина сахарного сиропа, нормализованная молочная смесь, оставшаяся половина сахарного сиропа. Температуру кипения в 1-корпусной вакуум-выпарной установке поддерживают в следующем

режиме: в середине варки – (56±2) °С; в конце варки – (62±2) °С. В двухкорпусной вакуум-выпарной установке температура кипения в 1-м корпусе составляет (75±5) °С, а во 2-м корпусе – (52±2)°С. Для определения готовности варки отбирают пробу молока и определяют массовую долю влаги на рефрактометре. Массовая доля влаги с учетом дополнительного выпаривания в процессе вакуум-охлаждения должна составлять 29–31%. При охлаждении продукта на каждые 10 °С выпаривается около 1% влаги.

Расчет влажности в сгущенном молоке с сахаром к началу вакуум-охлаждения осуществляют по формуле:

$$B_{нач} = B_{кон} + 0{,}088\ (t_{нач} - t_{кон}),$$

где $B_{нач}$, $B_{кон}$ – массовая доля влаги в начале и конце охлаждения, %; $t_{нач}$, $t_{кон}$ – начальная и конечная температура охлаждения, °С.

Охлаждение сгущенного молока. Охлаждение готового продукта проводится не только для снижения его температуры, но и для обеспечения консистенции готового продукта в соответствии с ГОСТом. Консистенция сгущенных с сахаром консервов зависит от размеров кристаллов лактозы. Для получения продукта однородной консистенции необходимо управлять процессом кристаллизации, так как кристаллы лактозы более 10 мкм органолептически ощущаемы и делают консистенцию продукта неоднородной (см. табл. 5.4).

5.4. Характеристика консистенции сгущенного молока с сахаром в зависимости от размеров кристаллов лактозы

Характеристика консистенции продукта	Размер кристаллов лактозы, мкм
Однородная по всей массе	До 10,0
Мучнистая	От 11,0 до 15,0
Песчанистая	От 16,0 до 25,0
Грубая	Более 25,0

Лактоза в цельном молоке находится в состоянии истинного или молекулярного раствора, и размер молекулы составляет около 1 мкм. При сгущении массовая доля лактозы увеличивается от 4,0–4,5% (в исходной смеси) до 12,0% (в сгущенной смеси), что соответствует ее массовой доле 30–31% в водной части. В неохлажденном сгущенном молоке с сахаром (при температуре вакуум-выпаривания) лактоза находится в состоянии насыщенного раствора, при охлаждении переходит в пересыщенное состояние и начинается ее кристаллизация. В сгущенных молочных консервах с сахаром кристаллизация лактозы протекает в соответствии с молекулярно-кинетической теорией кристаллизации и проходит в две стадии: зарождение кристаллов, рост кристаллов. При этом особенностью кристаллизации лактозы в молочных консервах на основе осмоанабиоза является то, что молоко, представляя собой многокомпонентную систему, содержит вещества как в растворенном, так и в нерастворенном виде. В связи с этим отсутствует четкая граница метастабильной и лабильной зоны. Лактоза в молоке находится в виде двух изомерных форм – α- и β-формы. Структурно-изомерные формы лактозы α и β имеют одинаковую химическую формулу и одинаковые химические свойства, но отличаются величиной угла вращения плоскостей поляризационного луча и растворимостью в воде. Лактоза кристаллизуется с одной молекулой кристаллической воды и образует молекулярную форму $C_{12}H_{22}O_{11}\cdot H_2O$. Кроме лактозы, содержащей кристаллическую воду, существует безводная форма лактозы – ангидрид молочного сахара, который может присутствовать как в α-, так и в β-форме. Эти формы легко переходят одна в другую. Скорость перехода возрастает с повышением температуры. Процесс перехода продолжается до тех пор, пока не наступит равновесие между α- и β-формами: $\alpha \rightleftarrows \beta$. При длительном охлаждении молочных консервов на основе осмоанабиоза происходит задержка наступления состояния перенасыщения лактозы, медленнее образуются центры кристаллизации лактозы (зародыши) и в результате образуются в готовом продукте крупные кристаллы лактозы. В случае интенсивного охлаждения продукта быстро наступает состояние перенасыщения и скорость кристаллизации увеличивается, что сопровождается образованием большого числа центров кристаллизации. Однако быстрая стадия охлаждения и перенасыщения сменяется стадией медленной кристаллизации лактозы, которая вызвана замедлением скорости превращения β-формы в α-форму. Для выравнивания скорости обращения фаз в продукт необходимо ввести дополнительные центры кристаллизации лактозы. Ими может быть мелкокристаллическая лактоза с размером кристаллов 1–4 мкм. Такую мелкокристаллическую лактозу еще называют затравкой. Ее вносят в количестве 0,02% от массы охлаждаемого сгущенного молока. В качестве затравки можно использовать продукт предыдущей варки с бархатной консистенцией, его вносят в количестве 1,0% от массы охлаждаемого сгущенного молока. С внесением затравки скорость и массовость кристаллизации резко повышается.

Кроме того, на процесс кристаллизации лактозы влияет ее перемешивание. При охлаждении увеличивается вязкость, что замедляет образование центров кристаллизации, так как затрудняется диффузия молекул лактозы из более концентрированной зоны в менее концентрированную. Таким образом, оптимальной температурой кристаллизации лактозы является температура, при которой происходит быстрое перенасыщение лактозы и сохраняется минимальная вязкость, ее называют температурой усиленной кристаллизации. Температура усиленной кристаллизации лактозы зависит от ее концентрации и определяется по графику Гудзона (рис. 5.7). График Гудзона представляет собой зависи-

мость температуры охлаждения водного раствора от концентрации лактозы в нем. На графике показаны: кривая начальной растворимости *1*; кривая конечной растворимости *2*; кривая усиленной кристаллизации *3* и кривая перенасыщения *4*. Кривая конечной растворимости показывает максимальную растворимость лактозы в 100 г воды, выше которой происходит перенасыщение. Кривая перенасыщения показывает максимальную концентрацию лактозы, выше которой при любых условиях произойдет кристаллизация лактозы. В так называемой метастабильной зоне, заключенной между кривыми *2* и *4*, лактоза кристаллизуется при определенных условиях. В этой зоне, приблизительно на 10 °С выше кривой под номером *4*, расположена кривая усиленной кристаллизации, которая показывает, до какой температуры в зависимости от концентрации лактозы в молоке необходимо охладить сгущенное молоко с сахаром, чтобы обеспечить максимальную кристаллизацию. Для установления температуры усиленной кристаллизации молочного сахара определяют его концентрацию в водной части продукта и по графику Гудзона находят точку пересечения вертикальной линии, соответствующей данной концентрации лактозы, с кривой усиленной кристаллизации. По этой точке пересыщения определяют температуру усиленной кристаллизации. График Гудзона составлен для чистых водных растворов лактозы, и его уточняют для конкретных случаев. Технологически вышеизложенное решается следующим образом. Сгущенные молочные консервы с сахаром охлаждают в открытых вертикальных кристаллизаторах-охладителях горизонтального и вертикального типа.

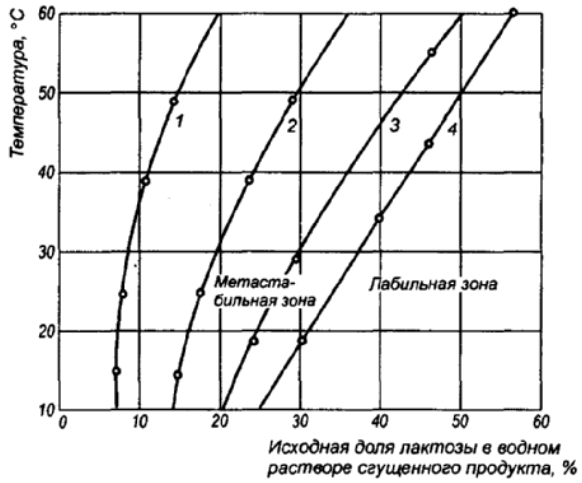


Рис. 5.7. График Гудзона:

1 – начальная растворимость; 2 – конечная растворимость; 3 – усиленная кристаллизация; 4 – перенасыщение

В кристаллизаторах-охладителях (рис. 5.8) продукт охлаждается в три стадии:

- быстрое охлаждение от температуры сгущения (56–60 °С) до температуры массовой кристаллизации (32±2 °С);
- выдержка при температуре массовой кристаллизации в течение 40–60 мин;
- охлаждение продукта до 17–18 °С.

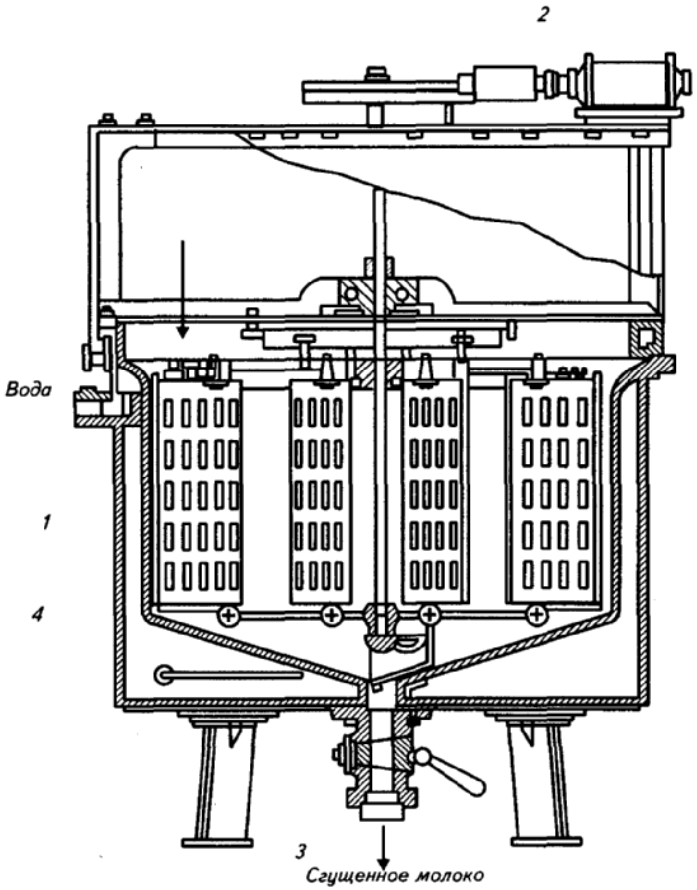


Рис. 5.8. Схема открытого вертикального кристаллизатора-охладителя:

1 – корпус; 2 – привод мешалки; 3 – кран для выпуска продукта; 4 – мешалка

Весь процесс охлаждения продукта и кристаллизации лактозы в нем составляет 4–6 ч. При использовании вакуум-охладительных установок (рис. 5.9) продолжительность процесса охлаждения и кристаллизации резко сокращается, обеспечивается непрерывность процесса, а закрытая система предохраняет сгущенный продукт от контакта с окружающей средой. Перед работой вакуум-охладители подготавливают: моют, ополаскивают горячей водой, пропаривают острым паром. Сгущенное молоко отсасывается из вакуум-аппарата под действием разрежения, создаваемого в вакуум-охладителе, и попадает в вакуум-охладитель. Охлаждение проводят при разрежении не ниже 931 кПа в начале процесса и 971–998 кПа в конце охлаждения. Во время охлаждения влага дополнительно выпаривается, в результате чего происходит быстрый перепад температуры от 55–60 °С до 15–18 °С. В то время как в первом корпусе вакуум-охладителя продукт охлаждается, из второго охлажденное сгущенное молоко направляется на фасовку. Таким образом, обеспечивается непрерывность процесса охлаждения молока и кристаллизации молочного сахара. Охлаждение проводят по варкам – для каждой партии сгущенного продукта.

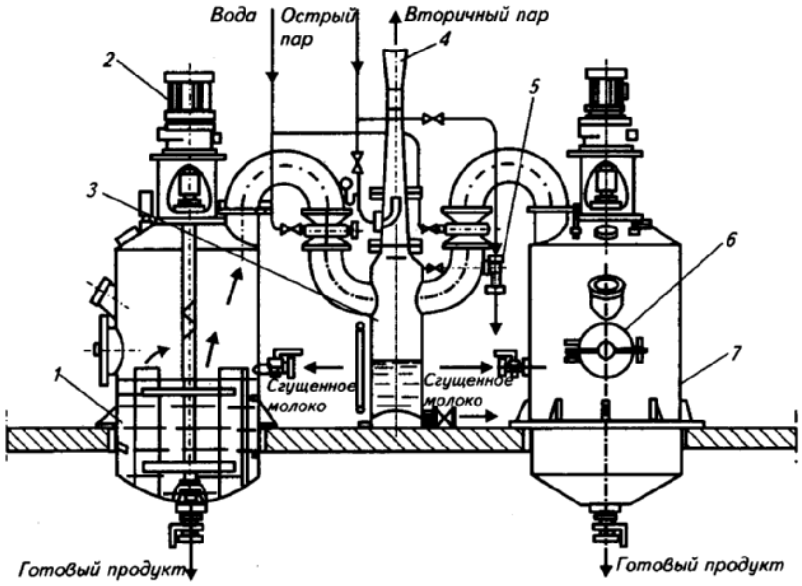


Рис. 5.9. Схема вакуум-охладителя:

1 – вакуум-камера; 2 – привод мешалки; 3 – водоотделитель; 4 – эжектор; 5 – пусковой эжектор; 6 – люк; 7 – корпус

Затравку вносят через воздушный кран, предварительно закрыв задвижку, чтобы не произошел унос затравки с соковыми парами, после чего 2–3 мин задвижку не открывают, что позволяет максимально использовать затравку. Предварительно затравку прокаливают при температуре 100–105 °С в течение 1 ч для снижения бактериальной обсемененности. Затравка вносится в момент усиленной кристаллизации лактозы, которая определяется в каждом конкретном случае по графику Гудзона. Для этого сначала определяют концентрацию лактозы в водной части данной партии сгущенного молока и затем так называемое лактозное число:

$$ЛЧ = \frac{100 \cdot Л_{пр}}{Л_{пр} + В_{пр}},$$

где ЛЧ – лактозное число (концентрация лактозы в водной части продукта), %; $Л_{пр}$ – концентрация лактозы в продукте, %; $В_{пр}$ – концентрация влаги в продукте, %.

Концентрацию лактозы в продукте определяют по формуле:

$$Л_{пр} = \frac{Л_{м} \cdot Ж_{пр}}{Ж_{см}},$$

где $Л_{м}$ – массовая доля лактозы в нормализованной смеси, %; $Ж_{пр}$, $Ж_{см}$ – массовая доля жира в продукте, в нормализованной смеси, %.

Массовую долю лактозы в нормализованной смеси определяют по формуле:

$$Л_{м} = (Д_{м} + Ж_{см}) \cdot 0{,}143,$$

где $Д_{м}$ – плотность молока, °А.

Температуру усиленной кристаллизации, найденную по графику Гудзона, проверяют на нескольких варках и вводят в практику предприятия. Принятую температуру усиленной кристаллизации проверяют не реже 1 раза в месяц.

Правильность проведения операции кристаллизации лактозы определяют микроскопированием по методике Л.В. Чекулаевой.

В процессе охлаждения может вводиться аскорбиновая и сорбиновая кислота. Аскорбиновая кислота вводится для предотвращения потемнения продукта. Сорбиновая кислота вводится для предупреждения роста плесени. Кислоты вводятся в количестве, не превышающем 0,02% от массы продукта. Кислоты растворяют в дистиллированной или кипяченой воде и в виде 20–25%-ного водного раствора, при температуре (27±2) °С вносят в продукт. При совместном использовании аскорбиновой и сорбиновой кислот их вносят одновременно в растворенном виде в продукт при температуре хранения.

От каждой партии охлажденного сгущенного продукта отбирают пробу для химического анализа и проверяют на соответствие требованиям стандарта. Если продукт не отвечает требованиям, проводят стандартизацию. Для этого разрешается использовать смешивание молока различных варок или использовать кипяченую воду. Температура кипяченой воды должна соответствовать температуре продукта. Если проводится стандартизация готового сгущенного продукта, то делается запись в паспорт продукта. Такой продукт не подлежит закладке на хранение и направляется на быструю реализацию или на промышленную переработку.

Расфасовка, упаковка и маркировка. Охлажденное до (20±2) °С сгущенное молоко с сахаром немедленно направляется на расфасовку и упаковку. В случае задержки на 5–6 ч продукт постоянно мешают. Сгущенное молоко с сахаром фасуют в потребительскую и транспортную тару. Потребительская упаковка: жестяные банки по 3,85 кг; 1,1 кг; 500 г; 400 г; 330 г; 270 г; 125 г; 110 г; алюминиевые тубы по 260 г и 220 г; картонные многослойные пакеты типа «пюр-пак» массой 650 г, «тетра-брик» массой 280 г; полистироловые коробочки и стаканчики различной вместимости. Может использоваться другая разрешенная потребительская упаковка. Транспортная упаковка: автоцистерны, железнодорожные цистерны, бочки по 50 кг деревянные заливные для пищевых продуктов и фанерноштампованные, фляги по 45–46 кг, пластиковые ведра емкостью 5 л или другая разрешенная транспортная тара. Металлические банки могут быть привозными или производиться на собственном жестянобаночном производстве. Банки перед розливом испытываются на герметичность и направляются в банкомоечную машину, где обрабатываются горячей водой, пропариваются острым паром; просушиваются горячим воздухом при температуре около (110±2) °С или подготавливаются другим способом, обеспечивающим установленные нормы механической и бактериальной чистоты. Крышки обрабатывают в стерилизаторе или другим способом, обеспечивающим установленные нормы механической и бактериальной чистоты. При выходе из банкомоечной машины чистые сухие банки автоматически переворачиваются и поступают по транспортеру к разливочной машине. Наполненные банки закатываются на закаточной машине, маркируются и направляются на склад готовой продукции, где этикетируются.

Алюминиевые тубы облучают на конвейерной ленте бактерицидными лампами или стерилизуют горячим воздухом. Наполненные и закатанные тубы упаковывают в ящики.

Сгущенное молоко с сахаром хранят при относительной влажности воздуха не более 85% и температуре от 0 до 10 °С не более 12 мес. – в жестяной потребительской таре; 8 мес. – в транспортной таре; 6 мес. – в картонной и пластиковой потребительской таре.

Непрерывно-поточный способ производства сгущенного молока с сахаром

Этот способ разработан В.В. Страховым (ВНИМИ) и впервые внедрен на Рогачевском молочноконсервном комбинате. На Капсукасском молочноконсервном комбинате для производства сгущенного молока с сахаром непрерывно-поточным способом используется автоматизированная линия фирмы «Альфа-Лаваль» (Швеция). В отличие от периодического способа производства, при непрерывно-поточном способе (рис. 5.10) все операции осуществляются в потоке: растворение сахара в молоке, вакуум-выпаривание молочно-сахарной смеси, гомогенизация, охлаждение и внесение затравки. Выпаривание осуществляется в вакуум-выпарном аппарате пленочного типа, охлаждение – в пластинчатых охладителях.

Особенности технологического процесса. В нормализованное молоко вносят рассчитанное количество сахара, перемешивают, подогревают до температуры 65 °С. После растворения сахара молочно-сахарную смесь охлаждают до температуры 15 °С, фильтруют, подогревают до 56 °С, очищают на сепараторе-диспергаторе, подогревают до 74 °С, охлаждают до 5 °С и направляют в емкость для нормализации. Молочно-сахарную смесь подвергают тепловой обработке в трех трубчатых подогревателях, где она нагревается, соответственно, до 41, 57 и 75 °С. Смесь поступает в деаэратор, где за счет самоиспарения охлаждается до 65 °С и подается в 4-й подогреватель, где нагревается до 86° С. Далее поступает в первую секцию теплообменника, где нагревается до 95–96 °С, а затем во вторую, где нагревается до 105–107 °С.

Сгущение молочно-сахарной смеси проводят в 3-корпусной вакуум-выпарной установке пленочного типа при следующих режимах: 1 корпус – 78 °С; 2 корпус – 60 °С; 3 корпус – 48 °С. Вакуум-выпарной аппарат оснащен финишером, где можно регулировать конечную концентрацию сухих веществ автоматически. Из вакуум-выпарного аппарата продукт выходит с массовой долей сухих веществ 74%.

Если сгущенное молоко с сахаром имеет вязкость менее 3 Па·с, то проводится гомогенизация. После гомогенизации продукт автоматически подается на охлаждение в пластинчатый охладитель. Температура охлаждения 20–22 °С. Затравка подается автоматически с помощью вибратора с дозирующим устройством. Объемным насосом сгущенное молоко с сахаром подается в емкости, где оно хранится для завершения процесса кристаллизации лактозы в течение 4–6 ч при перемешивании. Далее продукт направляется на фасовку, упаковку и маркировку.

Сгущенные сливки с сахаром

Сгущенные сливки с сахаром должны содержать не более 26% влаги, не менее 37% сахара, не менее 36% сухих веществ молока. Исходя из этого, принят плановый состав продукта: содержание жира – 20%, СОМО – 17%, соотношение ЖИР/СОМО – 1,176.

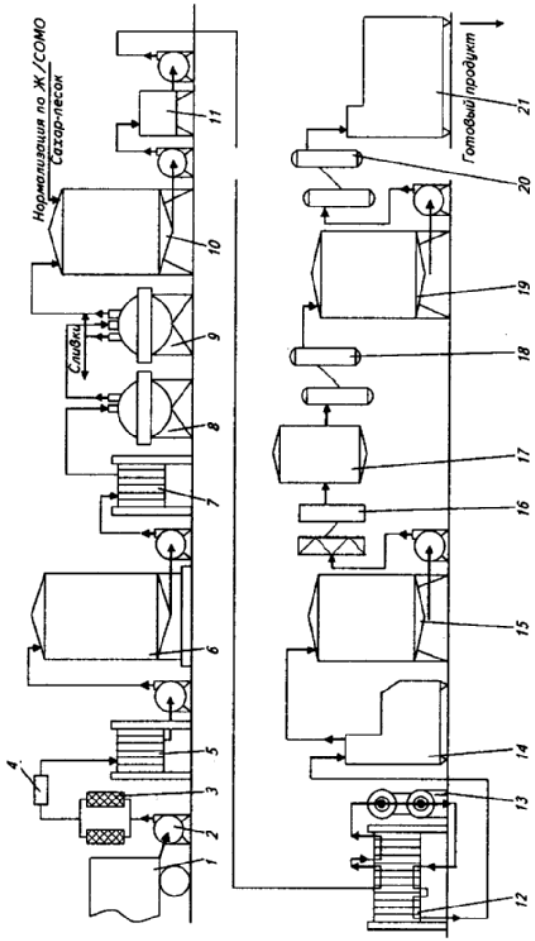


Рис. 5.10. Аппаратурно-технологическая схема производства сгущенного молока с сахаром непрерывно-поточным способом:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – пластинчатый теплообменник; 8 – сепаратор-молокоочиститель; 9 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 10 – резервуар для промежуточного хранения; 11 – уравнительный бачок; 12 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 13 – выдерживатель; 14 – гомогенизатор; 15 – резервуар для промежуточного хранения; 16 – кальризаторы; 17 – ВВА; 18 – конденсаторы; 19 – резервуар промежуточного хранения; 20 – вакуум-кристаллизатор; 21 – расфасовочный автомат

Технология сгущенных сливок с сахаром аналогична технологии сгущенного молока с сахаром, за исключением того, что стандартизованные сливки после пастеризации гомогенизируют при давлении 17,0–17,5 МПа. Сгущенные сливки с сахаром фасуют в потребительскую или в промышленную тару.

Сгущенное нежирное молоко и пахта с сахаром

Сгущенное нежирное молоко вырабатывают из обезжиренного молока или из смеси обезжиренного молока (75%) и пахты (25%). Вкус и запах готового продукта должен соответствовать вкусу и запаху сгущенного цельного молока с сахаром. Допускается недостаточно выраженный вкус и незначительная мучнистость продукта. Содержание влаги в сгущенном нежирном молоке и пахте с сахаром должно быть не более 30%, СОМО – не менее 26%, сахарозы – не менее 44%. Производство сгущенного нежирного молока и пахты аналогично производству сгущенного цельного молока с сахаром.

Кофе со сгущенным молоком и сахаром и кофе со сгущенными сливками и сахаром

Общие технологические операции аналогичны производству сгущенного цельного молока с сахаром. Особенностью является внесение экстракта кофе или его смеси с цикорием, повышенный режим гомогенизации нормализованной смеси (65–70 °С, 10–12 МПа) и более глубокое охлаждение при кристаллизации лактозы – (25±5 °С) из-за пониженной массовой доли лактозы в водной ее части (22–24%). Водные экстракты кофе и цикория получают в котле-экстракторе или в котле с паровой рубашкой, в аппарате с гейзерным устройством, в фильтрующих центрифугах. Массу наполнителей рассчитывают по рецептуре. Рассчитанное количество кофе, кофейного напитка или цикория высыпают в котел, разбавляют водой в 4 раза, доводят до кипения, выдерживают при температуре кипения 5 мин и оставляют без подогрева массу в покое на 1 ч для осуществления процесса экстрагирования и осаждения. Полученный экстракт фильтруют, а массу вновь заливают горячей водой в четырехкратном объеме, доводят до кипения, выдерживают 30 мин, фильтруют, охлаждают до (4±2) °С и хранят не более 24 ч. Экстракты кофе и кофейного напитка имеют pH от 4,8 до 5,4 ед., поэтому в них добавляют двууглекислый натрий, доводя pH до значения (6,8±0,1) ед. Вводят вкусовой наполнитель в вакуум-выпарной аппарат после молочной смеси и сахарного сиропа. Возможно частичное внесение экстракта кофе в процессе охлаждения для предотвращения потери аромата.

Какао со сгущенным молоком и сахаром, какао со сгущенными сливками и сахаром

Общие технологические операции аналогичны производству сгущенного цельного молока с сахаром. Особенностью является внесение

какао-порошка, повышенный режим гомогенизации нормализованной смеси (65–70 °С, 10–12 МПа), более жесткий режим тепловой обработки (95–115 °С без выдержки) и более глубокое охлаждение при кристаллизации лактозы – (25±5) °С – из-за пониженной массовой доли лактозы в водной ее части (22–24%). Особенность приготовления и внесения какао состоит в следующем. Рассчитанное по рецептуре количество какао-порошка смешивают с половиной приготовленного для варки сахара. Полученную смесь засыпают в сироповарочный котел. Доводят питьевой водой концентрацию какао-сахарного сиропа до 65–70%, смесь нагревают до 95–96 °С или до кипения. Какао-сахарный сироп фильтруют и вносят в молоко или сливки при одинаковой с ними температуре. Для сохранения аромата какао его вносят частями в вакуум-выпарной аппарат и в вакуум-охладитель, допускается частичное внесение в охлажденный продукт. Аппаратурно-технологическая схема производства какао со сгущенным молоком и сахаром представлена на рис. 5.11.

Молоко сгущенное с сахаром «Юбилейное»

Это продукт, в котором проведен ферментативный гидролиз лактозы. Осмодеятельность полученных в результате гидролиза лактозы моносахаров (глюкозы и галактозы) в 1,8 раза выше дисахаридов, что позволяет повысить хранимоспособность консервов, а также за счет снижения массовой доли лактозы предотвращается вторичная кристаллизация лактозы при нарушении температурных условий хранения продукта. Органолептические показатели молока сгущенного с сахаром «Юбилейного»: вкус чистый, сладкий; цвет равномерный по всей массе, белый, с кремовым оттенком; консистенция однородная. В молоке сгущенном с сахаром «Юбилейное» массовая доля влаги не должна превышать 29,5%, а сухих веществ молока быть не менее 27,0%, сахарозы – не менее 43,5%.

Гарантированный срок хранения 2 года при температуре от 0 до 10 °С и относительной влажности воздуха не более 75%. В конце срока хранения молока сгущенного с сахаром допускается изменение цвета до кремового.

Рекомбинированные молокосодержащие консервы с сахаром

Производство рекомбинированных молокосодержащих продуктов связано с состоянием сырьевой и производственной базы молочной промышленности. В производстве таких видов продуктов используют молочное сырье, в том числе молочные консервы, жиры немолочного происхождения, наполнители и пищевые добавки (ароматизаторы, красители, стабилизаторы структуры и т. п.).

Технологический процесс рекомбинированных молокосодержащих продуктов представлен на рис. 5.12.

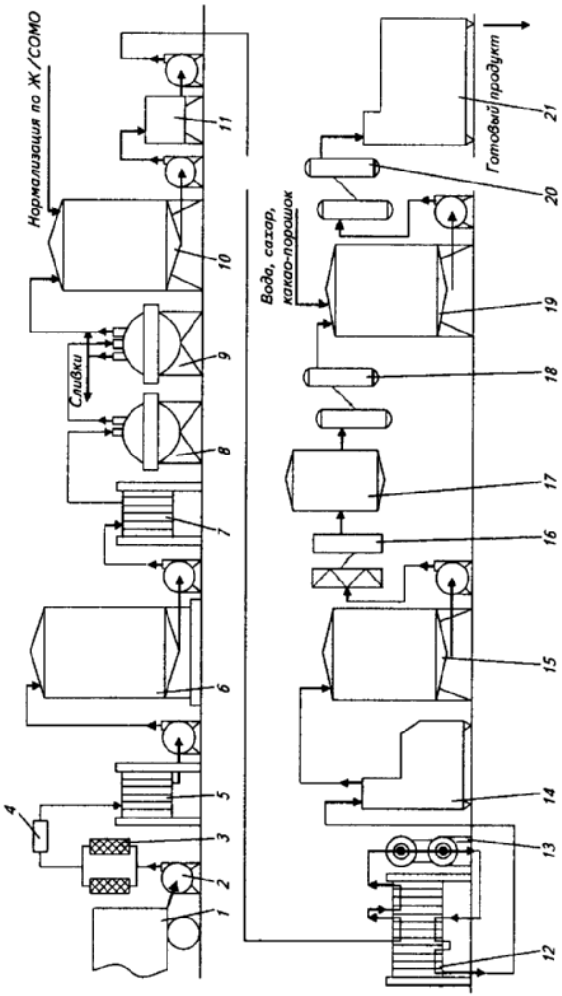


Рис. 5.11. Аппаратурно-технологическая схема производства какао со сгущенным молоком и сахаром:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – пластинчатый теплообменник; 8 – сепаратор-молокоочиститель; 9 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 10 – резервуар для промежуточного хранения; 11 – уравнительный бачок; 12 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 13 – выдерживатель; 14 – гомогенизатор; 15 – резервуар для промежуточного хранения; 16 – калориза торы; 17 – ВВА; 18 – конденсаторы; 19 – резервуар для кристаллизации; 20 – вакуум-кристаллизатор; 21 – расфасовочный автомат



Рис. 5.12. Схема технологического процесса рекомбинированных молокосодержащих консервов

Рекомбинированные молочные консервы вырабатывают трех видов: рекомбинированные молочные консервы, получаемые восстановлением молочного сырья и специальной его обработкой; рекомбинированные молокосодержащие консервы, в состав которых входит один или несколько компонентов немолочного происхождения; рекомбинированные молокосодержащие консервы ароматизированные, в производстве которых наряду с вышеперечисленным используют различные ароматизаторы, позволяющие расширить ассортимент продукции.

Рекомбинированные консервы вырабатывают по рецептуре, которая представлена в табл. 5.5.

Приемка и оценка качества сырья производится в соответствии с требованиями ГОСТа на молоко и технологических инструкций (ТИ) на

вырабатываемые продукты. Сырье подготавливается в соответствии с рецептурой и направляется на приготовление смеси. В емкость, снабженную рубашкой и мешалкой, подается питьевая вода с температурой (37±2) °С и сухое обезжиренное молоко.

Смесь тщательно перемешивается до полного растворения и фильтруется для удаления нерастворенного молочного остатка. Полученное восстановленное молоко нагревают до температуры (62±2) °С и в него вносится жировой компонент (сливочное или растительное масло) нагретое до температуры (62±2) °С. Разница температуры жирового компонента и восстановленной молочной смеси не должна превышать 5 °С. Полученную смесь перемешивают до равномерного распределения жира в емкости. Для получения однородной, стойкой к расслоению эмульсии ее направляют на эмульгирование в эмульгатор, гомогенизатор или направляют по замкнутому циклу: емкость – центробежный насос – емкость. В полученную эмульсию добавляют аскорбиновую и сорбиновую кислоты. Кислоты можно вносить индивидуально или в смеси, предварительно растворив в питьевой воде при температуре (85±2) °С в соотношении 1:30.

5.5. Рецептура на рекомбинированные молочные и молокосодержащие консервы с сахаром (в г на 1000 г готового продукта без учета потерь)

Компонент	Рекомбинированные молочные консервы	Рекомбинированные молокосодержащие консервы	Рекомбинированные молокосодержащие консервы ароматизированные
Молоко сухое обезжиренное	228,3	230,0	230,0
Масло крестьянское сладкосливочное несоленое	98,9	–	–
Масло растительное рафинированное, дезодорированное	–	81,5	81,3
Сахар-песок	435,4	435,0	435,0
Вода питьевая	237,4	253,1	253,1
Аскорбиновая кислота	0,2	0,2	0,2
Сорбиновая кислота	0,2	0,2	0,2
Ароматизатор	–	–	0,1
Краситель	–	–	0,05

Кислоты вносят в количестве не более 0,02% от массы готового продукта (200 г на 1000 кг продукта). Полученную смесь тщательно перемешивают. Для повышения термоустойчивости приготовленной смеси в нее вносят соли-стабилизаторы в виде 25% водного раствора. Массовая

доля солей-стабилизаторов в готовом продукте не должна превышать 0,01%. При постоянном перемешивании в смесь вносят отвешенный по рецептуре сахар. Молочно-сахарную смесь фильтруют. Далее смесь подается на пастеризацию при температуре (95±2) °С с выдержкой от 5 до 15 с или (82±2) °С с выдержкой от 5 до 15 мин. Пастеризованную смесь гомогенизируют и охлаждают до температуры (40±2) °С. Охлаждение проводится в открытой ванне, снабженной рубашкой и мешалкой. С целью получения в готовом продукте кристаллов лактозы, размером не превышающих 10 мкм, вносят затравку из мелкокристаллической лактозы с размером кристаллов не более 4 мкм. Затравка вносится в количестве 0,02% от массы продукта. Порошок лактозы перед внесением в консервы просеивают через сито, прокаливают в сушильном шкафу при температуре (103±2) °С. Лактоза может наноситься напылением на поверхность продукта с последующим перемешиванием либо путем предварительного смешивания в небольшой части готового продукта с температурой (37±2) °С. Затравку вносят при температуре усиленной кристаллизации, которую уточняют на основании ряда опытных выработок; как правило, она составляет (35±2) °С. Продолжительность охлаждения (кристаллизации) (55±5) мин. После окончания процесса кристаллизации лактозы продукт охлаждается до температуры (20±2) °С и направляется на фасование. Хранение рекомбинированных молочных и молокосодержащих консервов с сахаром при температуре 10 °С и относительной влажности воздуха 85% герметически укупоренных – не более 12 мес., негерметично укупоренных – 3 мес.

Рекомбинированные молочные консервы с сахаром и наполнителями

Рекомбинированные молочные консервы с сахаром и наполнителями – это продукты, вырабатываемые из смеси пастеризованного сухого молока и растительного масла путем выпаривания части воды и консервирования сахаром с добавлением вкусовых наполнителей.

В настоящее время (с начала XXI в.) вырабатывается широкий ассортимент молочно-растительных консервов с сахаром и наполнителями, в том числе ароматизированных: со вкусом рома с изюмом, рома с шоколадом, шоколада с фундуком, вишни с шоколадом, шоколада с миндалем, шоколада с коньяком, диких ягод, дыни, персика, ананаса, яблока с корицей и др.

Молоко сгущенное с сахаром, термически обработанное

К данному виду продуктов относится так называемое вареное сгущенное молоко с сахаром. В промышленных условиях вареное сгущенное молоко с сахаром вырабатывают из сгущенного цельного молока традиционного состава и из сгущенного молока комбинированного состава. При тепловой обработке сгущенных молочных консервов с сахаром протекает реакция Майяра, в результате которой продукт приобретает характерный карамельный вкус и цвет, увеличивается его вязкость.

Процесс производства вареного сгущенного молока с сахаром по традиционной технологии включает операции, представленные на схеме (рис. 5.13).

Сгущенное молоко с сахаром, упакованное в металлические банки, принимают по массе и количеству. Подвергают входному контролю на соответствие стандартам или техническим условиям. Металлические банки освобождают от этикеток и направляют на варку. Варку проводят в автоклаве-стерилизаторе. Продолжительность нагрева и варки устанавливают опытным путем для каждого конкретного случая. Например, при 112 °С время нагрева – 20 мин; варки – 60 мин, а охлаждения – 20 мин.



Рис. 5.13. Общая технологическая схема производства вареного сгущенного молока с сахаром

Разработана и внедрена в производство технология вареного сгущенного молока с сахаром комбинированного состава. Продукт, выработанный по этой технологии, называется «Сгущенка с сахаром вареная»; в зависимости от используемого сырья и массовой доли жира вырабатывается в ассортименте (приложение 10).

«Сгущенка с сахаром вареная» вырабатывается следующими способами:

- тепловой обработкой в автоклавах-стерилизаторах сгущенного комбинированного молока с сахаром, упакованного в жестяные банки;
- тепловой обработкой сгущенного комбинированного молока с сахаром в варочных емкостях, с последующей расфасовкой и упаковкой в потребительскую или транспортную тару;

- получением сгущенного комбинированного молока с сахаром и его тепловой обработкой в варочных емкостях с последующей расфасовкой и упаковкой в потребительскую или транспортную тару.

В качестве сырья для «Сгущенки с сахаром вареной» может быть использовано следующее молочное сырье: молоко цельное и обезжиренное, сливки, сухое цельное и обезжиренное молоко, сухие сливки, молоко сгущенное с сахаром цельное и нежирное, масло коровье, сыворотка молочная, а также масло растительное или заменители молочного жира, сахар-песок и патока крахмальная, изолят и концентрат соевых белков, вкусо-ароматические добавки и вода. Готовый продукт имеет характерный сладкий вкус вареного сгущенного молока с сахаром и привкусом используемых вкусо-ароматических добавок, консистенцию густую, однородную, допускается включение небольшого количества кристаллов лактозы, цвет – от светло-коричневого до коричневого.

Вареное сгущенное молоко можно производить с применением стабилизатора структуры агар-агара, а также комплекса пищевых добавок «Мультек ФПТ» и «Мультек СБГ» (ЗАО «Пищевые стабилизаторы»), которые позволяют имитировать механизмы тепловой коагуляции сгущенного молока. Рецептура вареного сгущенного молока на основе СОМ и комплекса пищевых добавок «Мультек ФПТ» представлена в табл. 5.6.

5.6. Рецептура вареного сгущенного молока

Сырье, г	Содержание, %	
Сухое обезжиренное молоко	10,0	10,0
Заменитель молочного жира с массовой долей жира 99%	8,5	8,5
Сахар	44,0	44,0
Стабилизатор (Мультек ФПТ)	2,0	–
Стабилизатор (Мультек СБГ)	–	1,1
Краситель (Мультек КГМ, колер)	0,3	0,3
Ароматизатор	0,05	0,05
Вода	33,15	33,95
Итого:	100,0	100,0

Технологический процесс состоит из последовательности следующих операций. Растворить сухое обезжиренное молоко и стабилизатор в воде при температуре 10–40 °С. Размешать смесь до равномерного распределения компонентов и нагреть до температуры 60–65 °С. Внести по рецептуре жировой компонент и провести эмульгирование смеси (постановка эмульсии). Пастеризовать при температуре 80–85 °С в течение 3–5 мин. Внести в смесь сахар по рецептуре и нагревать до 90–95 °С в течение 3–5 мин до полного растворения сахара и подавления вегетативной формы микрофлоры. В горячую смесь внести по рецептуре красители и ароматизаторы, которые должны быть термостабильны. Охладить до 70–75 °С и расфасовать в потребительскую или промышленную упаковку. Продукт охладить в хладостатной камере и направить на реализацию.

Возможно производство продукта «Сгущенка с сахаром вареная» путем частичной замены сахарозы на глюкозу, а также с использованием инвертного сахара. «Сгущенка с сахаром вареная», выработанная с частичной заменой сахарозы на глюкозу или инвертные сахара, по органолептическим показателям соответствует требованиям, представленным в табл. 5.7.

5.7. Органолептические показатели «Сгущенки с сахаром вареной» с частичной заменой сахарозы

Показатели	Характеристика
Вкус и запах	Сладкий, чистый, молочный с выраженным привкусом карамелизации сахаров
Консистенция	Густая, однородная по всей массе
Цвет	От кремового до бурого равномерный, глянцевый

По физико-химическим показателям продукт должен соответствовать требованиям и нормам, указанным в табл. 5.8.

5.8. Состав «Сгущенки с сахаром вареной» с частичной заменой сахарозы

Показатель	Жирность продукта	
	4%	Нежирный
Массовая доля влаги, не более, %	32	34
Массовая доля углеводов, % в том числе:		
сахарозы, не менее	33	35
глюкозы, не менее	7	7
Массовая доля сухих веществ молока, %	28	24
в том числе жира, не менее	4	–

Технологический процесс производства состоит из следующих последовательно осуществляемых операций: восстановление сухого молока, нормализация состава молока, пастеризация нормализованной смеси, приготовление и внесение сахарного сиропа, выпаривание, гомогенизация, расфасовка, упаковка, маркировка.

Восстановление сухого молока. Растворение сухого цельного и обезжиренного молока в воде и получение восстановленного молока осуществляется в специальных аппаратах различной конструкции или в приспособленных для этих целей ваннах с мешалками. Сухое молоко

растворяют в воде с температурой от 40 до 60 °С в зависимости от конструкции аппарата. Восстановленное молоко пропускают через металлическую сетку с размером ячеек 3×3 мм для освобождения от крупных, нерастворившихся комочков. Восстановленное молоко немедленно охлаждают до температуры 4–8 °С и хранят при этой температуре 4 ч с целью набухания белков, устранения водянистого привкуса и достижения требуемой плотности. Восстановление молочного сырья проводят в соответствии с рецептурой.

Рецептура на восстановленное молоко для приготовления 1000 кг нормализованной смеси 4% жирности, без учета потерь:

молоко сухое цельное с массовой долей жира 25%, сухих веществ 96%, кг	53,32
молоко сухое обезжиренное, кг	40,01
вода питьевая, кг	906,67
Итого, кг	1000

Рецептура на восстановленное молоко для приготовления 1000 кг нормализованной смеси нежирной, без учета потерь:

молоко сухое обезжиренное, кг	83,50
Вода питьевая, кг	916,50
Итого, кг	1000

Нормируемые потери при восстановлении молока рассчитывают в соответствии с приказом Госагропрома СССР № 1025 от 30.12.87 г.

Нормализация состава восстановленного молока. При производстве продукта 4% жирности допускается производить нормализацию сухого обезжиренного молока сливками. Массу сливок, необходимую для нормализации восстановленного обезжиренного молока, рассчитывают по формуле:

$$M_{сл} = \frac{СОМО_м \cdot О_р - Ж_м}{Ж_{сл} - СОМО_{сл} \cdot О_р}, \text{ кг},$$

где $СОМО_м = СМО_м - Ж_м$,

$$СМО_м = \frac{4{,}9 \cdot Ж_м + Д_м}{4} + 0{,}5 .$$

Допускается изменение величины 0,5 в зависимости от состава молока. Данную величину устанавливает лаборатория для каждой партии сухого молока на основании трехкратных определений молочного остатка в восстановленном молоке в соответствии с ГОСТ 3626.

Поправочный коэффициент $О_р$ определяется по формуле:

$$О_р = \frac{Ж_{пр}}{СОМО_{пр}} = 0{,}166 .$$

Массовая доля жира в восстановленном молоке ($Ж_м$) и сливках ($Ж_{сл}$) определяется по ГОСТ 58670.

Сухой обезжиренный молочный остаток сливок ($СОМО_{сл}$) определяется по формуле:

$$СОМО_{сл} = \frac{100 - Ж_{сл}}{10{,}615} .$$

Внесение солей стабилизаторов. Для обеспечения в готовом продукте густой, равномерной по всей массе консистенции в нормализованное молоко вносятся соли-стабилизаторы в виде 25%-ного водного раствора в количестве от 0,05% до 0,40% от массы нормализованной смеси.

Пастеризация нормализованной смеси. Тепловую обработку нормализованного молока производят при температуре 85–100 °С.

Приготовление сахарного сиропа. Сахарный сироп готовят на основе сахара-песка в количестве 83% и глюкозы кристаллической гидратной в количестве 17% от общего количества углеводов. Массу углеводов ($М_{угл}$), необходимую для приготовления сахарного сиропа на одну варку «Сгущенки с сахаром вареной» 4% жирности, рассчитывают по формуле:

$$М_{угл} = М_{жира} \frac{С_{угл.пр.}}{Ж_{пр}} К_с , \text{ кг},$$

где $М_{жира} = \frac{М_{см} \cdot Ж_{см}}{100} = \frac{М_{сух.м.} Ж_{сух.м.} + М_{сл.} Ж_{сл}}{100}$, кг,

$$К_с = \frac{100}{100 - П_{угл.общ.}}, \text{ кг},$$

где $П_{угл.общ.}$ *– нормативные потери сахарозы и глюкозы по всему технологическому процессу, %.*

Для определения массы сахара-песка ($М_{сах}$) на одну варку «Сгущенки с сахаром вареной» 4% жирности пользуются следующей формулой:

$$М_{сах} = 0{,}83 \cdot М_{угл.}, \text{ кг}.$$

Для определения массы глюкозы кристаллической гидратной ($М_{гл}$) на одну варку «Сгущенки с сахаром вареной» 4% жирности пользуются следующей формулой:

$$М_{гл} = 0{,}17 \cdot М_{угл}, \text{ кг}.$$

Массу углеводов ($M_{угл}$), необходимую для приготовления сахарного сиропа на одну варку «Сгущенки с сахаром вареной» нежирной, рассчитывают по следующей формуле:

$$M_{угл} = M_{сух.в-в} \cdot П_{смо} \frac{C_{угл.пр.}}{C_{пр.треб.}} П_{угл}, \text{ кг},$$

где $M_{сух.в-в}$ – масса сухих веществ обезжиренного молока, кг; $C_{угл.пр.}$ – массовая доля углеводов в продукте, %; $C_{пр.треб.}$ – массовая доля сухих веществ молока в готовом продукте, %; $П_{смо}$ – нормативные потери сухого молочного остатка по всему технологическому процессу, %; $П_{угл}$ – нормативные потери сахарозы и глюкозы по всему технологическому процессу, %.

Пример. На варку направляют 1000 кг нормализованной смеси с массовой долей жира 1,33%, приготовленной по рецептуре (53,32 кг сухого цельного молока; 40,01 кг сухого обезжиренного молока, 906,67 кг воды).

В готовом продукте должно быть жира 4%; углеводов – 40%.

Потери углеводов по всему технологическому циклу – 1,61.

$$M_{жира} = \frac{1000 \cdot 1,33}{100} = \frac{53,32 \cdot 25}{100} = 13,3 \text{ кг},$$

$$K_c = \frac{100}{100 - 1,61} = 1,0164,$$

$$M_{угл} = 13,3 \cdot \frac{40}{4} \cdot 1,0164 = 135,18,$$

$$M_{сах} = 0,83 \cdot 135,18 = 112,20 \text{ кг},$$

$$M_{гл} = 0,17 \cdot 135,18 = 22,98 \text{ кг}.$$

Таким образом, в данном примере на 1000 кг нормализованной смеси необходимо 112,20 кг сахарозы и 22,98 кг глюкозы.

Сироп готовят путем растворения в питьевой воде, отвечающей требованиям стандарта, рассчитанного количества сахара-песка и глюкозы кристаллической гидратной. Концентрация сиропа ($C_{сир}$) должна составлять 65%. Массу воды ($M_в$), необходимую для приготовления сиропа на одну варку, рассчитывают по формуле:

$$M_в = M_{угл} \frac{C_{угл} - C_{сир}}{C_{сир}}, \text{ кг},$$

где $C_{угл}$ – 99%.

Пример. На варку требуется 135,18 кг углеводов, в том числе 112,20 кг сахарозы и 22,98 кг глюкозы. Необходимо приготовить

65%-ный сахарный сироп. Для этого рассчитаем количество воды, необходимое для приготовления сиропа.

$$M_в = 135,18 \cdot \frac{99 - 65}{65} = 70,71, \text{ кг}.$$

Таким, образом для приготовления 65%-го сиропа необходимо добавить 70,71 кг воды к 135,18 кг углеводов.

Очищенный с помощью сит сахар-песок и глюкозу растворяют в воде при температуре 70–80 °С. Полученный сироп нагревают до температуры кипения и выдерживают при температуре 102–105 °С не менее 30 мин.

Перед смешиванием с нормализованной молочной смесью сироп необходимо подвергнуть очистке.

При смешивании с нормализованной молочной смесью температура сиропа не должна быть ниже 80 °С.

При производстве «Сгущенки с сахаром вареной» по ГОСТ 975-88 допускается использовать вместо глюкозы кристаллической гидратной сироп крем-брюле собственного производства.

Сироп готовят из сгущенного цельного молока с сахаром, сахара-песка и питьевой воды по одной из рецептур, приведенных в табл. 5.9.

5.9. Рецептуры на сироп крем-брюле

Сырье и показатели готового продукта, на 100 г сиропа крем-брюле, г	Рецептура 1	Рецептура 2
Молоко цельное сгущенное с сахаром (жир 8,5%, СОМО 20%, сахароза 43,5%)	46,0	28,0
Сахар-песок	40,0	53,0
Вода питьевая	14,0	19,0
Итого	100,0	100,0

Для приготовления сиропа используют котлы с электрическим или паровым обогревом, снабженные мешалкой, либо другое оборудование, отвечающее требованиям приготовления сиропа.

Для приготовления сиропа крем-брюле подготавливают компоненты по рецептуре, отвешивают и вносят их в котлы или резервуары с рубашками. Включают мешалку и в течение 10 мин перемешивают. Затем сироп нагревают при непрерывном перемешивании в течение 2–3 ч до образования густой консистенции и коричневой окраски. Сироп вносят в количестве 5–10% в нормализованную смесь перед пастеризацией. Температура сиропа при внесении в нормализованную смесь должна составлять 30–40 °С. В случае необходимости молочную смесь после внесения сиропа крем-брюле нормализуют.

Вакуум-выпаривание. Перед началом сгущения молока вакуум-выпарные аппараты должны быть подготовлены к работе в соответствии с требованиями инструкции по санитарной обработке оборудования на предприятиях молочной промышленности. Пуск вакуум-выпарного аппарата, поддержание необходимых режимов сгущения смеси проводят в соответствии с инструкцией по эксплуатации данного аппарата, обеспечивая максимальную испарительную способность.

Пастеризованное молоко и сахарный сироп или их смесь перед поступлением в вакуум-аппарат фильтруют.

В вакуум-выпарные аппараты сахарный сироп вводят одновременно с молоком. Разрежение в вакуум-выпарном аппарате, давление пара в греющей камере (катализаторе), массу молока, подаваемого в вакуум-выпарной аппарат, и охлаждающей воды, подаваемой в конденсатор, необходимо поддерживать в пределах, указанных в инструкции по эксплуатации используемого аппарата. Температура кипения молока в вакуум-выпарном аппарате циркуляционного типа в течение всего процесса сгущения должна быть по возможности низкой и не превышать: для 1-корпусных аппаратов 54–58 °С в середине варки и 58–62 °С в конце ее; для 2-корпусных аппаратов 70–80 °С в первом корпусе и 50–54 °С во втором корпусе. Сгущение следует заканчивать, когда массовая доля воды в продукте при выработке «Сгущенки с сахаром вареной» 4%-ной жирности будет не более 32%, а при выработке нежирного продукта – 34%. Для определения готовности варки отбирают пробу продукта при помощи специального пробоотборника и определяют в ней массовую долю сухих веществ по рефрактометру. При определении массовой доли сухих веществ в продукте рефрактометрическим методом можно получить точные результаты только при условии правильного взятия пробы и быстрого охлаждения ее до 20 °С или до температуры воздуха в цехе, с последующим приведением результатов отсчета к 20 °С по таблице, прилагаемой к рефрактометру.

Из готового продукта берут пробу для определения химического состава. При правильном проведении расчетов при нормализации и приготовления сахарного сиропа, а также проведении технологического процесса, химический состав «Сгущенки с сахаром вареной» должен соответствовать требованиям технических условий. В исключительных случаях допускается стандартизация готового продукта водой или смешиванием продуктов двух различных варок, о чем делается запись в паспорте варки. Температура воды, используемой для нормализации, должна быть близка к температуре продукта.

Массу воды ($M_в$) для нормализации продукта вычисляют по формуле:

$$M_в = \frac{M_{пр} \cdot C_{пр}}{O_н} - M_{пр}, \text{ кг},$$

где $M_{пр}$ – масса продукта, кг; $C_{пр}$ – фактическая массовая доля сухих веществ в продукте, %; $O_н$ – нормативная массовая доля сухих веществ.

Перед внесением воды в продукт ее кипятят, охлаждают до температуры продукта и фильтруют. Вода должна быть чистой, питьевой, без посторонних привкусов и запахов.

Окончательный химический анализ готового продукта проводят непосредственно перед упаковыванием. При несоответствии результатов анализа требованиям технических условий упаковывание готового продукта не разрешается.

Гомогенизация. Гомогенизацию проводят в тех случаях, когда по предыдущим варкам наблюдалась излишне жидкая консистенция «Сгущенки с сахаром вареной». Гомогенизацию проводят при температуре 55–75 °С и давлении 10–12 МПа или других режимах, обеспечивающих необходимый эффект гомогенизации.

Упаковка, маркировка. Готовая «Сгущенка с сахаром вареная» должна быть направлена на упаковывание. В случае задержки упаковки продукт должен периодически перемешиваться. Упаковку и маркировку производят по ГОСТ 23651: в потребительскую тару – металлические банки № 14 и 7 по ГОСТ 5981; в полистироловые коробочки и другие виды потребительской тары, разрешенные Госкомсанэпиднадзором в установленном порядке.

Новые виды консервов на основе осмоанабиоза

ГНУ ВНИМИ разработаны новые виды консервов на основе осмоанабиоза: «Молоко сгущенное с сахаром» (ТУ 9227-352-004199785-03); «Молоко сгущенное с сахаром вареное» (ТУ 9227-347-00419785-03); «Консервы молокосодержащие сгущенные «Сгущенка с сахаром вареная» (ТУ 9226-353- 00419785-03); «Молоко сгущенное с наполнителями» (ТУ 9227-399-00419785-05). В данных технологиях предусмотрено использовать в качестве сырья сухое цельное и/или обезжиренное молоко, сухую сыворотку, масло из коровьего молока и/или обезвоженный молочный жир. Допускается замена молочного жира на растительные жиры или жиры морских животных. Современные технологии и оборудование позволяют организовать производство сгущенных молочных продуктов с сахаром на неспециализированных предприятиях, исключая процесс сгущения, что значительно упрощает технологию, сокращает затраты и не требует больших производственных площадей.

Для производства сгущенных молокосодержащих продуктов с сахаром разработана и внедрена в производство установка А1-ВМС, которая включает: емкость на 1 т сгущенного молока; встроенный в днище

емкости двухступенчатый диспергатор марки А1-ДГС производительностью 24 т/ч по воде; смеситель марки А1-ОМП для сухих и жидких компонентов производительностью до 4 т/ч по сухому молоку; плавитель жира на 120 кг с решеткой для плавления и рубашкой по днищу емкости, водокольцевой вакуумный насос марки ВВН1-0,75; станину со смотровой площадкой; щит управления. Емкость снабжена рамной скребковой мешалкой с верхним приводом. Сферическое днище емкости очищается двумя закрепленными скребками, повторяющими его форму, с фторопластовыми ножами. В днище емкости встроены двухступенчатый роторно-пульсационный диспергатор и пропеллерная мешалка. К входному отверстию диспергатора подведен патрубок, соединенный с плавителем жира. В днище расположены сливной патрубок, паровой клапан для пропаривания емкости и непосредственной подачи пара в продукт, пробоотборник и датчик температуры типа ТСП с выводом на электронный блок ТРМ-1 в щите управления. Диспергатор конструктивно выполнен в виде двухступенчатого центробежного насоса, между ступенями которого расположены рабочие органы, позволяющие эффективно обрабатывать продукт. Плавитель жира выполнен в виде бачка вместимостью 120 л с крышкой и паровой рубашкой на днище. В верхней части бачка помещена съемная кольцевая трубчатая решетка, в которую подается пар. Комплектация установки смесителем для сухих и жидких компонентов марки А1-ОМП позволяет повысить скорость и эффективность восстановления молока до высокой концентрации сухих веществ, при этом он обеспечивает эффективное смешивание сахара с восстановленным молоком.

Техническая характеристика установки А1-ВМС

Параметры установки, мм	1700/1700/2850
Вес в полной комплектации, кг	1700
Геометрическая вместимость, м³	1,1
Максимальная рабочая загрузка, кг	1025
Установленная мощность, кВт	~35,2
Потребление пара, не более, кг/ч	75
Потребление хладоносителя, не более тыс. ккал/ч	40000
Средняя производительность, т/сут	4,0–6,0

Установка А1-ВМС для производства сгущенных молочных продуктов с сахаром работает следующим образом. В емкость по счетчику согласно рецептуре заливается вода, нагревается до 35–40 °С и в нее дозируются сухие компоненты. Восстановленная смесь (растворенные в воде сухие компоненты) нагреваются до 60–65 °С. С помощью вакуумного насоса в емкость подается жир, предварительно расплавленный в плавителе. Восстановленная смесь с жиром диспергируется и прокачивается по контуру, возвращаясь в емкость, до получения устойчивой

эмульсии. Полученная эмульсия нагревается до температуры 70–80 °С и смешивается с сахаром, который предварительно растворяют в восстановленном молоке и через смеситель вносят в емкость. Дальнейшая последовательность и параметры технологических операций процесса определяются видом вырабатываемого продукта.

Молоко сгущенное с сахаром

Молочно-сахарную смесь нагревают до температуры пастеризации (85–95 °С) и охлаждают под вакуумом, который создается водокольцевым насосом, до температуры массовой кристаллизации лактозы (33–37 °С). При этой температуре через пробоотборник в емкость посредством вакуума подается лактоза в виде пудры (затравка).

Молоко сгущенное с сахаром вареное

В емкость вносят все компоненты по рецептуре, герметически закрывают и нагревают под давлением до 105–115 °С. Выдерживают при этой температуре до получения характерного цвета вареной сгущенки и охлаждают до температуры 75–80 °С и расфасовывают в транспортную тару для промышленной переработки или в потребительскую упаковку: стаканчики и коробочки из полимерных материалов, тубы, пакеты «Пюр-Пак-Асептик» и др.

Пороки сгущенных молочных консервов с сахаром

В сгущенных консервах встречаются пороки вкуса, запаха, консистенции и цвета.

Пороки вкуса и запаха

Невыраженный или слабовыраженный вкус молочных консервов характеризуется отсутствием привкуса пастеризации молока. Основная причина возникновения этого порока – позднее введение сахарного сиропа в сгущаемое молоко или применение низкой температуры пастеризации молока. Возможно, в зимний период года этот порок связан с невыраженным вкусом исходного молока.

Нечистый и неопределенный вкус и запах могут образоваться в результате развития в консервах остаточной микрофлоры. В результате воздействия осмофильных микроорганизмов, например, шоколадной плесени, микрококков, при пониженной концентрации сахара и других микроорганизмов происходят изменения белковой фракции, которые сопровождаются образованием веществ с нечистым или неопределенным запахом и вкусом.

Горький вкус может образоваться как в результате переработки исходного молока с горьким вкусом, так и вследствие развития пептонизирующих бактерий.

Кормовой привкус наблюдается при переработке молока с таким дефектом.

Дрожжевой или спиртовой вкус наблюдается при сбраживании сахарозы дрожжами с образованием углекислого газа и молочной кислоты. Банки деформируются, вздуваются, а иногда разрываются. Дрожжи могут попасть в сгущенное молоко из сахара, плохо вымытых трубопроводов и насосов. Для предотвращения этого порока необходимо соблюдать санитарно-гигиенические требования при хранении сахара, приготовлении сиропа и в особенности при фасовке готового продукта. Поэтому варочное отделение, отделение фасовки готового продукта и отделение хранения сахара и приготовления сиропа следует изолировать друг от друга.

Пороки консистенции

Мучнистость и песчанистость. Этот порок возникает в результате нарушения режима охлаждения и последующего хранения готового продукта. В результате резкого колебания температуры хранения происходит перекристаллизация лактозы и на дне упаковки при хранении может образоваться трудноразмешиваемый осадок. Это объясняется разной плотностью молока (1,30 г/см^3) и лактозы (1,545 г/см^3). Наличие в сгущенном молоке одиночных крупных кристаллов означает, что в продукте повышена концентрация сахарозы, которая начала выкристаллизовываться.

Загустевание – потеря текучести сгущенных молочных консервов связана с микробиологическим процессом или с физико-химическими изменениями продукта. При развитии микрококков наряду с молочной кислотой могут продуцироваться ферменты, подобные сычужному, вызывающие желирование молока. Для предупреждения этого порока необходимо соблюдать режимы пастеризации и предотвращать вторичное обсеменение консервов во время охлаждения и фасовки.

Физико-химические изменения сгущенных молочных консервов могут быть связаны с рядом явлений, происходящих в процессе производства и хранения.

Во-первых, неправильно выбранные режимы предварительной тепловой обработки и пастеризации. Обработка при температуре 60–65 °С вызывает быстрое загустевание, при 70–75 °С способствует сохранению первоначальных свойств, при 85–100 °С вызывает склонность к загустеванию, при 106–120 °С обеспечивает устойчивость к загустеванию.

Во-вторых, повышенная температура хранения (15–20 °С), с одной стороны, усиливает гидратацию казеина, а с другой – ускоряет реакцию меланоидинобразования, которые сопровождаются загустеванием. Для предупреждения этого порока необходимо соблюдать условия хранения (не выше 10 °С) и вносить в консервы аскорбиновую кислоту в количестве 0,02% от массы продукта.

В-третьих, повышенное содержание СОМО в консервах. Этот порок чаще встречается в сгущенных обезжиренных молочных консервах, так как молочный жир замедляет процесс загустевания.

В-четвертых, нарушение солевого равновесия. При сдвиге солевого равновесия, в частности при увеличении концентрации ионов кальция, происходит увеличение вязкости. Для предупреждения этого порока рекомендуется вносить соли-стабилизаторы.

В-пятых, резкому повышению вязкости готового продукта и последующему его загустеванию способствует повышенная температура сгущения или задержка его в вакуум-аппарате перед выпуском.

В-шестых, загустевание молочных консервов ускоряется при наличии инвертного сахара. Поэтому рекомендуют снижать температуру пастеризации сахарного сиропа до 85–90 °С и концентрацию сахарозы в нем до 60%, а также не хранить более 20 мин готовый сироп в сироповарочных емкостях.

Комковатая и хлопьевидная консистенция образуется из-за наличия плотных плоских комочков на поверхности и внутри продукта. Хлопья или мелкие комочки возникают из-за использования сырья повышенной кислотности или под действием ферментов, выделяемых плесенью на поверхности продукта. Предотвратить этот порок можно тщательной сортировкой молока, соблюдением надлежащих санитарно-гигиенических условий производства.

Жидкая консистенция цельного сгущенного молока с сахаром и сливок сгущенных с сахаром вызывает всплывание жировых шариков и образование жиробелкового слоя; выпадение кристаллов лактозы, даже малой величины, в осадок. Причина этого порока – низкое содержание белка, в частности казеина, в сырье. Для устранения порока необходимо повышать содержание сухих веществ в сырье.

Пороки цвета

Изменение цвета от светло-кремового до темно-бурого вызвано реакцией аминогрупп белков с альдегидной группой лактозы и образованием гидроксиметилфурфурола (ГМФФ) – реакция меланоидинообразования. Наличие инвертного сахара, особенно глюкозы и фруктозы, которые имеют альдегидную группировку, инициирует реакции меланоидинобразования. Скорость изменения цвета находится в прямой зависимости от температуры хранения: при температуре хранения 30 °С потемнение продукта наступает через 3–4 мес.; при 40 °С – через 2 мес.; при 50 °С – через 1 мес. Вместе с изменением цвета происходит нарастание кислотности и вязкости продукта. Для предупреждения этого порока необходимо: соблюдать условия хранения сгущенных молочных консервов с сахаром, проверять сахар на соответствие требованиям (хранить его в сухом проветриваемом помещении для предупреждения

увеличения в нем редуцирующих веществ), соблюдать условия приготовления и хранения сахарного сиропа, при производстве сгущенных консервов с сахаром использовать аскорбиновую кислоту.

Маркировка сгущенных консервов

Маркировка продукта происходит во время упаковки с помощью буквенно-цифровой индексации. Каждый молочный продукт имеет свой ассортиментный номер (см. приложение 2). Маркировка может наноситься на крышку и на донышко или только на крышку в два ряда.

На донышке банки указываются следующие маркировочные знаки:

- М – индекс молочного продукта;
- число, указывающее номер предприятия-изготовителя;
- ассортиментный номер продукта (2–3 знака);
- номер смены.

На крышке банки указывается дата изготовления продукта:

- число месяца – двумя цифрами (с первого по девятое число указывается с нулем впереди);
- месяц года – двумя цифрами (с первого по девятый месяц указывается с нулем впереди);
- год – двумя последними цифрами.

Пример маркировки цельного сгущенного молока с сахаром (ассортиментный номер продукта – 76), выработанного 20 августа 2006 г. в первую смену на ЗАО «Рудняконсервмолоко» Смоленской области (номер предприятия-изготовителя – 25):

М25761
200806.

Кроме буквенно-цифровой индексации на упаковке продукта должна быть бумажная наклейка, где указываются:

- наименование и местонахождение предприятия-изготовителя и/или товарный знак для предприятий, его имеющих;
- наименование продукта и его состав;
- сорт при наличии такового;
- масса нетто;
- нормативно-техническая документация, по которой выработан продукт;
- условия и срок хранения;
- данные о пищевой и энергетической ценности продукта;
- краткая характеристика продукта;
- дата выработки с указанием смены.

Этикетка может быть бумажной или выполнена литографским способом.

Контрольные вопросы

1. Какой способ консервирования используется в производстве сгущенных молочных консервов с сахаром?
2. Охарактеризуйте ассортимент сгущенных молочных консервов с сахаром.
3. Какова специфика технологии периодического способа производства сгущенного молока с сахаром?
4. Какова специфика технологии непрерывного способа производства сгущенного молока с сахаром?
5. Какими способами вводят сахар в производстве сгущенных молочных консервов с сахаром?
6. В чем состоит особенность введения наполнителей в производстве сгущенных молочных консервов с сахаром?
7. Кристаллизация лактозы в производстве сгущенных молочных консервов с сахаром. Дайте характеристику процесса, приведите научное обоснование и опишите порядок проведения операции.
8. В чем состоят технологические приемы регулирования состояния лактозы в производстве сгущенных молочных консервов с сахаром?
9. Назначение и порядок введения затравки в производстве сгущенных молочных консервов с сахаром.
10. Сырье для производства рекомбинированных сгущенных молочных консервов с сахаром.
11. В чем состоят особенности производства рекомбинированных молокосодержащих сгущенных консервов с сахаром?
12. Назовите причины и меры предупреждения основных пороков сгущенных молочных консервов с сахаром.

5.3. Молочные консервы на основе ксероанабиоза

В основе производства сухих молочных консервов лежит удаление влаги до 4–7% путем сушки. В молочной промышленности в основном применяют сублимационную и тепловую сушку.

При сублимационной сушке удаление влаги происходит в твердом состоянии, т. е. возгонкой. Процесс сублимационной сушки осуществляется при температуре минус 25 °С и остаточном давлении в сублиматоре 0,0133–0,133 кПа.

Перед сублимацией продукт сгущают до получения 40% сухих веществ. Продукты, полученные при сублимационной сушке, легко восстанавливаются, сохраняют вкус, химический состав и структуру. Сублимационной сушкой получают сухие кисломолочные продукты, закваски, продукты, в которых необходимо сохранить микрофлору или биологически активные вещества (витамины, ферменты и т. п.).

При тепловой сушке удаление влаги осуществляется высушиванием или нагреванием. Применяют пленочный (контактный) или распылительный (воздушный) способ.

При пленочной сушке продукт контактирует с нагреваемой поверхностью при 105–130 °С. При распылительном способе сушка осуществляется в результате контакта распыляемого продукта с горячим воздухом. Молочная смесь распыляется в основном дисками и форсунками. Известны акустические и электростатические распылители. Распылительные сушилки в зависимости от направления движения воздуха и частиц сгущенного молока подразделяют на три вида:

- прямоточные (движение воздуха и молока – параллельно);
- противоточные (движение воздуха и молока – в противоположных направлениях);
- смешанные (со смешанным движением продукта и теплоносителя).

Распылительная сушка позволяет почти мгновенно получить сухое молоко за счет большой поверхности контакта мельчайших капель сгущенного молока с сушильным агентом (горячим воздухом). Под распылением понимают полный распад струй жидких и вязких продуктов, в результате которого образуется масса капель микроскопического размера. По данным Н.Н. Липатова (старшего) и В.Д. Харитонова, при распылении 1 кг сгущенного молока образуется примерно 15 000 000 000 частиц со средним диаметром 50 мкм, а площадь поверхности составляет 100–130 м^2. При такой огромной удельной поверхности сушка сгущенного молока измеряется секундами, а температура, до которой нагревается частица сгущенного молока, не превышает 75 °С.

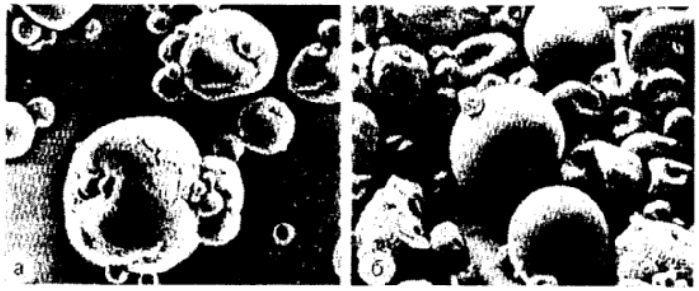
Распылительные устройства, применяемые для получения сухих молочных продуктов, делятся на центробежные дисковые, механические и пневматические форсуночные. Принцип действия всех центробежных дисковых распылителей основан на использовании центробежной силы, под действием которой жидкость распыляется в атмосферу сушильного агента со скоростью 150–160 м/с. Частота вращения центробежных дисков в зависимости от его диаметра составляет 6 000–20 000 об/мин, а окружная скорость 130–220 м/с. Принцип действия механических форсуночных распылителей (форсунок) основан на выбрасывании жидкости под высоким давлением (около 24,5 МПа) через отверстие небольшого диаметра. В пневматических форсунках жидкость диспергируется под воздействием высокоскоростного газа. Из пневматических форсунок жидкость вытекает со скоростью около 3 м/с и дробится на капли потоком воздуха, движущимся со скоростью 50–300 м/с. При пневматическом распылении структура распыляемой смеси не изменяется, что очень важно при сушке молока с различными добавками.

Режимы сушки молока и молочных продуктов представлены в соответствии с техническими характеристиками распылительных сушилок в табл. 5.10.

5.10. Режимы сушки распылительных сушилок

Тип сушилки	Температура воздуха на входе в сушилку, °С	Температура воздуха на выходе из сушилки, °С
Прямоточная	165–180	65–85
Противоточная	140–170	65–80
Смешанные	140–170	65–80

В сухом молоке, полученном методом распылительной сушки, как показали исследования, отдельные компоненты молока равномерно распределены внутри каждой частицы. Получаемое в результате распылительной сушки сухое молоко в основном состоит из частиц, имеющих форму, близкую к шарообразной (рис. 5.14).



а *б*

Рис. 5.14. Электронно-микроскопические фотографии частиц сухого молока:

а – цельного; б – обезжиренного

Изредка встречаются сплющенные или вытянутые частицы и осколки этих частиц. В сухом молоке, полученном на распылительных сушилках, значительная доля частиц находится в свободном, не связанном между собой состоянии, и небольшая часть частиц объединена между собой. Частицы сухого молока, связанные между собой с образованием непрерывной фазы, принято называть агломератами. В большинстве случаев непрерывной фазой в них является лактоза. Внутреннее строение частиц сухого молока распылительной сушки характеризуется также наличием пор и включений воздуха. Внешняя поверхность частиц сухого молока при микроскопическом исследовании под небольшим увеличением кажется глянцевитой и как бы слегка оплавленной (рис. 5.15, *а*).



а *б*

Рис. 5.15. Электронно-микроскопическая фотография частиц:

а – сухого цельного молока с трещинами, кратерообразными углублениями на поверхности; б – разрушенной частицы сухого молока

На поверхности частиц наблюдаются многочисленные трещины и кратерообразные углубления. Частицы сухого молока часто содержат одну или несколько пустот (вакуолей), заполненных воздухом. Разрушенная частица сухого молока, внутри которой расположена большая воздушная вакуоль, показана на рис. 5.15, *б*. Относительный объем вакуолей в небольших частицах сухого молока меньше, чем в более крупных. В большинстве мелких частиц, например, в циклонных фракциях молочного порошка, вакуоли отсутствуют. Незначительное количество воздуха может быть растворено во влаге сухого молока, жире, а также адсорбировано на поверхности частиц. В сухом молоке распылительной сушки основное количество жира находится в виде включений, равномерно распределенных внутри частиц. Форма включений близка к шарообразной. Большинство жировых шариков имеет оболочки.

При детальном изучении поверхности частиц сухого молока можно обнаружить, что на ней в виде мельчайших шариков и скоплений неправильной формы располагается свободный жир. Электронно-микроскопические исследования показывают, что он может находиться также в складках поверхности и в местах контакта различных частиц. Размер включений свободного жира на поверхности частиц сухого молока распылительной сушки, по данным микроскопических исследований, как правило, не превышает 1 мкм. Степень покрытия поверхности частиц свободным жиром в основном тем больше, чем выше содержание жира в продукте. Характер распределения свободного жира на поверхности частиц зависит от количества микропор и трещин, по которым часть жира может мигрировать из внутренних областей частицы к поверхности, изменяя ее свойства. От содержания свободного жира, в частности, находящегося на поверхности частицы сухого молока, зависят качественные показатели сухого молока (растворимость, стойкость, липкость, способность к отстаиванию молочного жира после растворения сухого молока).

Физическая модель частицы сухого молока* представлена на рис. 5.16.

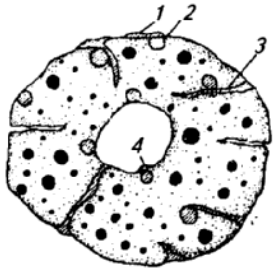


Рис. 5.16. Физическая модель частицы сухого молока:

1 – свободный жир на поверхности частицы; 2 – жировые шарики в поверхностном слое; 3 – жировые шарики в капиллярах, разломах и трещинах, (контактируют с капиллярами, разломами и трещинами); 4 – жировые шарики на поверхности внутренних полостей частицы; черными кружочками обозначен жир, не извлекаемый жирорастворителем в обычных условиях

Влияние режимов сушки на качество и свойства молока

Сушка влияет на все составные части молока, особенно на белок, жир, лактозу и минеральные вещества.

При сушке под воздействием температуры может произойти денатурация *белков*. И, как следствие, потеря растворимости и восстанавливаемости.

Жир в процессе сушки расплавляется, а при нарушении оболочек жировых шариков возможно появление свободного жира, который подвергается окислительной и гидролитической порче. В результате сухой продукт обладает плохой смачиваемостью и растворимостью.

Лактоза в процессе сушки из растворимого состояния переходит в кристаллическое твердое или твердое аморфное. Процесс сушки скоротечен, составляет около 2 мин, поэтому лактоза затвердевает в аморфном состоянии. Для перевода лактозы из аморфного состояния в кристаллическое необходимо осуществить ее увлажнение и провести процесс кристаллизации. Данный прием используют для повышения растворимости сухих молочных продуктов.

Минеральные вещества, в частности растворимые соли, в процессе сушки переходят в нерастворимые. Испарение влаги с поверхности частицы молока способствует миграции влаги из центра частиц к ее периферии. Это происходит вместе с растворимыми солями. В результате на поверхности частицы образуется повышенное содержание минеральных веществ, которые затрудняют ее растворимость.

---

* Липатов Н.Н., Харитонов В.Д. Сухое молоко. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.

Основные виды сухих молочных консервов

К основным видам сухих молочных продуктов относятся: молоко коровье цельное сухое 25%-ной и 20%-ной жирности, молоко сухое «Домашнее», молоко коровье обезжиренное сухое, пахта сухая, сливки сухие, сливки сухие высокожирные, продукты сухие кисломолочные.

В соответствии с ГОСТ 51917-2002 «Продукты молочные и молокосодержащие. Термины и определения», сухие молочные консервы делятся в зависимости от массовой доли жира на следующие виды:

- обезжиренные, содержащие не более 1,5% жира;
- нежирные, с массовой долей жира – от 2,0 до 12%;
- маложирные, с массовой долей жира – от 14 до 18%;
- классические, с массовой долей жира – от 20 до 35%.

Общая технологическая схема производства сухих молочных продуктов

Технология сухих молочных продуктов состоит из последовательно связанных между собой операций:

- приемка молока, его очистка, охлаждение и резервирование;
- нормализация;
- тепловая обработка (пастеризация);
- сгущение;
- гомогенизация;
- сушка;
- охлаждение;
- фасование, упаковывание, хранение.

В зависимости от конкретного вида продукта способы и параметры проведения технологических операций различны. Особенности технологии сухого молока пленочной и распылительной сушки, а также быстрорастворимого сухого молока представлены на схеме (рис. 5.17).

Для производства сухих молочных консервов, в том числе и сухого молока, используют молочное сырье, отвечающее требованиям ГОСТ 52054 «Молоко натуральное коровье – сырье»: молоко цельное, сливки, молоко обезжиренное, а также пахту, получаемую при производстве несоленого сладкосливочного масла.

Молоко через приемно-измерительное устройство и охладитель поступает в резервуар для промежуточного резервирования; из приемного отделения молоко подается в аппаратный цех, где происходит его механическая и тепловая обработка. Молоко подогревается до температуры (42±2) °С и направляется на сепаратор-молокоочиститель. Очищенное молоко охлаждается в охладителе до температуры (4±2) °С и поступает в резервуар, где оно хранится до переработки. Аппаратурно-технологическая схема производства сухого цельного молока представлена на рис. 5.18.

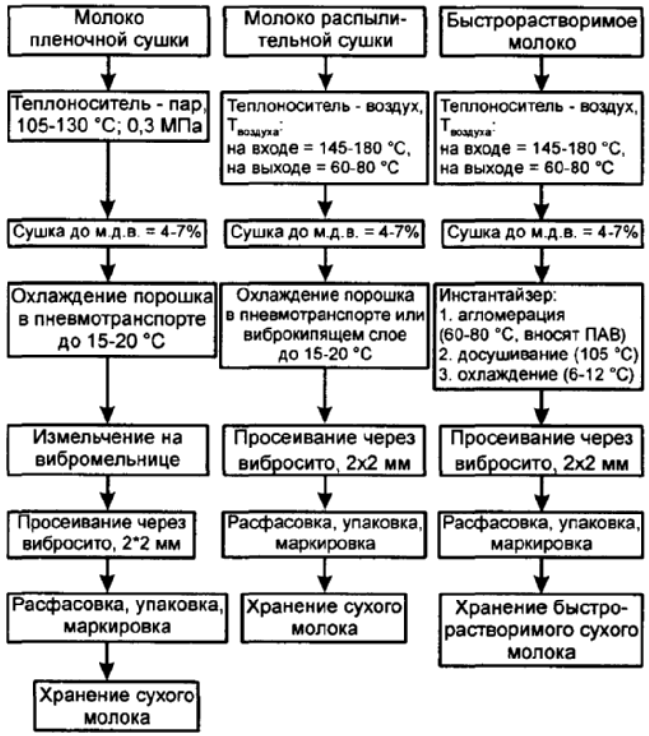


Рис. 5.17. Особенности технологии молока пленочной, распылительной сушки и быстрорастворимого

В резервуаре его нормализуют при недостаточном содержании жира сливками, а при избыточном – обезжиренным молоком и/или пахтой. Нормализацию молока в производстве консервов на основе ксероанабиоза осуществляют смешиванием. При этом стандартизацию состава проводят по соотношению Жир/СОМО с учетом планового состава продукта. Например, для сухого цельного молока с массовой долей жира 25% соотношение жира и СОМО составляет 0,368, а плановый состав готового продукта следующий: массовая доля жира – 26,1%, СОМО – 70,9%.

Нормализованная молочная смесь подвергается тепловой обработке на трубчатых или пластинчатых установках в зависимости от аппаратурного оформления технологического процесса. Режимы также зависят от массовой доли жира в нормализованной смеси. Обезжиренное молоко пастеризуют при температуре (86±2) °С, а цельное и сливки – при (92±2) °С или (112±2) °С без выдержки. Горячая нормализованная смесь под действием разрежения поступает в вакуум-выпарной аппарат, где сгущается до

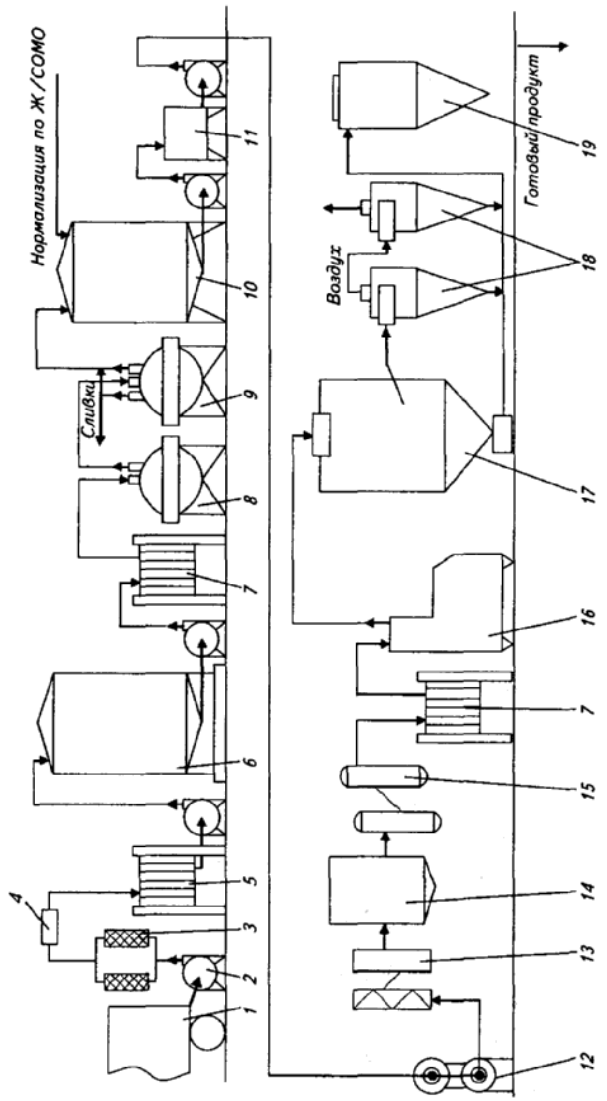


Рис. 5.18. Аппаратурно-технологическая схема производства сухого цельного молока:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – пластинчатый теплообменник; 8 – сепаратор-молокоочиститель; 9 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 10 – резервуар для промежуточного хранения; 11 – уравнительный бачок; 12 – трубчатая пастеризационная установка; 13 – калоризаторы; 14 – ВВА; 15 – конденсаторы; 16 – гомогенизатор; 17 – сушилка; 18 – циклон; 19 – бункер-накопитель

определенной массовой доли сухих веществ. Обезжиренное молоко сгущается до массовой доли сухих веществ 30–32%, так как повышается его вязкость и теряется текучесть после концентрирования свыше 40%. Цельное молоко сгущают до массовой доли сухих веществ 43–48% в циркуляционных вакуум-выпарных аппаратах и до 52–54% – в пленочных аппаратах.

При сгущении возможно образование свободного жира, который может вызвать порок сухого молока – салистый и прогорклый привкус. Во избежание этого сгущенную нормализованную молочную смесь (кроме обезжиренной) перед сушкой гомогенизируют. Гомогенизацию проводят на одноступенчатом гомогенизаторе при давлении (12±2,5) МПа или на двухступенчатом – при давлении (10±2,5) МПа на первой ступени и (3±0,5) МПа, на второй ступени и температуре от (45±2) °С до (60±2) °С .

Гомогенизированная сгущенная смесь подается на сушку. При производстве сухих молочных продуктов обычной растворимости сушку осуществляют до массовой доли влаги в сухом продукте 4% при упаковке в герметичную потребительскую тару и 7% при упаковке в промышленную тару. Сухой продукт, осевший на дно сушильной башни, скребковым механизмом или шнеком удаляется из сушильного агрегата в бункер, где он охлаждается до (22±2) °С.

Современные сушильные установки оснащены пневматическим транспортом. В этом случае сухой продукт со дна сушильной камеры через вибролоток поступает в пневмотранспортную линию, с помощью которой он не только транспортируется до бункера, но и охлаждается до (22±2) °С.

Современные сушильные установки для очистки отработанного воздуха от частичек сухого молока оснащены специальными устройствами – циклонами. Циклоны работают по следующему принципу: воздух с захваченными им частицами сухого молока с большой скоростью подается в циклон по касательной линии к его поверхности. Воздух под действием центробежной силы отделяется от частичек сухого продукта и выходит из циклона в воздуховод. Частички, освободившись от воздушного потока, оседают на стенки циклона и собираются в его конической части, откуда через выпускной клапан поступают в транспортный трубопровод, по которому сухой продукт подается в разгрузочный циклон. Из разгрузочного циклона продукт направляется в бункер-накопитель, откуда идет на фасование в потребительскую упаковку (пакеты с вкладышами из воздухо- и влагонепроницаемого материала: фольги, полиэтилена, многослойной пленки и др.) или в транспортную тару (бумажные мешки, бочки, фанерные барабаны с вкладышами из полиэтилена). Молоко сухое цельное хранят при температуре от 0 до 10 °С и относительной влажности не более 85%: в потребительской герметичной упаковке – 12 мес., в транспортной герметичной упаковке – 8 мес., в негерметичной транспортной упаковке – не более 6 мес.

Особенности технологии быстрорастворимых сухих молочных продуктов

Быстрорастворимые сухие продукты получают высушиванием нормализованной молочной смеси на распылительных сушильных установках с последующей агломерацией частиц и их досушиванием. Для повышения растворимости вносят дополнительные пищевые поверхностно-активные вещества (ПАВ): пищевые соевые фосфатидные концентраты, лецитин, пахту и т. п. В основе производства быстрорастворимых молочных продуктов лежит перевод лактозы из аморфного состояния в кристаллическое и получение сухого продукта с капиллярно-пористой структурой.

В промышленности применяют два способа получения быстрорастворимых сухих молочных продуктов: одноступенчатый (прямой) и двухступенчатый.

Двухступенчатый способ включает стадию, на которой получают сухое молоко обычной растворимости, и стадию, на которой сухое молоко дополнительно обрабатывают (увлажняют, агломерируют, наносят на поверхность агломератов ПАВ и досушивают). Для осуществления второй стадии сушильные установки доукомплектовывают специальными ленточными конвективными сушилками – инстантайзерами. Поэтому продукты, полученные с их применением, часто называют инстант-продуктами.

При одноступенчатом, или прямом, способе получения быстрорастворимого молока отсутствует операция увлажнения частиц сухого молока, а их агломерация достигается путем напыления циклонной фракции сухого молока на частички распыляемого сгущенного продукта в сушильной башне. При этом мельчайшие (пылевидные) частицы циклонной фракции сухого молока смешиваются с каплями сухого молока, быстро увлажняются и слипаются, образуя агломераты влажных частиц, которые досушиваются в сушильной башне. В результате этого при высушивании образуются крупные частицы сухого продукта, обладающие повышенной растворимостью. Аппаратурно-технологическая схема производства сухого быстрорастворимого молока представлена на рис. 5.19.

Физико-химическая суть получения быстрорастворимого молока состоит в переводе лактозы из аморфного состояния в кристаллическое, в результате чего образуется капиллярно-пористая структура, обладающая повышенной способностью к смачиванию. Пористость улучшает проникновение воды внутрь частички молока, повышает смачиваемость, а следовательно, его растворимость. Сравнительный анализ сухих молочных продуктов обычной растворимости и повышенной приведен в табл. 5.11.

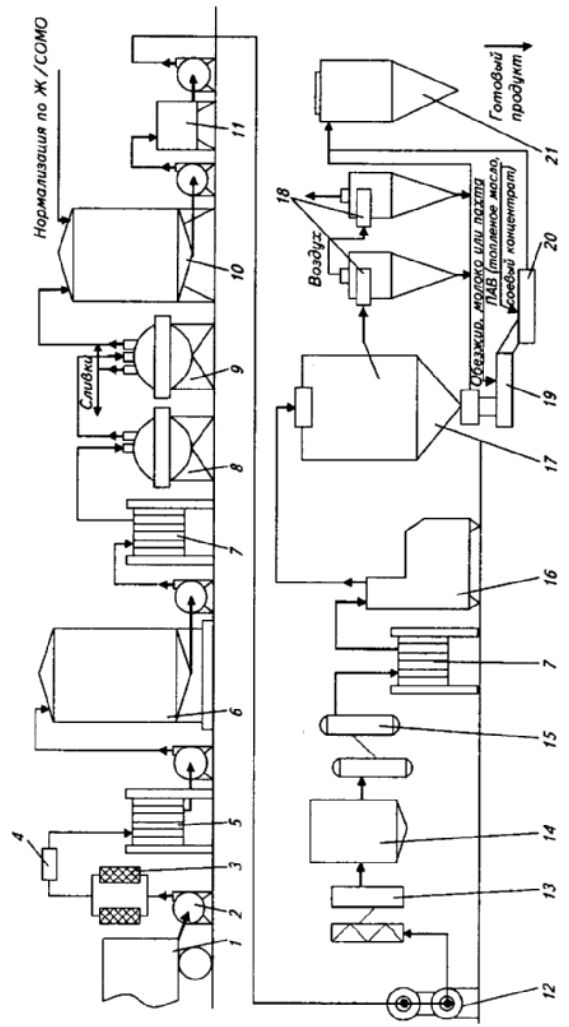


Рис. 5.19. Аппаратурно-технологическая схема производства сухого быстрорастворимого молока:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 - фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – пластинчатый теплообменник; 8 – сепаратор-молокоочиститель; 9 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 10 – резервуар для промежуточного хранения; 11 – уравнительный бачок; 12 – трубчатая пастеризационная установка; 13 – калориза торы; 14 – ВВА; 15 – конденсаторы; 16 – гомогенизатор; 17 – сушилка; 18 – циклон; 19 – эстантайзер (агломерационная камера); 20 – истантайзер (камера для внесения поверхностно-активных веществ); 21 – бункер-накопитель

5.11. Физико-химические показатели сухого молока обычной и повышенной растворимости

Показатели	Сухое молоко	
	обычное	быстро-растворимое
Массовая доля влаги, %	4–7	не более 4
ПАВ (соево-фосфатиды, пахта), не более, %	–	0,5
Смачиваемость при 20 °С, с	более 300	40–60
Относительная скорость растворения при 20 °С,%	10–15	не менее 60
Средний линейный размер частиц, мкм	20–70	около 450
Объемный вес (насыпная масса), кг/м^3:		
без уплотнения	500–550	290–360
с уплотнением	650–750	450–550
Сыпучесть, г/с	2–3	5–6

По составу молоко сухое цельное быстрорастворимое отличается от молока обычной растворимости только наличием в нем эмульгаторов. По массовой доле жира сухое цельное молоко различают 25%-ной, 20%-ной и 15%-ной («Домашнее») жирности. Сухое молоко повышенной растворимости с массовой долей жира 20% имеет торговую марку «Гродненское», а с массовой долей жира 15% – «Смоленское».

Молоко сухое цельное «Особое»

Молоко сухое цельное «Особое» разработано во ВНИМИ под руководством проф. И.А. Радаевой. Оно является продуктом длительного хранения: по сравнению с сухим молоком срок хранения увеличен в два раза за счет использования природного антиокислителя дигидрокверцитина, получаемого при переработке сибирской лиственницы. Гарантийный срок хранения молока «Особого» составляет 24 мес. в потребительской таре и 12 мес. – в транспортной. При этом продукт можно хранить не только в холодильнике, но и в складских помещениях с нерегулируемой температурой, а также с повышением температуры до 18 °С в течение 3 мес. за годичный цикл. Установлено, что дигидрокверцетин является эффективным антиокислителем.

Сырьем для производства являются молоко цельное и обезжиренное, сливки, дигидрокверцетин, флавоцен и аскорбиновая кислота. Технология сухого цельного молока «Особое» включает последовательно связанные между собой операций: приемка молока, его очистка, охлаждение и резервирование; нормализация; тепловая обработка (пастеризация); сгущение; подготовка и внесение компонентов в молоко (дигидрокверцитин или флавоцен; аскорбиновая кислота); гомогенизация; сушка; охлаждение; фасование, упаковывание, хранение.

Состав молока «Особое»: массовая доля влаги – не более 4,0%; массовая доля жира – не менее 25,0%; массовая доля белка – не менее 26,0%; массовая доля углеводов – не менее 37,5%.

Сливки сухие

Имеют массовую долю жира не менее 44%, а влажность – не более 4% в герметичной упаковке или не более 7% – в негерметичной. Индекс растворимости сухих сливок составляет для высшего сорта 0,2 мл, для первого – 0,6 мл. Технологический процесс производства сливок сухих аналогичен технологическому процессу производства молока сухого цельного. Отличаются некоторые режимы технологических операций. При нормализации в цельное молоко добавляют сливки до получения соотношения жира и СОМО 0,8055. Тепловую обработку нормализованной смеси осуществляют при температуре (86±1) °С. Сгущают сливки до массовой доли сухих веществ 42–46%, а гомогенизируют при температуре пастеризации или (57±2) °С и давлении (5±1) МПа.

Молоко сухое обезжиренное

Вырабатывают из обезжиренного молока или смеси обезжиренного молока и пахты, полученной от производства сладкосливочного масла, количество которой не должно превышать 20% от общей массы. Молоко сухое обезжиренное вырабатывается аналогично молоку цельному сухому. Отличаются некоторые режимы технологических операций. Тепловая обработка обезжиренного молока – при (87±2) °С или (96±2) °С без выдержки с последующим охлаждением до (73±2) °С. Сгущение производится как в пленочных, так и в циркуляционных вакуум-выпарных аппаратах непрерывным или периодическим способом. В зависимости от способа сушки сгущают обезжиренное молоко до 30–32% сухих веществ при контактной сушке на вальцовых сушилках и до 40–45% при выработке на распылительных сушилках. Сухое обезжиренное молоко при температуре от 0 до 10 °С и относительной влажности воздуха не более 85% может храниться не более 12 мес.

Пахта сухая

Вырабатывается с массовой долей жира не более 5% и массовой долей влаги не более 5%. Продукт получают по технологии сухого обезжиренного молока. Отличаются некоторые режимы технологических операций. Сырьем является пахта с массовой долей жира не более 0,5% и кислотностью не более 21 °Т. Тепловая обработка перед сгущением проводится при температуре (86±1) °С с выдержкой 10 с. Сгущение проводят до массовой доли сухих веществ (40±2)%, если используется распылительная сушка и до (30±2)% – если вальцовая. Хранится сухая пахта при температуре от 0 до 10 °С и относительной влажности воздуха не более 85%, не более 6 мес.

Концентраты из обезжиренного молока и подсырной сыворотки

На основе вторичного молочного сырья и растительных компонентов выпускают широкий ассортимент сухих концентратов сыворотки. За счет введения различных наполнителей в состав подсырной сыворотки улучшают ее технологические свойства и интенсифицируют сушку подсырной сыворотки. Ассортимент выпускаемых концентратов подсырной сыворотки представлен в табл. 5.12.

5.12. Ассортимент сухих концентратов из обезжиренного молока и сыворотки

Вид концентрата	Торговая марка	Соотношение компонентов, %
Концентрат из подсырной сыворотки и обезжиренного молока	КВМС-ОМ50	Подсырной сыворотки – 50 Обезжиренного молока – 50
	КВМС-ОМ60	Подсырной сыворотки – 40 Обезжиренного молока – 60
	КВМС-ОМ70	Подсырной сыворотки – 70 Обезжиренного молока – 30
Концентраты подсырной сыворотки и пшеничной муки	КВМС-ПМ15	Подсырной сыворотки – 85 Пшеничной муки – 15
	КВМС-ПМ25	Подсырной сыворотки – 75 Пшеничной муки – 25
	КВМС-ПМ35	Подсырной сыворотки – 65 Пшеничной муки – 35
Концентраты подсырной сыворотки и соевой муки	КВМС-СМ15	Подсырной сыворотки – 85 Соевой муки – 15
	КВМС-СМ25	Подсырной сыворотки – 75 Соевой муки – 25
	КВМС-СМ35	Подсырной сыворотки – 65 Соевой муки – 35

Сухие концентраты подсырной сыворотки с обезжиренным молоком и добавками пшеничной и соевой муки используются в различных отраслях молочной промышленности, а также для производства кормов домашних и сельскохозяйственных животных.

Смеси сухие многокомпонентные

К сухим многокомпонентным смесям относятся смеси сухие для взбивания, для пудинга, для мороженого. Ассортимент сухих многокомпонентных смесей представлен в табл. 5.13. Их получают двумя способами:

- высушиванием приготовленной по рецептуре смеси из молочного сырья, сахара, стабилизаторов структуры и наполнителей;
- сухим смешиванием молочной или сливочной основы с сахарной пудрой, наполнителями и стабилизаторами структуры, набухающими в холодной воде.

В обоих случаях предусматривается сушка на распылительных установках.

Общая технологическая схема производства сухих многокомпонентных смесей по первому способу включает следующие операции: приемка и оценка качества молочного сырья и компонентов; подготовка сырья и компонентов; нормализация; тепловая обработка; сгущение; составление смеси по рецептуре; гомогенизация; сушка; охлаждение; фасовка, упаковка, маркировка; хранение.

Особенностью производства смесей сухих многокомпонентных является подготовка и внесение компонентов. Другие операции технологического процесса проводятся так же как и при выработке сухих молочных продуктов.

5.13. Ассортимент сухих многокомпонентных смесей

Вид смеси сухой многокомпонентной	Массовая доля, %			Индекс растворимости, мл сырого осадка
	влаги	сахарозы	жира	
Смесь сухая молочная для взбивания	4,0	31,0	30,0	0,7
Смесь сухая для пудинга	4,0	32,0	15,0	0,7
Смесь сухая для мороженого:				
пломбир «Домашний»	4,0	31,1	41,7	0,7
сливочного	4,0	38,9	27,0	0,7
сливочно-белкового	4,0	38,0	22,0	0,7
сливочно-шоколадного	4,0	36,2	25,9	0,7
сливочно-кофейного	4,0	37,1	26,6	0,7
молочного	4,0	48,9	11,0	0,7
молочного с повышенным содержанием жира	4,0	45,8	15,3	0,7

Подготовка и внесение компонентов. Для улучшения консистенции готовых восстановленных продуктов добавляют соли-стабилизаторы. Их вносят в нормализованную смесь перед тепловой обработкой и сгущением в количестве 0,4% от массы сухого продукта в виде 25%-ного водного раствора. Сахар вносят в виде сиропа, возможно смешивание сухой смеси с сахарной пудрой. Для смесей сухих с повышенным содержанием жира либо с кофейным или шоколадным наполнителем допускается комбинированный способ введения сахара. Одну пятую часть сахара вносят в виде сиропа в сгущенную смесь, а остальную часть сахара в виде сахарной пудры смешивают с сухой молочной основой.

Для обеспечения взбитости при восстановлении смесей в них по рецептуре вносят стабилизатор структуры. Если в качестве стабилизатора используют крахмал (картофельный или кукурузный), то для его приготовления применяют резервуар с рубашкой и мешалкой или ванну

длительной пастеризации (ВДП). Крахмал смешивают с нормализованной смесью (1 кг крахмала – на 20 кг смеси), перемешивают, нагревают при постоянном перемешивании до 95 °С и выдерживают при этой температуре 10 мин. Приготовленный клейстер фильтруют через несколько слоев марли. Если в качестве стабилизатора используют агар или агароид, то в ВДП отвешивают стабилизатор, заливают его десятикратным количеством воды и оставляют в покое на 30–40 мин для набухания. Затем при постоянном перемешивании нагревают до (76±2) °С и выдерживают до полного его растворения. Коллоидный раствор агара или агароида приготавливают непосредственно перед использованием. Возможно использование многокомпонентных стабилизационных систем, которые не требуют предварительной подготовки.

Вкусовые наполнители вносят в зависимости от их характеристики и вида сухой смеси. Какао вносят в виде какао-сахарного сиропа, а кофе – в виде экстракта так же, как при производстве сгущенных молочных консервов на основе осмоанабиоза.

Сгущение приготовленной по рецептуре смеси проводят в вакуум-выпарном аппарате до массовой доли сухих веществ 36–37%, вносят сахарный сироп и продолжают сгущение до 40–48% в зависимости от вида продукта. Сгущенную молочную многокомпонентную смесь гомогенизируют при 55–60 °С и давлении 2–3 МПа для пудинга и 5–6 МПа – для мороженого и смеси для взбивания.

Сушку проводят на распылительных сушилках при температуре 150–160 °С. Охлаждение сухих смесей, упаковку и хранение проводят так же, как при производстве быстрорастворимого сухого цельного молока. Аппаратурно-технологическая схема производства сухих смесей для мороженого представлена на рис. 5.20.

Сухие молочно-растительные смеси

Сухие молочно-растительные смеси относятся к комбинированным молочным продуктам, которые вырабатываются из сырья молочного и растительного происхождения.

Организация производства сухих молочно-растительных смесей позволяет решить ряд актуальных задач, связанных с переработкой сельскохозяйственного сырья и производства продуктов питания: создать безотходную технологию переработки сельскохозяйственной продукции на пищевые цели; повысить эффективность использования производственных мощностей и трудовых ресурсов; обеспечить различные группы потребителей биологически полноценными молочно-растительными продуктами с длительным сроком хранения; расширить ассортимент молочных консервов.

Ассортимент сухих молочно-растительных смесей включает следующие группы продуктов:

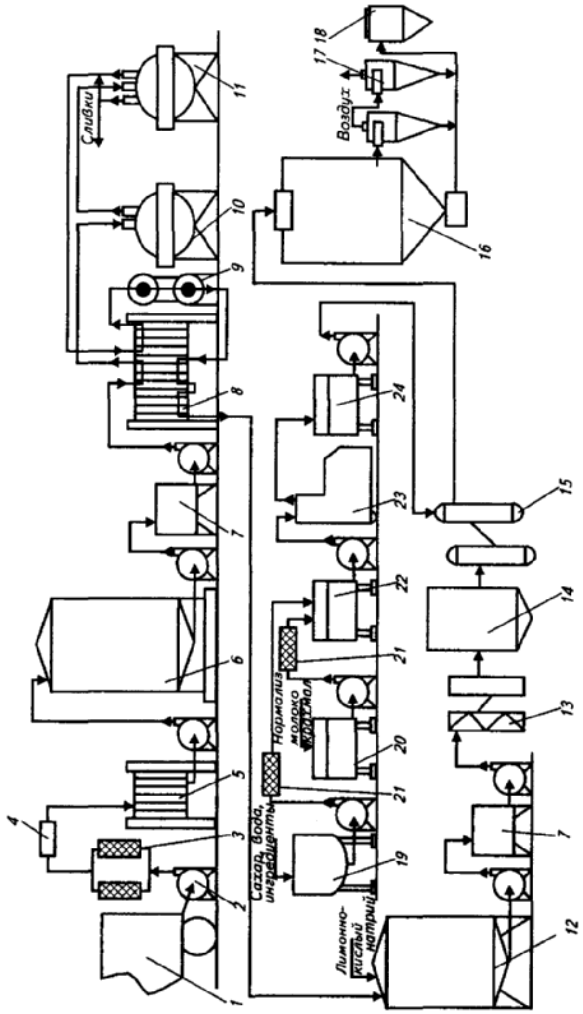


Рис. 5.20. Аппаратурно-технологическая схема производства сухих смесей для мороженого:

1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – счетчик; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для промежуточного хранения; 7 – уравнительный бачок; 8 – пастеризационно-охладительная установка; 9 – выдерживатель; 10 – сепаратор-молокоочиститель; 11 – сепаратор-сливкоотделитель с нормализующим устройством; 12 – резервуар с мешалкой; 13 – калоризаторы; 14 – ВВА; 15 – конденсаторы; 16 – сушилка; 17 – циклон; 18 – бункер-накопитель; 19 – сироповарочный котел; 20 – ванна для заваривания крахмала; 21 – фильтр; 22 – ванна для приготовления смеси на сушку; 23 – гомогенизатор; 24 – промежуточная ванна

Сухие молочные продукты с растительными компонентами:

- молоко сухое с растительным маслом;
- молоко сухое с гидрогенизированным жиром;
- молоко сухое с солодовым экстрактом.

Сухие молочные напитки:

- молоко обезжиренное с чаем;
- молоко обезжиренное с цикорием;
- молочный напиток с чаем;
- молочный напиток с цикорием;
- сливочный напиток с чаем;
- сливочный напиток с цикорием.

Сухое обезжиренное молоко с плодово-ягодными соками:

- сухое обезжиренное молоко с яблочным соком;
- сухое обезжиренное молоко с виноградным соком.

Сухие молочно-растительные концентраты:

- пюре сухое молочно-картофельное;
- сухое обезжиренное молоко со свеклой;
- сухое обезжиренное молоко с морковью;
- сухое обезжиренное молоко с тыквой;
- сухое обезжиренное молоко с яблочным пюре;
- сухая деминерализованная сыворотка со свеклой;
- сухая деминерализованная сыворотка с яблочным пюре;
- сухая деминерализованная сыворотка с виноградным соком.

Сухие молочные продукты с растительными компонентами представляют собой порошкообразные пищевые продукты, получаемые высушиванием нормализованной молочной смеси с добавлением растительного масла, или гидрогенизированного жира, или солодового экстракта. Технология сухих молочных продуктов с растительными компонентами отличается от технологии производства сухих молочных продуктов дополнительными операциями по подготовке и внесению растительных компонентов.

Приготовление смеси сгущенного обезжиренного молока с растительным маслом. Растительное рафинированное и дезодорированное масло, нагретое до температуры 55–60 °С смешивают со сгущенным обезжиренным молоком с массовой долей жира 43–48% и при этой температуре перемешивают в течение 25–30 мин. Для приготовления молочно-растительной смеси используют резервуар с рубашкой и мешалкой. Полученную смесь гомогенизируют при температуре 55–60 °С и давлении 10 МПа на одноступенчатом гомогенизаторе или двухступенчатом гомогенизаторе при давлении 12,5 МПа на первой ступени и 2,5 МПа – на второй ступени. Приготовленная смесь сгущенного обезжиренного молока с растительным маслом подается на сушку.

Приготовление эмульсии из обезжиренного молока и гидрогенизированного жира. Отвешенную по рецептуре массу гидрогенизированного жира нагревают до температуры (63±2) °С и смешивают с обезжиренным молоком, температура которого не должна отличаться от жирового компонента более, чем на 2 °С. Смесь гомогенизируют при температуре 60–80 °С и давлении 10 МПа.

Солодовый экстракт готовится и вносится в сгущенное молоко следующим образом. Отвешивают пшеничную муку, просеивают и вносят в половину расчетного количества воды с температурой (28±2) °С, перемешивают, затем добавляют сухой измельченный солод и вторую половину воды. Смесь перемешивают в течение 10 мин, затем медленно (в течение 30 мин) при постоянном перемешивании нагревают до (45±2) °С и выдерживают при этой температуре около 40 мин. Далее так же медленно смесь нагревают до (70±2) °С и выдерживают при этой температуре 60 мин. Окончание реакции расщепления белков муки и солода определяют реакцией йода на крахмал. Полученный солодовый экстракт пастеризуют при (82±2) °С с выдержкой 30 мин, фильтруют, очищают на сепараторе-очистителе и охлаждают до (4±2) °С, промежуточное резервирование не должно превышать 24 ч. Готовый солодовый экстракт должен содержать не менее 17% сухих веществ и pH (6,0±0,1) ед. Полученный экстракт нейтрализуют двууглекислым натрием до pH (6,7±0,1) ед.

Сухие молочные напитки вырабатывают по двум технологическим схемам.

По первой из них последовательность технологических операций следующая: приемка и подготовка сырья; нормализация; пастеризация; сгущение; приготовление смеси молочной основы с экстрактом чая или цикория; гомогенизация смеси; сушка смеси; охлаждение; сухое смешивание смеси с сахарной пудрой; фасовка, упаковка, маркировка; хранение.

По второй технологической схеме в сгущенную молочную основу вносят все компоненты (экстракты чая, кофе, цикория; сахар или какао-сахарный сироп) и направляют полностью отвечающую рецептуре смесь на распылительную сушку (допускается сублимационная сушка). Пастеризацию молочной основы проводят при температуре (90±2) °С без выдержки, сгущают до массовой доли сухих веществ (43±2)%. Специально подготовленные компоненты вносят в сгущенную молочную основу. Кофе, цикорий, какао подготавливают так же, как при производстве молочных консервов на основе осмоанабиоза. Особенности подготовки чая следующие: чай в сухом виде смешивают с водой в соотношении 1/12, нагревают до (96±2) °С и выдерживают при этой температуре 5 мин, фильтруют. Полученный экстракт чая нейтрализуют двууглекислым на-

трием до pH (6,7±0,1) ед. Нейтрализованный экстракт чая смешивают по рецептуре с сахарным песком и доводят до кипения, фильтруют и вносят в молочную основу. Полученную смесь гомогенизируют при температуре 55–60 °С и давлении: для молочных напитков – 10–12 МПа, и для сливочных – 5–6 МПа. Распылительную сушку проводят при температуре (162±13) °С, охлаждают до (20±5) °С, фасуют и упаковывают в потребительскую или транспортную тару. Основные физико-химические показатели сухих молочных напитков представлены в табл. 5.14.

Сухие молочные напитки могут использоваться для непосредственного употребления как в домашних условиях, так и на предприятиях общественного питания, а также в производстве мороженого, в кондитерской и пищевой промышленности.

5.14. Физико-химические показатели сухих молочных напитков

Показатель	Сухой напиток					
	на обезжиренном молоке		молочный		сливочный	
	чай	цикорий	чай	цикорий	чай	цикорий
Массовая доля влаги, %	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Массовая доля сухих веществ молока и наполнителя, %	70,0	70,0	70,5	70,5	2,5	72,5
в том числе, жира	–	–	18,5	18,5	30,0	30,0
Массовая доля сахарозы, %	26,0	26,0	25,5	25,5	23,5	23,5
Индекс растворимости, мл сырого осадка	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Кислотность восстановленного продукта:						
титруемая, °Т	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
активная, ед. pH	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5

Сухое обезжиренное молоко с плодово-ягодными соками представляет собой порошок с чистым молочным вкусом и привкусом используемого в производстве сока: яблочного или виноградного.

При производстве сухого обезжиренного молока с плодово-ягодными соками последовательность технологических операций следующая: приемка и оценка качества сырья; нормализация молочного сырья; пастеризация обезжиренного молока; сгущение обезжиренного молока; подготовка сока к переработке; внесение сгущенного сока в сгущенное обезжиренное молоко; диспергирование; сушка; охлаждение; фасовка, упаковка, маркировка; хранение.

Для производства сухого обезжиренного молока с плодово-ягодными соками используют обезжиренное молоко с кислотностью не более 20 °Т и плотностью не менее 1027 кг/м³. Его пастеризуют при температуре (87±2) °С без выдержки, охлаждают до температуры (72±2) °С и сгущают на вакуум-выпарном пленочном аппарате до 45% сухих веществ. Сгущенное молоко охлаждают до (28±2) °С и направляют в резервуар для промежуточного резервирования.

Из соков наиболее часто используют яблочный и виноградный, проведены исследования и разработана технология производства сухого обезжиренного молока с арбузным и березовым соками. Натуральный яблочный или виноградный сок с кислотностью не более 90 °Т и массовой долей сухих веществ не менее 9% фильтруют и сгущают на вакуумвыпарном аппарате до 60% сухих веществ, охлаждают до (25±2) °С и направляют в резервуар для промежуточного резервирования. Сгущенное обезжиренное молоко и сгущенный сок смешивают до соотношения сухих веществ молока и сока 4:1. Смесь обезжиренного молока и сока диспергируют на диспергаторе Я9-ОДР и направляют на распылительную сушку. Сушку проводят при (172±2) °С и охлаждают в пневмотранспорте. Сухое обезжиренное молоко с соком расфасовывают и упаковывают в герметичную транспортную тару. Готовый продукт характеризуется показателями, представленными в табл. 5.15.

5.15. Состав и характеристика сухого обезжиренного молока с соком

Показатель	Сухое обезжиренное молоко с соком	
	яблочным	виноградным
Массовая доля влаги, не более, %	4,5	4,5
Массовая доля, не менее, %:		
белка	28,8	28,8
лактозы	17,0	17,0
золы	2,3	2,3
Индекс растворимости, мл сырого осадка	0,15–0,5	0,15–0,5
Кислотность восстановленного продукта: титруемая, °Т	41,0	20,0-25,0
Насыпная масса, кг/м³	758±4	758±4
Средний размер частиц, мкм	34,5	34,5
Гигроскопичность, %	17,4	17,4

Сухое обезжиренное молоко с соками используют как основу в производстве рекомбинированных молочных продуктов, а также в производстве мороженого, кондитерской и пищевой промышленности.

Сухие молочно-растительные концентраты представляют собой порошки с легко рассыпающимися комочками, полученные распылительной сушкой. Цвет сухих молочно-растительных концентратов равномерный по всей массе и в зависимости от растительного наполнителя может быть: от бордового до розового (со свеклой); от оранжевого до жел-

того (с морковью или тыквой); от светло-кремового до кремового (с яблоком или виноградом).

Технологическая схема сухих молочно-растительных концентратов включает следующие основные операции: приемка и оценка качества сырья; приготовление овощного и плодово-ягодного пюре; пастеризация и сгущение обезжиренного молока; деминерализация, пастеризация, сгущение сыворотки; смешивание молочных и растительных полуфабрикатов; распылительная сушка; охлаждение; расфасовка, упаковка, маркировка; хранение.

Обезжиренное молоко с кислотностью не более 20 °Т и плотностью не менее 1027 кг/м³ пастеризуют при температуре (в зависимости от оборудования) от (76±2) °С до (96±2) °С без выдержки, охлаждают до температуры (72±2) °С и сгущают на вакуум-выпарном пленочном аппарате до (22±2)% сухих веществ. Сгущенное молоко охлаждают до (28±2) °С и направляют в резервуар для промежуточного резервирования.

Подсырную сыворотку на сепараторах очищают от казеиновой пыли и жира, пастеризуют при температуре (76±2) °С без выдержки и охлаждают до (4±2) °С, в охлажденном виде хранят до переработки.

Приготовление овощных и плодово-ягодных пюре определяется видом используемого сырья. Свеклу калибруют, моют и варят при температуре (120±2) °С в зависимости от размера плодов 25–50 мин. Сваренную свеклу очищают, промывают холодной водой, измельчают на волчке с диаметром решетки около 4 мм и протирают через сито. Морковь моют, очищают, снова моют, измельчают и бланшируют при температуре 95–105 °С в течение 10 мин. Бланшированную морковь протирают и в полученное пюре добавляют аскорбиновую кислоту в виде 20%-ного водного раствора для предотвращения окисления β-каротина.

Смешивание молочных и растительных полуфабрикатов зависит от сырья и осуществляется по рецептуре, представленной в табл. 5.16.

5.16. Рецептура на сухие молочно-растительные концентраты (кг на 1000 кг сухого продукта без учета потерь)

Сырье	СОМ			Сыворотка	
	свекла	морковь	яблоко	свекла	яблоко
Сгущенное молоко	2375	2375	2375	–	–
Сгущенная сыворотка	–	–	–	3958	2000
Пюре свеклы	2375	–	–	3958	–
Пюре моркови	–	2850	–	–	–
Яблочное пюре	–	–	3800	–	6000
Соотношение молочной и растительной основы	50:50	40:60	20:80	50:50	20:80

Молочно-растительную сгущенную смесь гомогенизируют при температуре (55±5) °С и давлении 10–12 МПа и направляют на распылительную сушку при температуре воздуха на входе в сушилку (175±5) °С. После сушки готовые продукты охлаждают в пневмотранспорте и направляют на расфасовку, упаковку и маркировку. Срок хранения – не более 10 мес. при температуре от 1 до 20 °С и относительной влажности воздуха 75%.

Характеристика состава и свойств сухих молочно-растительных концентратов представлена в табл. 5.17.

5.17. Состав и свойства сухих молочно-растительных концентратов

Показатель	СОМ			Сыворотка	
	свекла	морковь	яблоко	свекла	яблоко
Массовая доля влаги, не более %	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Массовая доля белка, не менее %	27,7	27,7	27,7	21,9	21,9
Индекс растворимости, мл сырого осадка, не более	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Кислотность восстановленного продукта, титруемая, °Т	40,0	40,0	50,0	55,0	60,0

Сухие молочно-растительные концентраты применяются в производстве сухих смесей для мороженого путем сухого смешивания, в производстве десертов и кондитерских изделий.

Сухое молочно-картофельное пюре

Предназначено для быстрого приготовления гарнирного пюре путем восстановления порошка в горячей воде, а также оладий, пирожков, рулетов, котлет.

Сухое молочно-картофельное пюре представляет собой порошок, который получают из свежего очищенного сваренного до готовности и измельченного в пюре картофеля, который смешивают с цельным или обезжиренным молоком и высушивают на распылительных сушилках с пневматическим распылителем.

Сухие кисломолочные продукты

К сухим кисломолочным продуктам относятся йогурт, простокваша Мечниковская, ацидофильная паста, сметана, творог, высушенные сублимацией, или распылительной сушкой – простокваша, простокваша диетическая, молоко ацидофильное, творог.

Сухие кисломолочные продукты, полученные распылительной сушкой

Эти продукты вырабатывают по технологии сухого цельного молока. Нормализацию в производстве сухой простокваши, сухой простокваши диетической и сухого ацидофильного молока ведут по соотно-

шению $Ж_{пр}/СОМО_{пр}$, равному 0,368. Тепловая обработка перед сгущением проводится при температуре 90 °С без выдержки, сгущение проводят при режимах производства сухого цельного молока до массовой доли сухих веществ 43–50%. В сгущенную смесь при выходе из вакуумвыпарного аппарата при температуре 37–45 °С вносят закваску в количестве: 5% – при производстве простокваши, 15–20% – при производстве диетической простокваши и 10–20% – при производстве ацидофильного молока.

При выработке сухих кисломолочных продуктов используют следующие закваски: для простокваши – болгарскую палочку и термофильный стрептококк; для диетической простокваши – ацидофильную палочку, термофильный стрептококк, негомолетический стрептоккок и стрептобактерии; для ацидофильного молока – ацидофильную палочку.

Сгущенную смесь гомогенизируют при давлении 10–15 МПа и направляют на распылительную сушку, температура воздуха на входе составляет 135–145 °С, на выходе – 60–65 °С. Режимы сушки для кисломолочных продуктов установлены более мягкие. Сухие кисломолочные продукты расфасовывают и упаковывают в металлические или комбинированные банки по ГОСТ 12120 или по ГОСТ 5981. Сухие кисломолочные продукты можно употреблять непосредственно после восстановления (например, простоквашу диетическую сухую) или после сквашивания восстановленного продукта – для этого его выдерживают при температуре 37–40 °С до образования сгустка, но не более 7 ч.

Сублимированные кисломолочные продукты

В отличие от кисломолочных продуктов, полученных распылительной сушкой, сублимированные кисломолочные продукты содержат большое количество жизнеспособных молочнокислых микроорганизмов и могут более длительное время сохранять свои качественные показатели: до 12 мес. при температуре не выше 25 °С и до 20 мес. при температуре от 1–5 °С.

Сублимационная сушка кисломолочных продуктов может быть осуществлена двумя способами: в атмосферной среде или под вакуумом. Для производства сублимированных кисломолочных продуктов могут использоваться как свежевыработанные продукты, так и продукты, поступившие с других предприятий в промышленной опломбированной упаковке со сроком хранения не более 12 ч при температуре (6±2) °С. В процессе сублимационной сушки, в зависимости от аппаратурного оформления, температура кисломолочного продукта составляет 30–45 °С. Поэтому они обладают высокой биологической ценностью.

Сухие кисломолочные продукты представляют собой комочки различной формы, легко рассыпающиеся при сдавливании, восстанавливают их в кипяченой воде комнатной температуры в течение 10–20 мин при перемешивании.

Сухие кисломолочные продукты очень гигроскопичны. Содержание влаги более 4% способствует развитию реакции меланоидинобразования, что приводит к ухудшению качества продукта. Во избежание увлажнения, действия кислорода воздуха и света кисломолочные продукты сублимационной сушки следует упаковывать незамедлительно после сушки в газо-, влагонепроницаемую упаковку в среде инертного газа. Наиболее распространенная упаковка – металлические банки для консервов и пакеты из комбинированного материала на основе алюминиевой фольги и полиэтилена. Состав и показатели качества некоторых сухих кисломолочных продуктов, полученных сублимационной сушкой, представлены в табл. 5.18.

5.18. Характеристика кисломолочных продуктов, полученных сублимационной сушкой

Продукт	Массовая доля, %			Кислотность продукта после восстановления, °Т
	влаги, не более	сахарозы, не менее	жира, не менее	
Ацидофильная паста	4,0	57,0	19,0	180,0
Ацидофильная паста	4,0	64,0	12,5	180,0
Простокваша Мечниковская	4,0	–	40,0	120,0
Творог	4,0	–	32–49	200–220
Йогурт	4,0	–	36,0	140,0
Йогурт сладкий	4,0	22,0	27,5	140,0
Йогурт плодово-ягодный	4,0	26,0	26,0	–

Сухие сублимированные кисломолочные продукты обладают высокой пищевой, биологической и пробиотической ценностью, хорошими органолептические показателями, удобны при употреблении, восстанавливаются в холодной воде, имеют длительные сроки хранения. Поэтому они могут быть отнесены к продуктам специального назначения.

Основные свойства сухих молочных продуктов

Основные свойства сухих молочных продуктов характеризуются первичной, вторичной и третичной структурой, а также показателями восстанавливаемости, смачиваемости, пористости и т.п.

Первичная структура – это структура частицы сухих продуктов, которая определяется ее формой, размером, состоянием компонентов, пористостью.

Вторичная структура – это структура молочного порошка, которая характеризуется порозностью слоя и объемным весом (насыпной массой).

Третичная структура – это структура скоплений сухих частиц в воздухе. Частицы образуют скопления различной формы и величины

(60–450 мкм). Чем больше таких скоплений, тем меньше плотность упаковки частиц, т. е. тем ниже насыпная масса (0,3–0,4 г/см³). Чем больше скоплений, тем лучше смачиваемость порошка, так как более массивная частица быстрее погружается в воду.

Восстанавливаемость

Восстанавливаемость, или растворимость, определяется полнотой и скоростью растворения.

Полнота растворения характеризует относительное количество сухих веществ, перешедших в раствор. Она выражается в процентах массы растворенных сухих веществ молока в воде или в миллилитрах сырого осадка после центрифугирования растворенной навески сухого молока. Чем меньше объем осадка или выше процент массы растворенных сухих веществ, тем больше полнота растворения сухих молочных консервов.

Скорость растворения показывает скорость перехода компонентов сухого молока в раствор и выражается в процентах массы растворенного сухого остатка за определенный период времени или в см/с. Скорость растворения – главный показатель восстанавливаемости сухих молочных продуктов.

Смачиваемость

Смачиваемость – это проявление взаимодействия молекул на границе трех одновременно существующих фаз: твердой, жидкой и газообразной. Смачиваемость характеризует скорость погружения в воду свободно насыпанной на ее поверхность навески продукта.

Порядок определения скорости погружения: в стакан наливают 100 мл воды с температурой 40 °С, на ее поверхность насыпают навеску сухого продукта (10 г) и определяют секундомером время погружения навески. Если время погружения навески в 10 г составляет до 15 (40–60) с, такой продукт называется быстрорастворимым. Если время погружения навески более 15 с – продукт обычной растворимости.

Пористость

Поры в сухом молоке могут быть изолированными друг от друга и сообщающимися между собой. Количественной характеристикой пористости является объемная пористость n_v и поверхностная пористость n_s. Объемная пористость определяется как отношение объема пор в единице сухого продукта к его объему. Поверхностная пористость определяется как отношение площади поверхности пор единицы сухого продукта к ее поверхности.

Порозность слоя

Порозность слоя (E) определяется отношением объема пор в слое к общему объему слоя сухого молочного продукта и определяется по формуле

$$E = (V_c - V_т)/V_c,$$

где V_c – общий объем слоя сухого молока, м³; $V_т$ – объем частиц сухого молока в слое продукта, м³.

Извилистость

Извилистость ($И$) – отношение средней длины траектории жидкости ($L_ж$), проходящей через образец продукта к длине образца продукта (L). Извилистость определяется по формуле:

$$И = L_ж/L.$$

Объемный вес

Объемный вес (насыпная масса) – это масса единицы объема сухого продукта (г/см³ или кг/м³). Ее определяют с уплотнением и без уплотнения.

Сыпучесть

Сухие молочные продукты относятся к сыпучим материалам. Движение частиц сухого молока определяется, с одной стороны, трением между частицами, а с другой – их сцеплением. Сыпучесть зависит от состава продукта. Чем больше массовая доля жира, тем сыпучесть ниже. Хорошей сыпучестью обладают обезжиренные молочные продукты, так как сила трения больше силы сцепления. Сыпучесть измеряется в г/с. Показатель сыпучести важен при расчете бункеров и емкостей для хранения, так как угол наклона бункера определяется сыпучестью продукта.

Пороки сухих молочных консервов

Пригорелые частицы – это мелкие коричневые или черные включения в сухих молочных продуктах, которые могут возникнуть в результате нарушения режима сушки или санитарной обработки сушилки и пневмотранспорта.

Комкование характеризуется образованием комочков или агломератов, которые не разрушаются при механическом воздействии. Причиной возникновения этого порока является расфасовка продукта в неохлажденном виде.

Осаливание является следствием окисления молочного жира, произошедшего в процессе промежуточного резервирования молочного сырья или на различных стадиях технологического процесса, и проявляется в виде слабосалистого, салистого и орехового привкуса и запаха. Для предупреждения окисления молочного жира в процессе промежуточного резервирования используют природные антиоксиданты (аскорбиновую кислоту, дигидрокверцитин и т. п.). С целью предупреждения появления свободного жира, доступного окислительной порче, в производстве сухих молочных консервов предусмотрена гомогенизация. Для предупреждения окисления в процессе хранения сухие молочные кон-

сервы следует упаковывать в газо-, светонепроницаемые упаковки в среде инертного газа.

Прогоркание проявляется как прогорклый, слабогорький или горький привкус испорченного ореха. Причиной этого порока является образование продуктов окисления непредельных жирных кислот (альдегидов, кетонов и т. п.).

Затхлый вкус является следствием увлажнения сухого продукта в процессе хранения в негерметичной упаковке и при относительной влажности окружающего воздуха выше 80%. Для предупреждения этого порока необходимо хранить продукт в герметичной упаковке и соблюдать температурно-влажностные условия хранения.

Нечистый вкус является следствием разложившегося белка в результате хранения продукта с массовой долей влаги выше 7% или фасования продукта в неохлажденном виде, или при повышенных температурах хранения (инициируется реакция меланодинобразования и окисления). В результате сухие молочные продукты приобретают карамельный и окисленный привкусы и происходит изменение цвета.

Ухудшение смачиваемости, снижение скорости и полноты растворения происходит из-за увлажнения продукта и увеличения количества свободного поверхностного жира. Скорость растворения снижается при механическом воздействии на продукт в процессе производства. Полнота растворения уменьшается из-за длительного резервирования сгущенной нормализованной смеси перед сушкой.

Контрольные вопросы

1. Какой способ консервирования лежит в производстве сухих молочных консервов?
2. Охарактеризуйте ассортимент сухих молочных консервов.
3. Какие показатели характеризуют свойства сухих молочных консервов?
4. Какие способы сушки используют в производстве сухих молочных продуктов? Как они влияют на их свойства?
5. Что такое растворимость сухого продукта и как ее определяют?
6. В чем состоит суть получения быстрорастворимого молока? Как она реализуется технологически?
7. В чем состоит особенность получения сухих кисломолочных продуктов?
8. Какими способами можно получить сухие многокомпонентные смеси?
9. Охарактеризуйте ассортимент и технологические особенности получения сухих молочно-растительных продуктов.
10. Назовите причины и меры предупреждения основных пороков сухих молочных консервов.

Приложения

Приложение 1

Ассортимент молочных консервов

СГУЩЕННЫЕ МОЛОЧНЫЕ КОНСЕРВЫ С САХАРОМ

1. Сгущенное молоко с сахаром:
   1.1. цельное, в том числе для экспорта;
   1.2. 5%-ной жирности «Славянское»;
   1.3. 2,5%-ной жирности «Дружба».
2. Сгущенные сливки с сахаром.
3. Сгущенные обезжиренные молочные консервы с сахаром:
   3.1. обезжиренное молоко;
   3.2. пахта.
4. Сгущенные молочные консервы с сахаром и вкусовыми наполнителями:
   4.1. молоко с кофе;
   4.2. молоко с кофейным напитком;
   4.3. молоко с цикорием;
   4.4. молоко с какао;
   4.5. сливки с кофе;
   4.6. сливки с какао.
5. Сгущенные молочные консервы с сахаром и жиром немолочного происхождения.

СТЕРИЛИЗОВАННЫЕ МОЛОЧНЫЕ КОНСЕРВЫ

1. Сгущенный стерилизованные молочные консервы:
   1.1. молоко сгущенное;
   1.2. молоко концентрированное;
   1.3. молоко с солодовым экстрактом «Чайное».
2. Стерилизованные сливки.
3. Стерилизованные высокожирные консервы:
   3.1. каймак;
   3.2. кремы:
      с кофе;
      с какао;
   3.3. масло.
4. Сгущенное стерилизованное молоко с вкусовыми наполнителями:
   4.1. молоко с кофе;
   4.2. молоко с какао;
   4.3. молоко с чаем.
5. Стерилизованные кисломолочные консервы:
   5.1. жидкие стерилизованные кисломолочные детские продукты;

5.2. жидкие стерилизованные кисломолочные продукты лечебного и лечебно-профилактического питания;
5.3. творожные продукты:
творог с черной смородиной;
творог с курагой;
творог с лимоном;
творог с тмином.
6. Детские стерилизованные молочные продукты.

СУХИЕ МОЛОЧНЫЕ КОНСЕРВЫ

1. Сухое цельное молоко:
1.1. сублимационной сушки, в том числе с немолочным жиром;
1.2. распылительной сушки:
1.2.1. 25%-ной жирности (I и II сорта);
1.2.2. 20%-ной жирности (I и II сорта);
1.2.3. быстрорастворимое цельное молоко:
«Смоленское», 15% жирности;
«Домашнее», 15% жирности;
«Полтавское», 15% жирности;
«Гродненское», 15% жирности.
2. Сухие высокожирные молочные консервы:
2.1. сливки;
2.2. высокожирные сливки.
3. Сухие обезжиренные молочные продукты:
3.1. распылительной сушки:
обезжиренное молоко, в том числе с гидрожиром и растительным маслом;
обезжиренное молоко для экспорта;
пахта;
сыворотка.
3.2. пленочной сушки:
обезжиренное молоко;
пахта;
сыворотка.
4. Сухие молочные продукты с вкусовыми наполнителями:
с кофе (молоко или сливки);
с какао (молоко или сливки);
с чаем молоко;
с солодовым экстрактом молоко.
5. Сухое молоко с растительными компонентами:
5.1. молочно-картофельное пюре:
с обезжиренным молоком;
с цельным молоком;

5.2. сухое обезжиренное молоко с морковью;
5.3. сухое обезжиренное молоко с тыквой;
5.4. сухое обезжиренное молоко со свеклой;
5.5. сухое обезжиренное молоко или сыворотка с яблочным соком;
5.6. сухое обезжиренное молоко или сыворотка с виноградным соком;
5.7. сухое молоко с арбузным соком;
5.8. сухое молоко с березовым соком.
6. Сухие молочные десерты:
6.1. смесь для мороженого:
пломбир «Домашний»;
сливочная;
молочная.
6.2. смесь для взбивания:
сливочно-белковая;
сливочно-шоколадная.
6.3. смесь для пудинга:
сливочно-кофейная;
молочная с повышенным содержанием жира;
молочная.
7. Сухие кисломолочные продукты:
7.1. распылительной сушки:
простокваша;
простокваша диетическая;
молоко ацидофильное.
7.2. сублимационной сушки:
простокваша мечниковская;
паста ацидофильная (4%-й и 8%-й жирности);
йогурт (жирный, жирный и сладкий, плодово-ягодный).
8. Сухие заменители молока
9. Сухие молочные продукты для детского и лечебного питания.

Приложение 2

Ассортиментные номера молочных консервов

Наименование молочных консервов	Ассортиментный номер
1	2
Молоко цельное сгущенное с сахаром	76
Молоко коровье цельное сухое	77
Какао со сгущенным молоком и сахаром	78
Кофе натуральный со сгущенным молоком и сахаром	79
Молоко сгущенное стерилизованное	80
Напиток кофейный со сгущенным молоком и сахаром	81
Молоко нежирное сгущенное с какао	82
Молоко сгущенное с сахаром и цикорием	83
Молоко нежирное сгущенное с сахаром и цикорием	84
Молоко нежирное сгущенное с кофе	85
Молоко нежирное сгущенное с сахаром «Славянское»	86
Сливки сгущенные с сахаром	87
Сливки сухие	88
Сухая смесь для сливочного мороженого	89
Кофе натуральный со сгущенным молоком и сахаром	90
Какао со сгущенным молоком и сахаром	91
Молоко сухое «Смоленское»	92
Кофе с молоком «Бодрость»	93
Кофе со сливками	94
Какао с молоком	95
Какао со сливками	96
Молоко концентрированное стерилизованное	97
Сухая смесь для мороженого пломбир «Домашний»	98
Молоко сгущенное с сахаром «Дружба»	99
Молоко сухое для детей грудного возраста	100
Сухая диетическая простокваша	101
Сухая смесь молочная «Малыш»	401
Сухая смесь молочная «Малютка»	402
Молоко сухое цельное быстрорастворимое	403
Каша сухая «Малыш»	404
Молоко сухое для детского питания	405
Молоко сухое витаминизированное для детского питания 25% жирности	406
Молоко сухое витаминизированное для детского питания 15% жирности	407
Масло стерилизованное сливочное «Смоленское»	408

Продолжение таблицы

1	2
Молоко нежирное сгущенное с чаем	409
Пюре сухое молочно-картофельное	410
Молоко сухое «Домашнее»	411
Молоко сгущенное стерилизованное с солодовым экстрактом «Чайное»	412
Какао со сгущенным стерилизованным молоком	413
Молоко сгущенное с сахаром повышенной жирности	414
Пахта сгущенная с сахаром и наполнителями	415
Нежирное молоко с сахаром и какао «Российское»	416
Сгущенное молоко с сахаром 5% жирности	417
Молоко сгущенное цельное «Лакомка»	418
Сливки сгущенные с сахаром «Тяжинские»	419
Сливки сгущенные с сахаром «Сибирские»	420
Молоко нежирное сгущенное «Лакомка»	424
Молоко сгущенное с сахаром витаминизированное	425
Молоко сгущенное ароматизированное	429–433
Какао с нежирным молоком и сахаром	434
Кофе с нежирным молоком и сахаром	435
Молоко сгущенное с сахаром «Любительское»	436
Молоко нежирное сгущенное с сахаром «Любительское»	437
Молоко сгущенное с сахаром «Аромат»	438
Молоко сгущенное с сахаром 3% жирности	439
Сыр плавленый консервированный стерилизованный	440
Молоко цельное сгущенное с сахаром «Особое»	441
Молоко нежирное сгущенное с сахаром «Славянское особое»	442
Молоко сгущенное с сахаром особое «Дружба»	443
Молоко нежирное сгущенное с сахаром и какао «Особое»	444

Приложение 3

Расчетная таблица для определения СМО, СОМО, Ж/СОМО молока

$СМО_м = (4{,}9Ж_м + Д_м)/4 + 0{,}5$

$СОМО_м = СМО_м - Ж_м$

$Д_м$,°А,	$Ж_м$, %,	$СМО_м$, %,	$СОМО_м$, %,	$Ж_м/СОМО_м$
1	2	3	4	5
26	3	10,68	7,68	0,391
26	3,1	10,80	7,70	0,403
26,5	3,1	10,92	7,82	0,396
26,5	3,2	11,05	7,85	0,408
27	3,3	11,29	7,99	0,413
27	3,4	11,42	8,02	0,424
27	3,5	11,54	8,04	0,435
27,5	3,4	11,54	8,14	0,418
27,5	3,5	11,66	8,16	0,429
27,5	3,6	11,79	8,19	0,440
28	3,6	11,91	8,31	0,433
28	3,7	12,03	8,33	0,444
28,5	3,7	12,16	8,46	0,437
28,5	3,8	12,28	8,48	0,448
29	3,8	12,41	8,61	0,441
29	3,9	12,53	8,63	0,452
29,5	3,8	12,53	8,73	0,435
29,5	3,9	12,65	8,75	0,446
30	3,9	12,78	8,88	0,439
30	4,0	12,90	8,90	0,449
31	4,1	13,27	9,17	0,447
31	4,2	13,40	9,20	0,457
32	4,3	13,77	9,47	0,454
32	4,4	13,89	9,49	0,464
32	4,5	14,01	9,51	0,473

Приложение 4

Нормы расхода сырья при производстве сгущенного молока с сахаром

Нормы расхода сырья при производстве сгущенного цельного молока с сахаром с учетом предельно допустимых потерь в зависимости от сезона года, кг на тубу.

Расход нормализованной смеси		Расход сахара	
сезонный период	несезонный период	сезонный период	несезонный период
1016	1018	182,1	182,7

Расчет норм расхода нормализованной смеси произведен по формуле:

$$P_м = \frac{C_{сг} \cdot 400}{(C_{см} + C_{сах}) \cdot (1 - 0{,}01 \cdot П_с)},$$

где $P_м$ – норма расхода нормализованной смеси на тубу, кг; $C_{сг}$ – содержание сухих веществ в продукте, %; $C_{см}$ – содержание сухих веществ в нормализованной смеси, %; $C_{сах}$ – содержание сахара в нормализованной смеси, %; 400 – вес тысячи условных банок (тубы) продукта, кг; $П_с$ – норма потерь сухих веществ, % от количества сухих веществ в переработанной смеси.

В расчет норм расхода нормализованной смеси заложены предельно допустимые потери жира и сухих веществ в соответствии с приложением 6. Содержание жира в нормализованной смеси – 3,48%, сухих веществ – 8,19%, сахара – 17,64%.

Состав сгущенного молока с сахаром, принятый при расчетах, %:

– содержание жира 8,8;

– содержание СОМО 20,7;

– содержание сахара 44,6.

Приложение 5

Нормы расхода сырья при производстве нежирного сгущенного молока с сахаром

Нормы расхода сырья при производстве нежирного сгущенного молока с сахаром с учетом предельно допустимых потерь составляют, кг на тубу:

– расход обезжиренного молока 1325;
– расход сахара 181,47.

Расчет норм расхода обезжиренного молока произведен по формуле:

$$P = \frac{(100 - B) \cdot 400}{C \cdot (1 - 0{,}01 \cdot П_с) + C_с[1 - 0{,}01(П_{сах} + И)}},$$

где P – норма расхода сырья на тубу продукта, кг; B – массовая доля влаги в продукте, %; 400 – вес тысячи условных банок (тубы) продукта, кг; C – массовая доля сухих веществ в сырье, %; $П_с$ – норма потерь сухих веществ сырья, % от массы сухих веществ в переработанном сырье (приложение б); $П_{сах}$ – норма потерь свекловичного сахара при варке сиропа и сгущении сырья, % от массы использованного сахара (приложение б); И – инверсия свекловичного сахара; $C_с$ – норма расхода сахара на 1000 кг сырья:

$$C_с = \frac{C_п \cdot C_х}{C_{сп}},$$

где $C_п$ – массовая доля сахара в готовом продукте, %, C – массовая доля сухих веществ в сырье, %; $C_{сп}$ – массовая доля сухих веществ молока в готовом продукте, %.

Приложение 6

Потери при производстве сгущенных и сухих молочных консервов

Нормы потерь сухих веществ и жира, %

Показатели	Сгущенные консервы		Сухие консервы и детское питание	
	жир	сухие вещества	жир	сухие вещества
Приемное отделение	0,02	0,01	0,02	0,01
Аппаратный цех	0,08	0,18	0,08	0,18
Молокохранители	0,02	0,02	0,02	0,02
Вакуум-аппаратное отделение	0,20	0,21	0,27	0,42
Разливочно-закаточное отделение	0,11	0,16	–	–
Цех сушки	–	–	0,04	0,05
Фасовочное отделение	–	–	0,01	0,01
Общие потери	0,43	0,57	0,44	0,69

Нормы потерь сахара, %

Показатели	Молоко сгущенное с сахаром		Кофе или какао со сгущенным молоком и сахаром, сливки сгущенные и сухие с сахаром	
	сезонный период	несезонный период	сезонный период	несезонный период
Вакуум-аппаратное отделение	0,31	0,39	0,31	0,39
Разливочно-упаковочное или фасовочное отделение	0,11	0,12	0,12	0,13
Сироповарочное отделение	0,98	0,99	0,99	0,98
Остатки органических веществ в сахаре	0,25	0,25	0,25	0,25
Общие потери, в том числе инверсия сахара	1,65 0,8	1,75 0,8	1,66 0,8	1,76 0,8

Приложение 7

Расчетная таблица для определения массы компонентов нормализации при выработке сгущенного молока с сахаром

$Ж_{пр}$ = 8,72%, $СОМО_{пр}$ = 20,7%, $САХ_{пр}$ = 44,5%, $О_{пр} = Ж_{пр}/СОМО_{пр}$ = = 0,421, $САХ_{пр}/Ж_{пр}$ = 5,1

$Д_м$, °А	$Ж_м$, %	$СОМО_м$, %	$Ж_м/СОМО_м$	На 100 кг цельного молока требуется, кг		
				сливок, $Ж_{сл}$ – 30%	об. мол. $СОМО_{об}$ = 7,95%	сахарозы
26	3	7,68	0,391	0,9		16,7
26	3,1	7,70	0,403	0,5	–	16,6
26,5	3,1	7,82	0,396	0,7	–	16,9
27	3,3	7,99	0,413	0,2	–	17,1
27	3,4	8,02	0,424	–	0,7	17,3
27	3,5	8,04	0,435	–	3,5	17,9
27,5	3,4	8,14	0,418	0,1	–	17,5
27,5	3,5	8,16	0,429	–	2,0	17,9
27,5	3,6	8,19	0,440	–	4,6	18,4
28	3,6	8,31	0,433	–	3,1	18,4
28	3,7	8,33	0,444	–	3,9	18,9
28,5	3,7	8,46	0,437	–	4,2	18,9
29	3,8	8,61	0,441	–	5,3	19,4
29	3,9	8,63	0,452	–	8,1	19,9
29,5	3,9	8,75	0,446	–	6,6	19,9
30	3,9	8,88	0,439	–	4,9	19,9
30	4,0	8,90	0,449	–	7,7	20,4
31	4,1	9,17	0,447	–	7,3	20,9
31	4,2	9,20	0,45	–	9,9	21,4
32	4,3	9,47	0,454	–	9,5	21,2
32	4,4	9,49	0,464	–	12,3	22,5
32	4,5	9,51	0,473	–	15,0	23,0

Приложение 8

Расчетная таблица для определения массы компонента нормализации при выработке сухого молока 25%-ной жирности

$Ж_{пр}$ = 26,1%, $СОМО_{пр}$ = 70,9%, $О_{пр} = Ж_{пр}/СОМО_{пр}$ = 0,368

$Д_м$, °А	$Ж_м$, %	$СОМО_м$, %	$Ж_м/СОМО_м$	На 100 кг молока требуется обезжиренного, кг, при $СОМО_о$, %		
				7,95	8,45	8,75
26	3	7,68	0,391	6,1	5,7	5,5
26	3,1	7,70	0,403	9,3	8,7	8,4
26,5	3,1	7,82	0,396	7,7	7,2	7,0
27	3,3	7,99	0,413	12,5	11,7	11,3
27	3,4	8,02	0,424	15,7	14,7	14,2
27	3,5	8,04	0,435	18,9	17,7	17,1
27,5	3,4	8,14	0,418	14,1	13,2	12,8
27,5	3,5	8,16	0,429	17,3	16,2	15,7
27,5	3,6	8,19	0,440	23,6	22,2	21,4
28	3,6	8,31	0,433	18,8	17,7	17,1
28	3,7	8,33	0,444	22,0	20,7	20,0
28,5	3,7	8,46	0,437	20,4	19,2	18,5
28,5	3,8	8,48	0,448	23,6	22,2	21,4
29	3,8	8,61	0,441	22	20,7	20,0
29	3,9	8,63	0,452	25,2	23,7	22,9
29,5	3,9	8,75	0,446	23,6	22,2	21,4
30	3,9	8,88	0,439	22,0	20,7	20,0
30	4,0	8,90	0,449	25,2	23,7	22,9
31	4,1	9,17	0,447	25,2	23,7	22,9
31	4,2	9,20	0,45	28,4	26,7	25,7
32	4,3	9,47	0,454	28,4	26,7	25,7
32	4,4	9,49	0,464	31,6	30	28,6
32	4,5	9,51	0,473	34,8	32,7	31,5

Приложение 9

Расчетная таблица для определения массы компонента нормализации при выработке молока сгущенного стерилизованного

$Ж_{пр}$ = 8,2%, $СОМО_{пр}$ = 17,8%, $О_{пр} = Ж_{пр}/СОМО_{пр}$ = 0,460

$Д_м$, °А	$Ж_м$, %	$СОМО_м$, %	$Ж_м/СОМО_м$	На 100 кг цельного молока требуется, кг	
				сливок, $Ж_{сл}$ = 30%	об.мол. $СОМО_{об}$ = 8,5%
26	3	7,68	0,391	1,98	
26	3,1	7,70	0,403	1,64	–
26,5	3,1	7,82	0,396	1,84	–
27	3,3	7,99	0,413	1,39	–
27	3,4	8,02	0,424	1,07	–
27	3,5	8,04	0,435	0,74	–
27,5	3,4	8,14	0,418	1,28	–
27,5	3,5	8,16	0,429	0,94	–
27,5	3,6	8,19	0,440	0,62	–
28	3,6	8,31	0,433	0,82	–
28	3,7	8,33	0,444	0,49	–
28,5	3,7	8,46	0,437	0,71	–
29	3,8	8,61	0,441	0,60	–
29	3,9	8,63	0,452	0,26	–
29,5	3,9	8,75	0,446	0,46	–
30	3,9	8,88	0,439	0,69	–
30	4,0	8,90	0,449	0,35	–
31	4,1	9,17	0,447	0,44	–
31	4,2	9,20	0,45	0,12	–
32	4,3	9,47	0,454	0,21	–
32	4,4	9,49	0,464	–	0,90
32	4,5	9,51	0,473	–	3,25

Приложение 10

Пищевая и энергетическая ценность продукта «Сгущенка с сахаром вареная»

Вид продукта	Содержание, г на 100 г продукта			Энергетическая ценность, ккал на 100г
	жира	белка	углеводов	
Продукт молочно-растительный	8,5	7,4	55,0	326
Продукт растительно-молочный	8,5	7,4	55,0	326
Продукт молочно-растительный с пониженным содержанием сахара	8,5	11,6	49,3	320
Продукт молочно-растительный	4,0	8,8	57,7	302
Продукт растительно-молочный	4,0	8,8	57,7	302
Продукт молочно-растительный с пониженным содержанием сахара	4,0	12,5	52,0	294
Продукт растительно-молочный с пониженным содержанием сахара	4,0	12,5	52,0	294

Глава 6. Технология продуктов детского питания

6.1. Виды молочных продуктов детского питания и требования к сырью для их производства

Медико-биологические аспекты детского питания. Гармоничное развитие ребенка возможно только при правильной организации рационального питания с первых дней жизни, так как это один из наиболее важных и эффективных факторов в системе профилактических мероприятий, направленных на сохранение жизни и здоровья детей. Питание для детей должно соответствовать потребностям растущего организма, обеспечивать нормальное психомоторное развитие ребенка, повышать его иммунитет, выносливость при воздействии неблагоприятных факторов внешней среды.

В период роста и развития организма обмен веществ характеризуется наибольшей интенсивностью и некоторым преобладанием анаболических процессов, что объясняет потребности, связанные с ростом, пластическими и структурными процессами, протекающими в организме в этот период. У детей первого года жизни обмен азота происходит в 2–3 раза быстрее, чем у детей 10–12 лет, и в 4–10 раз быстрее, чем у взрослых. Относительная величина основного обмена выражается в ккал на 1 кг массы тела и составляет для детей в возрасте 2–3 года – 55; 6–7 лет – 42; 10–11 лет – 33; 12–13 лет – 34, а у взрослых людей – 24 ккал на 1 кг массы тела. Детский и подростковый периоды характеризуются относительно высоким расходом энергии. Энергозатраты составляют (ккал на 1 кг массы тела): у детей в возрасте от 1–5 лет – 80–100, у подростков 13–16 лет – 50–65, а у взрослого человека – 45.

Повышенный основной обмен и энергозатраты у детей и подростков делают необходимым особый подход к организации их питания.

Рациональное питание детей предусматривает поступление в организм пищевых веществ не только в достаточных количествах, но и определенного качественного состава, соответствующего адаптационным возможностям желудочно-кишечного тракта ребенка и уровню его обменных процессов. В связи с этим для каждого возраста характерна особая формула питания, которая определяется особенностями обмена веществ, адаптации к пище по мере физиологического и биохимического созревания, роста и развития ребенка.

В соответствии с медико-биологическими аспектами питания для грудных детей разработаны нормы потребления основных питательных веществ. На первом году жизни различают три возрастных периода: 0–3 мес.; 4–6 и 7–12 мес. Рекомендуемые нормы потребления белков, жиров, углеводов и энергии по возрастным группам с учетом вида вскармливания представлены в табл. 6.1.

6.1. Рекомендуемые нормы потребления белков, жиров, углеводов и энергии для детей первого года жизни

Возраст	Вид вскармливания	Белки, г на 1 кг массы тела (в том числе животные, % от всего белка)	Жиры, г на 1 кг массы тела	Углеводы, г на 1 кг массы тела	Энергетическая ценность на 1 кг массы тела в день, кДж
0–3	Естественное	2,0–2,5 (100)	6,5	13	503
4–6	Естественное	3,0 (100)	6,0	13	503
	Искусственное (адаптированными заменителями женского молока)	3,5 (100)	6	13	503
	Искусственное (неадаптированными смесями)	4,0 (100)	6	13	503
7–12	Искусственное (адаптированными продуктами)	3,5–4,0 (80)	5	13	482

В рационе ребенка первого года жизни содержание белка и жира должно находиться в определенном соотношении в зависимости от вида вскармливания. При естественном вскармливании ребенка в возрасте до 3 мес., от 4 до 6 мес. и от 7 до 12 мес. эти соотношения составляют, соответственно, 1:3; 1:2; 1:1,5, а при искусственном – 1:2; 1:1,7; 1:1,5. Углеводы, как главный источник энергии, составляют в рационе детей первого года жизни до 55% от его общей калорийности.

Весьма важным является вопрос о введении в рацион детей минеральных веществ, так как они необходимы для правильного развития костной, мышечной тканей, кроветворной и нервной систем. Рекомендуемые нормы потребления минеральных веществ для детей первого года жизни представлены в табл. 6.2.

6.2. Рекомендуемые нормы потребления минеральных веществ для детей первого года жизни

Минеральные вещества, мг в день	Возраст			
	0–29 дней*	1–3 мес.	4–6 мес.	7–12 мес.
Кальций	240	500	500	600
Фосфор	120	400	400	500
Магний	50	60	60	70
Железо**	1,5	5	7	10

* При естественном вскармливании

** С учетом усвоения 10% введенного железа.

Обеспеченность витаминами существенно влияет на реактивность и метаболические процессы, протекающие в растущем организме. Рекомендуемые нормы потребления основных витаминов для детей грудного возраста представлены в табл. 6.3.

6.3. Рекомендуемые суточные нормы потребления витаминов для детей первого года жизни

Витамины	0–3 мес.	4–6 мес.	7–12 мес.
B_1, мг	0,3	0,4	0,5
B_2, мг	0,4	0,5	0,6
B_6, мг	0,4	0,5	0,6
B_{12}, мкг	0,3	0,4	0,5
B_c, мкг	0,3	0,4	0,5
PP ниациновый экв. мг	5	6	7
C, мг	30	35	40
A, ретиноловый экв. мкг	400	400	400
E, МЕ	5	5	6
D, МЕ	400	400	400

После первого года жизни переваривающая способность желудочно-кишечного тракта ребенка возрастает. Вкусовые восприятия становятся более дифференцированными. У детей в возрасте от 1 года до 3 лет потребность в пищевых веществах все еще относительно высокая, поскольку продолжается нарастание массы тела, увеличивается расход энергии в связи с активной моторной деятельностью. В среднем энергетическая потребность в день составляет 6452,6 кДж. Потребность в белке составляет 4 г на 1 кг массы тела. Доля животных белков в общей сумме белков рациона не должна быть ниже 60–70%. За счет жиров удовлетворяется 30% потребности организма в энергии. Суточное потребление жира должно составлять 40–55 г, ненасыщенных жирных кислот – не менее 2–4 г, (в пересчете на растительный жир 5–10 г). Для детей от одного года до трех лет основным источником энергии являются углеводы. Их доля составляет 45–50% рациона по энергетической ценности. Наряду с усвояемыми углеводами (глюкоза, фруктоза, сахароза) рацион должен включать не менее 5–10 г неусвояемых углеводов. Процессы роста, развития детского организма обеспечиваются не только за счет основных пластических веществ, но и многими минеральными веществами, из которых нормируются следующие, мг в сутки: кальций – 800; фосфор – 800; магний – 150; железо – 10. Наиболее дефицитным элементом является железо, что обусловлено невысоким его содержанием в основных продуктах питания и замедленным неполным всасыванием. Потребность в витаминах также определяется анатомо-физиологической характеристикой детей этой возрастной группы. Потребность детского организма в отдельных витаминах не является величиной постоянной и в значительной степени определяется рационом питания. При этом рекомендуемые нормы суточного потребления основных витаминов следующие: A – 450 мкг; E – 7 мг; D – 10 мкг; B_1 – 0,8 мг; B_2 – 0,9 мг; B_6 – 0,9 мг; B_{12} – 1 мкг; B_c – 100 мкг; PP – 10 мг; C – 15 мг.

В этом возрасте соотношение продуктов рациона по белкам, жирам и углеводам должно приближаться к 1:1:4. При склонности ребенка к полноте соотношение следует изменить, уменьшив долю жиров и углеводов (1:0,8:3).

Рациональным считается четырехразовый разовый режим питания, при этом завтрак и ужин составляют по 25%, обед – 35%, а полдник – 15% от суточной калорийности рациона. Возможен пятый прием пищи, состоящий из стакана молока или кефира.

Правильное питание детей дошкольного возраста так же важно, как и питание детей в раннем возрасте. Состав и качество рациона дошкольника зависят от особенностей развития детей этого возраста, их поведения, образа жизни, навыков и умений. В дошкольном возрасте в организме ребенка продолжаются процессы усиленного роста, формирование и становление всех органов и систем, по-прежнему очень интенсивно протекают обменные процессы. Ребенок вырастает в среднем на 8–10 см в год, к 6–7 годам его масса тела примерно вдвое превышает массу тела годовалого ребенка. Бурными темпами развивается центральная нервная система. К концу дошкольного периода (7 лет) ребенок практически в совершенстве овладевает всеми основными движениями, у него уже хорошо развита речь, он приобретает необходимые навыки к самообслуживанию, труду, учебе. Особенно характерна для детей дошкольного возраста высокая двигательная активность. Они много бегают, любят спортивные игры и развлечения, а все это сопровождается большой тратой энергии. Такое интенсивное развитие детского организма требует относительно большого поступления пластического материала, в первую очередь белков, витаминов, минеральных веществ, а также богатых энергоносителей – жиров и углеводов. Общим источником всех компонентов является пища. Вместе с тем, ошибочно

думать, что чем больше ребенок получит пищи, тем лучше. Избыточное питание, как и недостаточное, может стать причиной ряда серьезных нарушений здоровья ребенка. Основные требования к питанию ребенка любого возраста – это достаточность, то есть возможность полностью покрыть потребность детского организма в основных пищевых веществах и энергии, и сбалансированность, при которой все пищевые вещества рациона находятся в определенном соотношении друг с другом. В частности, для ребенка дошкольного возраста оптимальное соотношение белков, жиров и углеводов в рационе равно 1:1:4. Нарушение этого соотношения в сторону увеличения или уменьшения одного из компонентов приводит к разбалансированности рациона и со временем может вызвать нарушения в состоянии здоровья ребенка. В первую очередь надо позаботиться о содержании белка – главного строительного материала. Ежедневная потребность ребенка дошкольного возраста в белке составляет в среднем 68 г, из них на долю животных белков приходится 65%. Примерно столько же требуется дошкольнику жиров. Причем не менее 15% должны составлять растительные масла (подсолнечное, кукурузное, оливковое, хлопковое и др.), т. е. на 68 г общего количества жиров приходится 10 г растительного масла. Количество углеводов для обеспечения ребенка необходимой энергией должно в 4 раза превышать количество белка, что составляет 272 г.

Школьный возраст – очень важный период в жизни ребенка. В это время происходит бурный рост и развитие организма, сложная перестройка обмена веществ, деятельности эндокринной системы, головного мозга. В школьном возрасте фактически завершается физиологическое развитие ребенка, окончательно формируются все органы и системы, идет процесс взросления. Рациональное питание школьников является одним из ведущих условий их правильного и гармоничного развития. Интенсивные процессы роста, являющиеся физиологической особенностью детей школьного возраста, свойственная им подвижность, значительное умственное напряжение, сочетание учебы с занятиями спортом обусловливают повышенную потребность этой возрастной группы в основных нутриентах и энергии.

Рекомендуемые нормы потребления основных нутриентов для детей и подростков в зависимости от возраста и пола представлены в табл. 6.4–6.6.

Особенности состава и свойств женского молока. Идеальной пищей для ребенка является материнское молоко, при условии, что мать здорова и питается сбалансировано. Материнское молоко выполняет четыре основных функции: обеспечивает потребности ребенка в пищевой ценности; при несформировавшемся иммунитете новорожденного организма через молоко матери опосредованно передается иммунитет; в первые дни и недели жизни у ребенка не функционирует эндокринная система, поэтому материнское молоко выполняет еще и регуляторную функцию. Четвертая очень важная функция – психофизиологическая.

6.4. Рекомендуемые суточные нормы потребления белков, жиров, углеводов и энергии для детей и подростков

Возраст, годы	Энергетическая ценность, ккал	Белки, г		Жиры, г			Углеводы, г
		всего	животные	всего	животные	линолевая к-та (% от энергоценности)	
1–3	1540	53	37	53	5	4	212
4–6	1970	68	44	68	10	3	272
7–10	2300	79	47	79	16	3	315
11–13 (мальчики)	2700	93	56	93	19	3	370
11–13 (девочки)	2450	85	51	85	17	3	340
14–17 (юноши)	2900	100	60	100	20	3	400
14–17 (девушки)	2600	90	54	90	18	3	360

6.5. Рекомендуемые суточные нормы потребления основных витаминов для детей и подростков

Возраст, годы	B_1, мг	B_2, мг	B_6, мг	B_{12}, мкг	B_c, мкг	PP, мг	C, мг	A, мкг	E, МЕ	D, МЕ
1–3	0,8	0,9	0,9	1,0	100	10	45	450	7	400
4–6	1,0	1,3	1,3	1,5	200	12	50	500	10	100
7–10	1,4	1,6	1,6	2,0	200	15	60	700	10	100
11–13 (мальчики)	1,6	1,9	1,9	3	200	18	70	1000	12	100
11–13 (девочки)	1,5	1,7	1,7	3	200	16	60	1000	10	100
14–17 (юноши)	1,7	2,0	2,0	3	200	19	75	1000	15	100
14–17 (девушки)	1,6	1,8	1,8	3	200	17	65	1000	12	100

6.6. Рекомендуемые суточные нормы потребления основных минеральных веществ для детей и подростков

Возраст, годы	Ca, мг	P, мг	Mg, мг	Fe, мг
1–3	800	800	150	10
4–6	1200	1450	300	15
7–10	1100	1650	250	18
11–13 (мальчики)	1200	1800	350	18
11–13 (девочки)	1100	1650	300	18
14–17 (юноши)	1200	1800	300	18
14–17 (девушки)	1100	1650	300	18

Материнское молоко наиболее полно отвечает особенностям пищеварения и обмена веществ новорожденного организма, так как в оптимальном количестве и соотношении содержит белки, жиры, углеводы,

минеральные вещества, выполняющие пластические функции, а также вещества, стимулирующие рост ребенка (ферменты, гормоны) и обеспечивающие бактерицидное действие (лизоцим, антитела, лактоферрин и т. д.). В женском молоке содержатся такие уникальные вещества, как таурин и полиамины. Таурин – серосодержащая аминокислота, обладающая невроактивными свойствами и влияющая на абсорбцию липидов. Высокий уровень иммунологической защиты женского молока объясняется содержанием в его составе представителей четырех классов иммуноглобулинов (Ig A, Ig M, Ig G, Ig E). Иммуноглобулины А и М выполняют функцию местной защиты слизистых, что особенно важно в первые две недели жизни, когда слизистая кишечника ребенка еще не начала собственную выработку собственных иммуноглобулинов. В женском молоке обнаружены агглютинирующие антитела к бактериям кишечной группы (Ig M), стафилококкам (Ig M и Ig G). Важным защитным фактором женского молока является лизоцим (фермент класса гидролаз – мурамидаза), содержание которого составляет 0,5 мг/мл, что в 300 раз больше, чем в коровьем молоке. Действие лизоцима заключается в расщеплении пептидогликанов клеточной стенки бактерий, в результате чего происходит лизис клетки. Под действием лизоцима ферментативному лизису подвержена большая часть грамположительных и отдельные виды грамотрицательных бактерий. Предполагают, что лизоцим является фактором роста бифидобактерий *L. bifidum*. Развитие нативных бифидобактерий в желудочно-кишечного тракте ребенка осуществляется за счет лактулозы – уникального полисахарида, содержащегося в женском молоке. В результате развития бифидобактерий продуцируются молочная и ацетиловая кислоты, которые понижают pH пула и задерживают рост патогенных штаммов бактерий группы кишечной палочки, а также шигелл, сальмонелл и стафилококков. Защитным фактором женского молока является лактоферрин, который совместно с лизоцимом оказывает бактерицидное действие. В женском молоке обнаружен антистафилококковый фактор, который обеспечивает защиту ребенка от вирулентных штаммов стафилококка. Женское молоко содержит клетки-киллеры: макрофаги, Т-лимфоциты; В-лимфоциты. Макрофаги обладают выраженной фагоцитарной активностью к золотистому стафилококку, дрожжеподобным грибам и кишечной палочке. Функция В-лимфоцитов заключается в переносе иммуноглобулинов классов А, М и G.

Состав и свойства женского молока изменяются со временем. В первые пять дней после родов в молочной железе женщины продуцируется секрет – молозиво, в течение последующих 3–4 недель продуцируется переходное молоко, а затем наступает период зрелого молока. Химический состав женского молока по периодам лактации представлен в табл. 6.7.

6.7. Характеристика женского молока по периодам лактации

Показатель	Ед. измерения	Молозиво	Переходное молоко	Зрелое молоко
Белок	%	2,74±0,25	2,0±0,07	1,3±0,08
Жир	%	3,34±0,3	4,38±0,25	4,47±2,2
Осмоляльность	мОсм/кг	305	290	290

Молозиво представляет собой густую жидкость, содержащую, по сравнению с молоком переходного периода и зрелым молоком, больше белка, который в основном представлен α-лактальбумином и иммуноглобулинами, белками, характерными для сыворотки крови новорожденного. Казеин в женском молоке обнаруживается на 4–5-й день лактации. С увеличением срока лактации массовая доля белка снижается, а жира – повышается. Одновременно уменьшается содержание кальция и фосфора. Аминокислотный состав молозива, переходного и зрелого молока достаточно близкий. Исключение составляет аминокислота цистин. Ее содержание значительно снижается с увеличением срока лактации. Цистин – незаменимая аминокислота для новорожденных детей, так как в этот период у них отсутствует фермент цистиназа.

Таким образом материнское молоко – идеальная пища для детей первого года жизни. Фактор пищевой, иммунологической и регуляторной функции женского молока несомненен. Психофизиология лактации основывается на сложном взаимодействии матери с внешней средой и ее ребенком. Естественный процесс грудного вскармливания оказывает комплексное, неоценимое влияние на соматическое и психическое развитие ребенка.

В конце прошлого и начале этого века отмечается рост числа женщин, у которых молоко продуцируется в недостаточных количествах или полностью отсутствует. В связи с этим возникает задача обеспечения адекватного смешанного или искусственного питания детей первого года жизни. Основным сырьем для производства заменителей женского молока и продуктов прикорма является коровье молоко, состав и свойства которого существенно отличаются от женского. Как видно из табл. 6.8, коровье молоко отличается от женского и по количественному, и по качественному составу.

Способы обработки коровьего молока с целью приближения его состава и свойств к женскому молоку. В связи с увеличением числа женщин, у которых отсутствует молоко или продуцируется в недостаточных количествах, актуальность промышленного производства продуктов детского питания для смешанного и искусственного вскармливания приобретает все большее значение. Такие продукты должны быть по составу и свойствам максимально приближены к женскому молоку,

которое принято за эталон в детском питании. Основным сырьем для производства продуктов детского питания является молоко домашних животных. В нашей стране используется коровье молоко, в зарубежных странах наряду с коровьим используется козье, кобылье, овечье, верблюжье молоко, а также молоко буйволиц и ослиц.

6.8. Сравнительная характеристика женского и коровьего молока

Показатель	Единицы измерения	Женское молоко	Коровье молоко
Массовая доля сухих веществ	%	11,9	12,5
Массовая доля общего белка	%	1,0	3,2
в т. ч. казеина	%	0,4	2,6
сывороточных белков	%	0,6	0,6
в т.ч. α-лактальбумина	г/100 мл	0,26	0,11
Лактоферрин	мкг/100 мл	$17 \cdot 10^4$	20–340
β-лактоглобулин	г/100 мл	отсутствует	0,36
Лизоцим	г/100 мл	0,05	следы
Альбумин сыворотки крови	г/100 мл	0,05	0,04
γ-глобулин	г/100 мл	0,15	0,07
Иммуноглобулины	г/100 мл	0,10	0,03
Небелковые азотистые соединения	г/100 мл	0,05	0,03
Массовая доля жира	%	3,9	3,8
Массовая доля углеводов	%	6,8–7,0	4,8
Массовая доля минеральных веществ	%	0,2	0,7
Кальций	мг%	33	120
Калий	мг%	50	146
Натрий	мг%	15	50
Фосфор	мг%	15	92
Хлор	мг%	43	110
Магний	мг%	2,8	14
Железо	мг%	0,15	0,067
Медь	мг%	0,045	0,012

Для искусственного вскармливания применяются смеси на основе коровьего молока, их называют заменители женского молока (ЗЖМ), или адаптированные молочные смеси для искусственного и смешанного питания. Органы пищеварения грудного ребенка не приспособлены для переваривания и усвоения коровьего молока. Поэтому эти смеси по химическому составу и свойствам максимально приближают к женскому молоку, то есть гуманизируют. Существуют следующие основные направления адаптации (гуманизации) коровьего молока: уменьшение квоты белка до 1,5–2%, изменение в нем соотношения казеина и сывороточных белков (в коровьем молоке это соотношение составляет 80:20, а в женском молоке – 60:40). Уменьшают концентрацию минеральных веществ до 0,2–0,3%. Проводят коррекцию углеводного состава и жира. В целях получения мягкого сычужного сгустка приближают свойства белка коровьего молока к свойствам белков женского путем протеолиза казеина, сопутствующего молочнокислому сквашиванию молока, введением сывороточных и растительных белков, крахмала, крупяных и мучных отваров, лимоннокислых солей калия и натрия, обработкой молока ионообменными смолами. Для снижения концентрации минеральных веществ (особенно много ионов Са и Р) применяют электродиализную обработку, т. е. проводят деминерализацию сырья для производства продуктов детского питания. Для приближения коровьего молока к женскому коровье молоко подвергают ионообменной обработке, также используют сухую гомогенизированную добавку (СГД), полученную с помощью электродиализа и ультрафильтрации.

Наряду с адаптацией белкового и минерального состава коровьего молока при производстве детских продуктов необходима корректировка состава жира, регулирование углеводного и витаминного состава, обогащение молока защитными факторами.

Жир женского молока богаче жира коровьего молока незаменимыми полиненасыщенными жирными кислотами (линолевой, линоленовой и арахидоновой). Чтобы увеличить их количество, молочный жир (до 25%) заменяют растительным (пальмовым, кокосовым, оливковым и подсолнечным маслом).

Регулирование углеводного состава молока необходимо, поскольку женское молоко содержит 6,5–7% лактозы, в то время как коровье – только 4,6–4,7%. Поэтому при изготовлении детских продуктов из коровьего молока в него должны вводиться углеводы. Качественный состав углеводов женского молока также специфичен. В женском молоке содержится углевод лактулоза, активизирующий рост бифидобактерий, являющихся основной микрофлорой кишечника новорожденного ребенка. Взамен лактулозы при производстве молочной смеси «Малютка» используется декстрин-мальтоза (солодовый экстракт), положительно влияющая на формирование микрофлоры кишечника грудных детей. Подобное действие оказывает добавление лактолактулозы, получаемой изомеризацией молочного сахара и содержащей до 50% лактулозы. Наряду с лактулозой при производстве молочных продуктов детского питания применяют углеводные препараты: сахарозу, глюкозу, декстрин-мальтозу, крахмал, кукурузную патоку или сироп, солод, которые положительно влияют на формирование микрофлоры кишечника грудных детей.

Женское молоко содержит значительно больше, чем коровье, лизоцима, бифидогенных факторов, γ-глобулинов и т. д., препятствующих заболеванию ребенка. Для повышения защитных свойств к детским

продуктам добавляют лизоцим, бифидус-факторы, бифидобактерии и молочнокислые бактерии с высокой антибиотической активностью.

Таким образом, основные пути гуманизации коровьего молока – корректировка состава коровьего молока по основным компонентам; приближение пищевой и биологической ценности и обогащение защитными факторами (иммуномодуляторами).

Классификация молочных продуктов детского питания. Для обеспечения детей различных возрастных групп создана индустрия детского питания, которая выпускает соответствующие продукты на молочной, мясной, рыбной и овощной основе. В задачу молочной промышленности входит производство продуктов на молочной основе, которые выпускаются для следующих групп потребителей:

1. для беременных женщин (продукты для опосредованного питания плода и внутриутробного развития);
2. для кормящих женщин (продукты для стимулирования лактационной функции и коррекции состава женского молока);
3. для детей грудного возраста (заменители грудного молока – адаптированные смеси):
   - для недоношенных детей;
   - для здоровых детей;
   - для больных детей;
4. для детей от 6 месяцев и до 1 года (продукты прикорма):
   - для здоровых детей;
   - для больных детей;
5. для взрослого населения (продукты лечебного питания).

Весь ассортимент продуктов, выпускаемых молочной промышленностью, может быть классифицирован по возрастным группам, включая различные группы потребителей. По назначению продукты могут быть разделены на ординарные, профилактические и лечебные. По технологическому признаку продукты делятся на жидкие, пастообразные, сухие и консервированные. Жидкие молочные продукты принято делить на пресные и кисломолочные. Пресные по виду тепловой обработки делятся на пастеризованные и стерилизованные. Кисломолочные продукты для детского питания могут быть получены биологическим сквашиванием (с применением заквасок) или химическим сквашиванием (добавлением молочной и/или лимонной кислот). По содержанию жизнеспособной полезной микрофлоры кисломолочные продукты могут относиться к пробиотическим (другое название – био-продукты) или термизированным продуктам, в которых молочнокислая микрофлора инактивирована в результате термической обработки кисломолочных продуктов после их сквашивания.

Характеристика и виды сырья. Основным сырьем всех детских продуктов является коровье молоко. По качеству оно должно удовлетворять требованиям, предъявляемым к молоку высшего и первого сорта и дополнительным требованиям к детскому питанию в соответствии с ГОСТ 52054-2003 «Молоко натуральное коровье – сырье». Молоко, полученное от коров в первые 7 и последние 15 дней лактации, к переработке не допускается. Одним из наиболее важных требований является получение молока от здоровых коров с соблюдением всех ветеринарно-санитарных правил.

При выработке стерилизованных детских продуктов молоко должно выдерживать алкогольную пробу с этиловым спиртом 72–75%-ной концентрации.

При выработке различных продуктов детского питания наряду с молоком можно использовать мучные и крупяные компоненты (мука, толокно), растительные и животные жиры, углеводы и углеводные препараты, молочно-белковые концентраты, сухие гуманизированные добавки, минеральные вещества, витаминные препараты, лизоцим, закваски и бактериальные препараты.

Все виды сырья для детского питания должны отвечать разработанным санитарным нормам по общей обсемененности микроорганизмами и титру бактерий группы кишечной палочки (СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов»).

Контрольные вопросы

1. По каким принципам классифицируются продукты детского питания?
2. Какие продукты детского питания выпускают молочные предприятия?
3. Какие медико-биологические требования предъявляются к продуктам детского питания?
4. Какие продукты называют адаптированными?
5. Перечислите и охарактеризуйте продукты для прикорма детей.
6. Дайте характеристику состава и свойств женского молока.
7. Каковы назначение и основные способы гуманизации коровьего молока в детском питании.
8. Перечислите виды сырья для детского питания и дайте им характеристику.

6.2. Технология жидких стерилизованных и кисломолочных продуктов детского питания

Жидкие стерилизованные детские продукты

К жидким стерилизованным детским продуктам относятся стерилизованные адаптированные смеси под торговыми марками «Малютка», «Агуша», «Тёма», «Малыш», а также стерилизованное витаминизированное и ионитное молоко, стерилизованные детские сливки.

В зависимости от назначения жидкие стерилизованные детские продукты могут быть адаптированными и неадаптированными. Разработана общая технологическая схема производства жидких стерилизованных продуктов детского питания (рис. 6.1). Частные технологии производства детских стерилизованных продуктов отличаются сырьевыми компонентами, способами их введения, видом стерилизации (одноступенчатая или двухступенчатая) и, соответственно, видом упаковки и сроком хранения.

Стерилизованные адаптированные смеси «Малютка» и «Малыш». Сырьем для выработки смеси «Малютка» являются молоко коровье, сливки, солодовый экстракт (декстрин-мальтоза), сахар свекловичный, кукурузное масло, жиро- и водорастворимые витамины, глицерофосфат железа, лимоннокислые соли натрия и калия, питьевая вода. При изготовлении смеси «Малыш» используют те же компоненты, кроме декстрин-мальтозы, дополнительно добавляют муку для детского и диетического питания (рисовую, гречневую, овсяную) и кукурузный крахмал.

Для производства смесей «Малютка» и «Малыш» приняты три технологические схемы: первая – с однократной стерилизацией в потоке при 135–140 °С в течение 2–4 с и асептическим розливом; вторая – с однократной стерилизацией в таре при 109–112 °С с выдержкой 15 мин; третья – с применением двукратной стерилизации и в потоке и в таре.

Стерилизованная смесь «Малютка» представляет собой жидкий молочный продукт, приближенный к женскому молоку по белковому, углеводному, жирнокислотному, минеральному и витаминному составу. Она предназначена для непосредственного употребления при искусственном и смешанном вскармливании недоношенных и здоровых детей с первых дней жизни до двухмесячного возраста. Технологическая схема производства стерилизованной смеси «Малютка» с однократной стерилизацией в потоке и расфасовкой в одноразовую потребительскую упаковку в асептических условиях представлена на рис. 6.2.

По органолептическим, физико-химическим, микробиологическим показателям стерилизованная смесь «Малютка» должна соответствовать требованиям, указанным в табл. 6.9.

Технологический процесс производства с применением однократной стерилизации в таре осуществляется следующим образом. Молоко очищается без подогрева и сразу охлаждается до 4–6 °С, далее проводят нормализацию молока, подготовку и введение компонентов, гомогенизацию смесей, предварительную тепловую обработку смесей в потоке, их промежуточное хранение, фильтрацию, розлив и укупорку смесей, стерилизацию продукта в бутылках, охлаждение и хранение.

Молоко нормализуют сливками по рецептуре. В нормализованную смесь вносят трехзамещенные лимоннокислые соли натрия и калия. Для смеси «Малютка» доза натриевой соли 430 г, калиевой соли – 920 г на 1 т

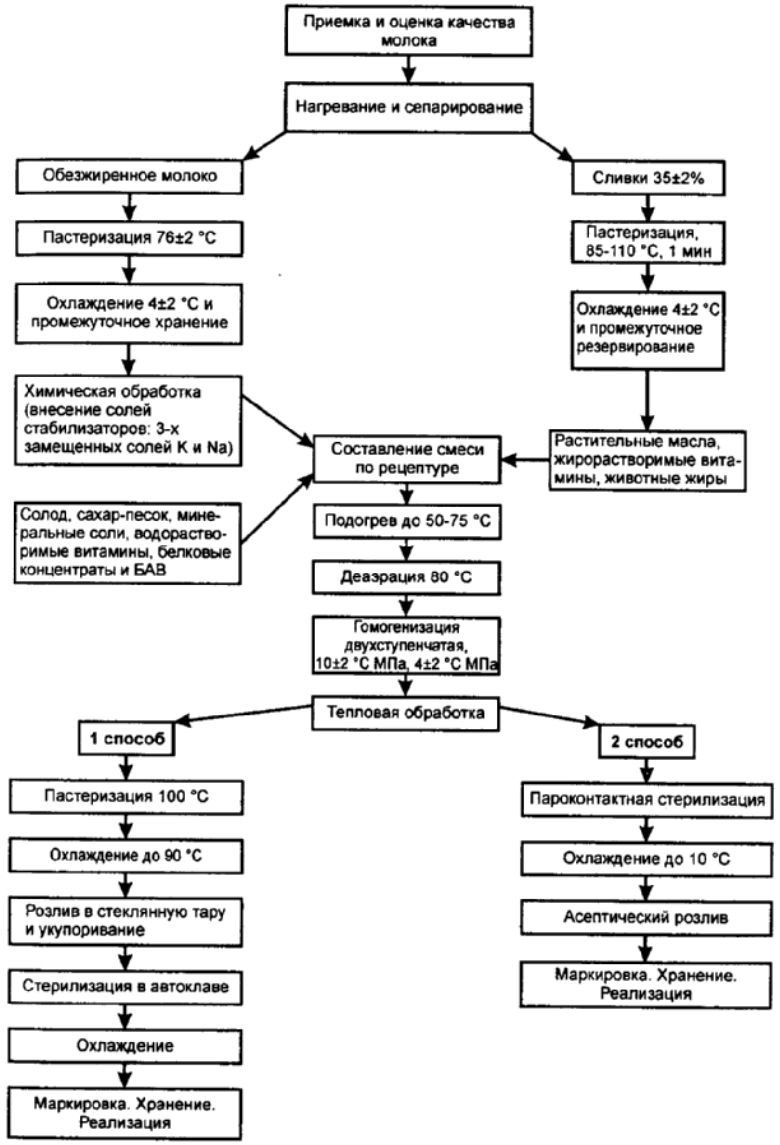


Рис. 6.1. Общая технологическая схема производства жидких стерилизованных продуктов детского питания

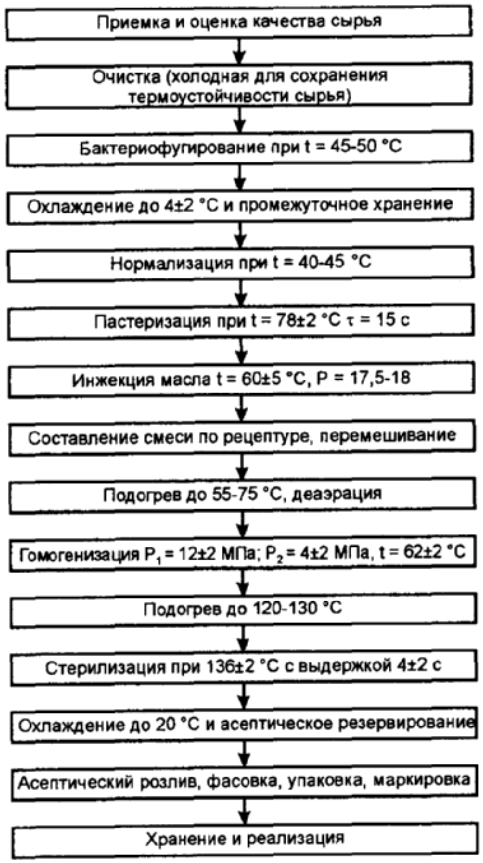


Рис. 6.2. Технологическая схема производства стерилизованной смеси «Малютка»

нормализованного молока, а для смеси «Малыш» соли вносятся в количестве 0,01–0,05% массы молока. Если молоко термоустойчиво, то при изготовлении смеси «Малыш» соли не вносятся.

Сыпучие компоненты вводятся в нормализованное молоко перед тепловой обработкой в виде отфильтрованных водных растворов. Мука и сахар просеиваются и после растворения пастеризуются при 90–95 °С в течение 3–5 мин.

Смесь нормализованного молока с водорастворимыми компонентами нагревается в емкости или трубчатом пастеризаторе до 75–85 °С. В нее добавляют растительный жир с жирорастворимыми витаминами и соль. Затем смесь гомогенизируется при давлении 20–25 МПа. После

6.9. Органолептические, физико-химические и микробиологические показатели стерилизованной смеси «Малютка»

Наименование	Характеристика
Органолептические показатели	
Внешний вид и консистенция	Однородная жидкость без осадка и наличия хлопьев белка
Вкус и запах	Чистые, вкус в меру сладкий, с привкусом пастеризации
Цвет	Кремовый
Физико-химические показатели	
Массовая доля жира, %	3,5
в том числе растительных	0,9
Массовая доля белка, %	1,7–1,8
Массовая доля углеводов, %	7,3
в том числе лактозы	2,5
сахарозы	3,1
декстрин мальтозы	1,7
Массовая доля сухих веществ, %	не менее 13,0
Массовая доля витаминов, мг%	
A	0,05
D_2	0,001
E	0,85
C	5
PP	0,4
B_1	0,03
B_2	0,07
B_3	0,15
B_6	0,02
B_c	0,004
Массовая доля минеральных веществ, мг%	
железа	0,8
кальция	80
фосфора	50
натрия	18
калия	70
Титруемая кислотность, °Т, не более	15
Степень чистоты по эталону, не ниже группы	1
Температура при выпуске с предприятия, °С, не более	6
Микробиологические показатели	
Патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы в 50 $см^3$ продукта	не допускаются
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных м/о в 1 $см^3$	100
Продукт должен отвечать требованиям промышленной стерильности	

гомогенизации при производстве смеси «Малыш» к гомогенизированному молоку добавляют суспензию крахмала, приготовленную на молоке или воде при соотношении крахмала и жидкой фазы от 1:1 до 1:3.

Далее операции осуществляются в соответствии с выбранной технологической схемой. Перед розливом смеси перемешиваются в течение не менее 15 мин в емкости для промежуточного хранения и фильтруются. Чтобы сохранить термоустойчивость смеси, не допускается хранить ее перед розливом более 3–4 ч. Молочные смеси разливаются в стеклянные бутылки вместимостью 90–250 мл. Стеклянные бутылки укупориваются кронен-коркой с прокладкой из фольги или колпачками из алюминиевой фольги с картонной прокладкой, покрытой с двух сторон целлофаном. После стерилизации бутылки охлаждаются водой или воздухом до 4–6 °С. Розлив готового продукта в бумажные пакеты осуществляется на автоматах «Тетра-Брик Асептик». Вместимость пакетов 200 мл.

Готовый продукт должен иметь массовую долю жира не менее 3,5%, углеводов – 7 и белка – 1,7–1,9 (смесь «Малютка»), 1,8–2,0% (смесь «Малыш»). Кислотность продукта должна быть не более 18 °Т. Продолжительность свертывания сычужным ферментом не менее 8 ч. Готовые смеси хранятся при температуре 0–6 °С не более 5 сут.

Стерилизованное витаминизированное молоко предназначено для профилактики авитаминозов у детей. Молоко обогащается витаминами D_2, А и С. Продукт предназначен для детей старше 1 года.

Сырьем служит молоко коровье не ниже первого сорта, выдерживающее алкогольную пробу с 72%-ным спиртом.

Стерилизованное витаминизированное молоко вырабатывают по схеме одно- или двухступенчатой стерилизации. После стерилизации продукт охлаждается до 4–6 °С и хранится не более 5 сут.

В готовом продукте должно содержаться 2,8–3% белков, 3,2 жира, 4,7 углеводов и 0,7% минеральных веществ. Плотность продукта должна быть не менее 1,027 г/см^3, а кислотность – не более 20 °Т.

Ионитное молоко. Предназначено для питания детей первого года жизни. Его получают путем обработки коровьего молока на колонке с ионообменным катионитом с последующей гомогенизацией молока, фасовкой его в бутылки и тепловой обработкой. В ионитное молоко могут вводиться витамины С и B_1.

Молоко детское стерилизованное витаминизированное предназначено для питания детей с 8-месячного возраста. Вырабатывается из цельного молока с добавлением витаминов А и С, подвергнутого гомогенизации и высокотемпературному нагреву (более 100 °С), с последующей расфасовкой в асептических условиях в «Тетра-Брик Асептик».

Технологическая схема производства молока детского стерилизованного витаминизированного представлена на рис. 6.3.

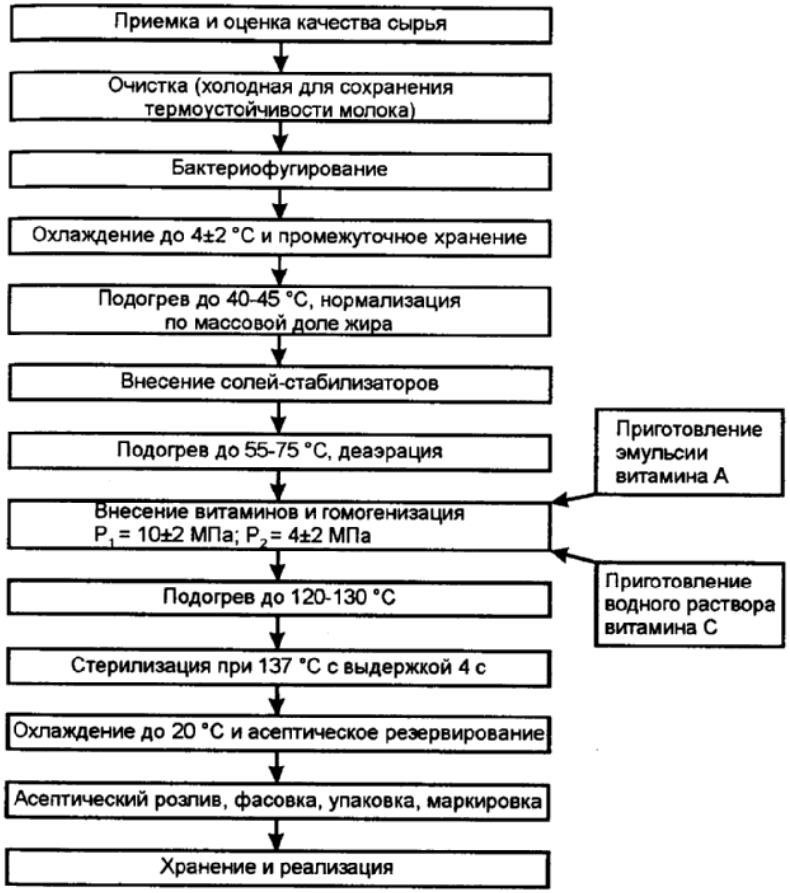


Рис. 6.3. Технологическая схема производства стерилизованного молока для детского питания

По органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям молоко стерилизованное витаминизированное должно соответствовать требованиям, представленным в табл. 6.10.

Молоко стерилизованное обогащенное для детей раннего возраста «Малышок» вырабатывают из натурального молока с массовой долей жира 3,2%, с добавлением витаминного и минерального премиксов, или из восстановленного сухого молочного компонента, содержащего сухое цельное молоко и минеральные соли, с добавлением витаминного премикса. Может вырабатываться с добавлением препарата йода.

6.10. Органолептические, физико-химические и микробиологические показатели молока стерилизованного витаминизированного

Наименование	Характеристика
Органолептические показатели	
Консистенция и внешний вид	Однородная жидкость без наличия хлопьев белка
Вкус и запах	Чистые, с привкусом пастеризации
Цвет	Белый, с желтоватым оттенком
Физико-химические показатели	
Массовая доля жира, %, не менее	3,2
Плотность, кг/м^3, не менее	1027
Кислотность, °Т, не более	20
Группа чистоты по эталону, не ниже	1
Витамины, не менее А С	 0,3 20
Температура при выпуске с завода, °С	10
Микробиологические показатели	
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных м/о в 1 см^3	100
Продукт должен отвечать требованиям промышленной стерильности	

Продукт предназначен для непосредственного употребления в питании детей с 8-месячного возраста до 3 лет, а также может использоваться в питании всех возрастных групп населения.

По органолептическим, физико-химическим, микробиологическим показателям молоко стерилизованное обогащенное для детей раннего возраста «Малышок» должно соответствовать требованиям, указанным в табл. 6.11.

6.11. Органолептические, физико-химические и микробиологические показатели молока стерилизованного «Малышок»

Наименование	Характеристика
1	2
Органолептические показатели	
Внешний вид и консистенция	Однородная жидкость без наличия хлопьев белка и комочков жира. Допускаются небольшой отстой жира и небольшой осадок, растворяющийся при встряхивании
Вкус и запах	Чистые, с легким привкусом кипяченого молока

Продолжение таблицы 6.11

1	2
Цвет	От белого до слегка кремового
Физико-химические показатели	
Массовая доля жира, %. не менее	3,2
Массовая доля витаминов, млн$^{-1}$ А	 от 0,72 до 1,0
Е	от 8,0 до 10
B_1	от 1,2 до 1,6
B_6	от 1,3 до 1,7
фолиевая кислота	от 0,15 до 0,20
Массовая доля минеральных веществ, млн$^{-1}$ железа	 от 13,0 до 17,0
цинка	от 5,0 до 10,0
Титруемая кислотность, °Т не более	20
Плотность, кг/м^3, не менее	1027
Степень чистоты по эталону, не ниже группы	1
Температура при выпуске с предприятия, °С, не более	от 2 до 6

Сливки стерилизованные 10%-ной жирности вырабатываются из коровьего пастеризованного молока путем его сепарирования и температурной обработки выше 100 °С. По рекомендации ИП РАМН их разрешается вводить в рацион ребенка с 7 мес. Технологическая схема производства сливок детских стерилизованных 10% жирности представлена на рис. 6.4.

По органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям сливки детские стерилизованные должны соответствовать требованиям, представленным в табл. 6.12.

Жидкие и пастообразные кисломолочные продукты для детского питания

В питании детей, начиная с раннего возраста, особенно ослабленных, страдающих желудочно-кишечными расстройствами и другими заболеваниями, используют жидкие кисломолочные продукты. Кисломолочные продукты для детского питания вырабатывают по двум принципиальным технологическим схемам:

- химическим сквашиванием, когда в адаптированную молочную смесь или нормализованное молочное сырье вносят органические кислоты (молочную, лимонную);
- биологическим сквашиванием, когда в адаптированную молочную смесь или нормализованное молочное сырье вносят специально подобранные штаммы молочнокислых и бифидобактерий.

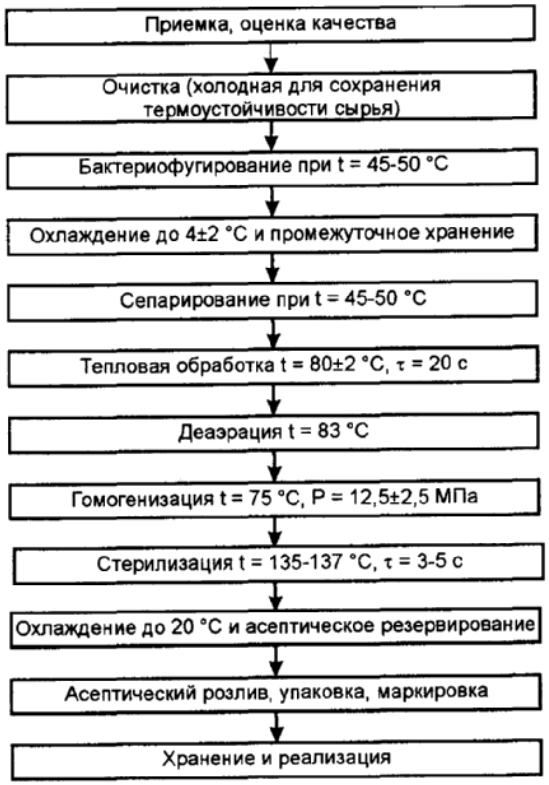


Рис. 6.4. Технологическая схема производства сливок детских стерилизованных

За рубежом в производстве кисломолочных продуктов детского питания наиболее распространен способ химического сквашивания, в отечественной промышленности – биологического. Кисломолочные продукты, полученные биологическим сквашиванием, по сравнению с продуктами, искусственно подкисленными органическими кислотами, имеют ряд неоспоримых преимуществ. В процессе жизнедеятельности молочнокислых бактерий (сквашивания) в продукте накапливается комплекс биологически активных веществ: ферменты, витамины, полипептиды, свободные аминокислоты, органические кислоты, микробная биомасса, которые придают кисломолочным продуктам физиологическую и антибиотическую активность. Бифидобактерии оказывают положительное влияние на структуру слизистой оболочки кишечника и ее адсорбционную способность. Они активно синтезируют витамины

6.12. Органолептические, физико-химические и микробиологические показатели сливок стерилизованных «Малышок»

Наименование	Характеристика
Органолептические показатели	
Внешний вид и консистенция	Однородная, без сбившихся комочков жира и хлопьев белка. Допускается небольшой отстой жира. После тщательного перемешивания консистенция однородная, жидкая
Вкус и запах	Чистые, без посторонних, не свойственных свежим сливкам вкусов и запахов, с выраженным привкусом пастеризации
Цвет	Белый с кремовым оттенком, равномерный по всей массе.
Физико-химические показатели	
Массовая доля жира, %	10
Кислотность, °Т, не более	18–19
Фосфотаза	отсутствует
Температура при выпуске с завода, °С, не выше	6
Микробиологические показатели	
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных м/о, КОЕ/см^3, не более	100
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы	не допускается
Продукт должен отвечать требованиям промышленной стерильности	

группы В (рибофлавин, никотиновую кислоту, пиридоксин, кобаламин, тиамин, пантотеновую и фолиевые кислоты), витамины С и К, так необходимые новорожденному и растущему организму ребенка. Бифидобактерии участвуют в неспецифическом иммунитете ребенка, образуют из неорганических азотистых соединений некоторые незаменимые аминокислоты – аланин, валин, аспарагин. У новорожденных детей, находящихся на естественном вскармливании, в кишечной микрофлоре преобладают бифидобактерии, у детей на искусственном вскармливании отмечается их дефицит. Поэтому у них чаще, чем у детей, получающих грудное молоко, возникают гнилостные и патологические процессы в кишечнике. В целях повышения биологической ценности и усвояемости детских молочных продуктов, особенно для детей, находящихся на искусственном или смешанном вскармливании, активно разрабатывают и внедряют в производство кисломолочные продукты, в том числе обогащенные бифидобактериями, а также биологически активными веществами: лизоцимом, таурином, лактоферрином, иммуноглобулинами и др.

Кисломолочные продукты выпускают адаптированными и частично адаптированными. Первые предназначены для детей от рождения и до 3 мес. (иногда до 5 мес.) и вырабатываются на основе адаптированных стерилизованных смесей. К ним относятся продукты под товарными марками «Малютка ацидофильная», «Агуша-1 кисломолочная», «Агуша-2 кисломолочная», «Бифилин» и др. Частично адаптированные продукты выпускают в основном из коровьего нормализованного молока и, по предписаниям ИП РАМН, они рекомендованы как продукты прикорма для детей старше 8 месяцев и как ординарные продукты детям от 1 года до 3 лет. Частично адаптированные кисломолочные продукты выпускаются в виде кефира, биокефира, йогурта, простокваши, бифидока как в натуральном виде, так и обогащенные лизоцимом, витаминами, йодом, с добавками фруктовых и овощных наполнителей.

Все жидкие кисломолочные продукты для детского питания выпускаются по общей технологической схеме, представленной на рис. 6.5. Частные технологии производства детских жидких кисломолочных продуктов отличаются сырьевыми компонентами, способами их введения, видом тепловой обработки (стерилизация или пастеризация) и, соответственно, видом упаковки и сроком хранения.

Ацидофильная смесь «Малютка» – многокомпонентная кисломолочная смесь, приближенная к женскому молоку по белковому, углеводному, жирнокислотному, минеральному и витаминному составу. Она предназначена для непосредственного употребления при искусственном и смешанном вскармливании недоношенных и здоровых детей с первых дней жизни до двухмесячного возраста.

По органолептическим, физико-химическим, микробиологическим показателям смесь ацидофильной «Малютки» должна соответствовать требованиям, указанным в табл. 6.13.

Кефир детский и кефир детский «Бифи» вырабатывается из цельного молока, подвергнутого гомогенизации и высокотемпературному нагреву (более 100 °С), сквашиванию и созреванию, предназначен для питания детей с 8-месячного возраста, с последующей расфасовкой в асептических условиях в «Тетра-Брик Асептик». Технологическая схема производства кефира детского «Бифи» представлена на рис. 6.6.

По органолептическим, физико-химическим, микробиологическим показателям продукты кефира детского «Бифи» должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 6.14.

Йогурты для питания детей раннего возраста вырабатывают из смеси нормализованного молока, витаминов и минеральных солей. Смесь подвергают высокотемпературной термической обработке и сквашивают йогуртной закваской (болгарская палочка и термофильный стрептококк), охлаждают. Йогурты для питания детей раннего возраста

вырабатывают с добавлением натуральных фруктов, ягодных, овощных наполнителей или их смесей. Продукт предназначен для питания детей с 8 месяцев и старше.

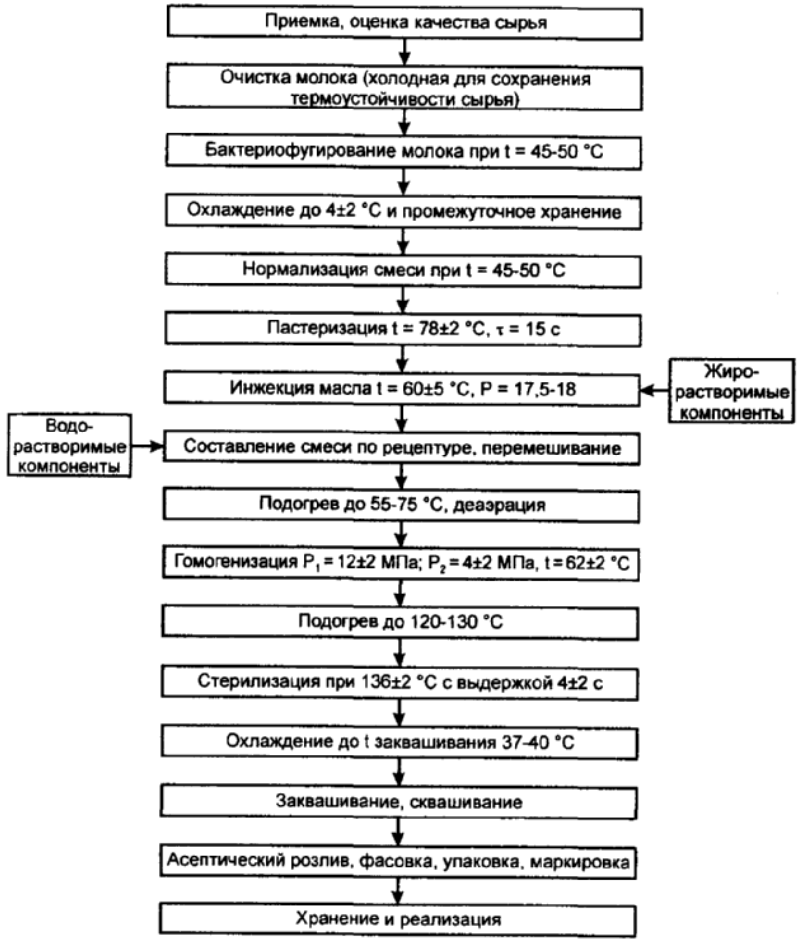


Рис. 6.5. Общая технологическая схема производства жидких кисломолочных продуктов

6.13. Органолептические, физико-химические и микробиологические показатели ацидофильной смеси «Малютка»

Наименование	Характеристика
Органолептические показатели	
Внешний вид и консистенция	Однородная, с нарушенным сгустком, без осадка
Вкус и запах	Чистый, кисломолочный слегка сладковатый вкус
Цвет	Белый, слегка кремовый
Физико-химические показатели	
Массовая доля жира	3,5
в том числе растительных	0,9
Массовая доля белка	1,7–1,8
Массовая доля углеводов	7,3
в том числе лактозы	2,5
сахарозы	3,1
декстрин мальтозы	1,7
Массовая доля сухих веществ	не менее 13,0
Массовая доля витаминов, мг%	
A	0,05
D_2	0,001
E	0,85
C	5
PP	0,4
B_1	0,03
B_2	0,07 0,15
B_3	0,15
B_6	0,02
B_c	0,004
Массовая доля минеральных веществ, мг%	
железа	0,8
кальция	80
фосфора	50
натрия	18
калия	70
Титруемая кислотность, °Т	50–70
Температура при выпуске с предприятия, °С, не более	6

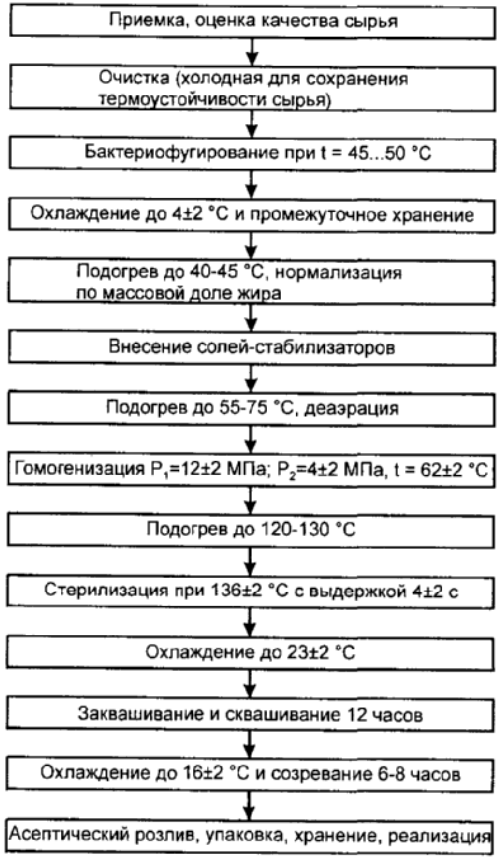


Рис. 6.6. Технологическая схема производства кефира детского «Бифи»

6.14. Органолептические и физико-химические показатели кефира детского «Бифи»

Наименование	Характеристика
1	2
Органолептические показатели	
Внешний вид и консистенция	Однородная, с нарушенным сгустком. Допускается газообразование в виде единичных пузырьков, вызванное развитием нормальной и микрофлоры и отстой сыворотки (не более 5%)
Вкус и запах	Чистый, кисломолочный, освежающий
Цвет	Белый, слегка кремовый

Продолжение таблицы 6.14

1	2
Физико-химические показатели	
Массовая доля жира	не менее 3,2
Массовая доля сухих веществ	не менее 11,0
Титруемая кислотность	100±10
Температура при выпуске с предприятия, °С, не более	6

Технологическая схема производства йогурта с массовой долей жира 2,5% резервуарным способом представлена на рис. 6.7.



Рис. 6.7. Технологическая схема производства йогурта для детского питания

Йогурт по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям должен отвечать требованиям, указанным в табл. 6.15.

6.15. Органолептические, физико-химические и микробиологические показатели йогурта для детского питания

Наименование показателя	Характеристика
Органолептические показатели	
Консистенция и внешний вид	Однородная с нарушенным сгустком. Допускается незначительное отделение сыворотки на поверхности сгустка – 3% от объема продукта
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов
Цвет	Молочно-белый, равномерный по всей массе
Физико-химические показатели	
Массовая доля жира, %, не менее	2,5
Кислотность, °Т	От 80 до 140
Температура при выпуске с предприятия, °С, не выше	6
Фосфатаза	Отсутствует
Микробиологические показатели	
БГКП в 0,01 $см^3$ продукта	Не допускается
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы в 25 $см^3$ продукта	Не допускается
S. aureus в 1 $см^3$ продукта	Не допускается
Количество мк/мо КОЕ/г в течение срока годности, не менее	10^7
Дрожжи, плесени КОЕ / г, не более	Дрожжи-50 Плесени-50

Детский творог вырабатывают по трем принципиальным технологическим схемам: способом хлоркальциевой коагуляции, раздельным способом и с применением ультрафильтрации. Первым способом творог делают в условиях детской кухни. Вторым и третьим способами его вырабатывают в производственных условиях: в специализированных цехах детского питания или на заводах детского питания. В современной терминологии такой творог называют кварк.

Технологическая схема производства творога раздельным способом представлена на рис. 6.8.

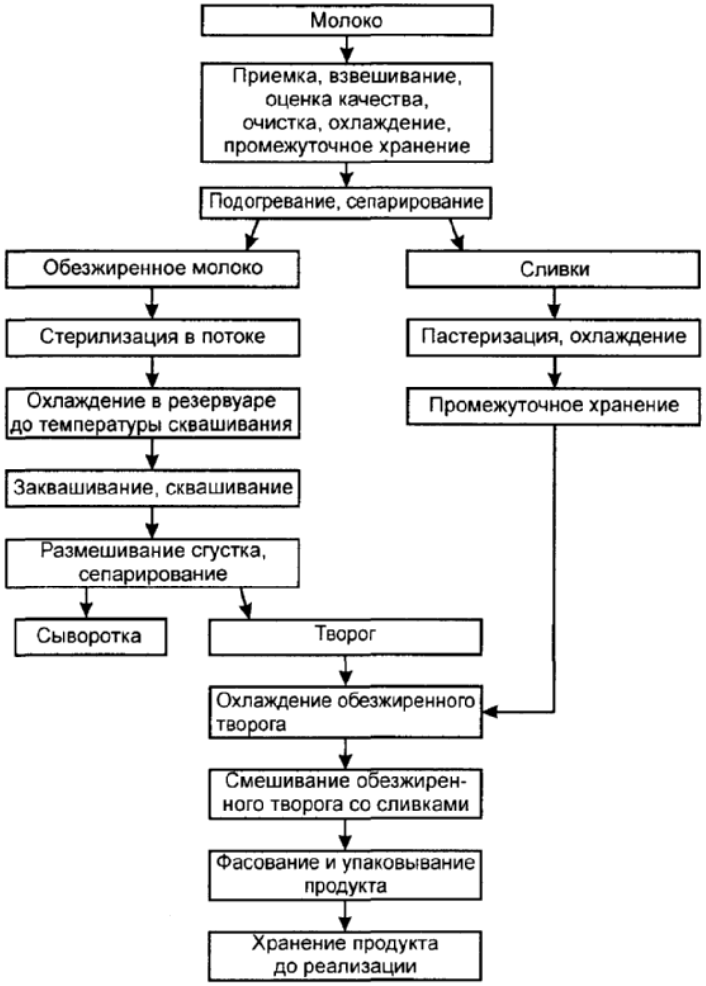


Рис. 6.8. Технологическая схема производства творога раздельным способом

Использование ультрафильтрационной обработки в производстве творога позволяет обогатить творожный сгусток сывороточными белками, которые задерживаются полупроницаемыми мембранами, и получить продукт по соотношению казеин : сывороточные белки более приближенным по составу к женскому молоку. Кварк, полученный таким способом, имеет нежную пастообразную консистенцию, высокие микробиологические, физико-химические и органолептические показатели. С применением ультрафильтрации кварк вырабатывают двумя способами. Первый способ заключается в получении кисломолочного сгустка и его ультрафильтрационной обработке, а второй состоит в том, что сначала получают концентрат молока на ультрафильтрационной установке, а затем его сквашивают. Ультрафильтрацией сгустка получают кварк под торговыми марками: творожная паста «Тёма», детский творог «Агуша». Их вырабатывают из нормализованной смеси с добавлением или без добавления растительного масла, подвергнутого высокотемпературной обработке и сквашенной закваской из чистых культур молочнокислых стрептококков с последующим обезвоживанием сгустка методом ультрафильтрации. Технологическая схема производства кварка с применением ультрафильтрации представлена на рис. 6.9 и 6.10.

Кварк предназначен для непосредственного употребления в пищу в качестве прикорма с 6-ти месяцев и в качестве диетического питания детей дошкольного и школьного возраста.

Кварк выпускают следующих видов: молочный с массовой долей сухих веществ 19%, в том числе жира – 4%; сливочный с массовой долей сухих веществ 23%, в том числе жира – 10%; комбинированный (с растительным жиром); с фруктово-ягодными и овощными наполнителями.

При производстве кварка концентрированием нормализованного молока сначала нормализованную молочную смесь с массовой долей жира 4% пастеризуют, гомогенизируют, охлаждают до температуры ультрафильтрации (53±2) °С и концентрируют на ультрафильтрационных установках, рабочим органом которых являются мембраны из полых волокон. Концентрация осуществляется до массовой доли сухих веществ (18±2)%. Полученный концентрат пастеризуют, охлаждают до температуры сквашивания, вносят закваску, сквашивают, перемешивают, охлаждают и расфасовывают по 50 и 100 г в полистироловые коробочки.

Контрольные вопросы

1. В каком ассортименте выпускаются жидкие стерилизованные детские продукты?
2. Приведите общую технологическую схему производства жидких стерилизованных детских продуктов.
3. Приведите общую технологическую схему производства жидких кисломолочных детских продуктов.
4. Какими способами выпускают творог для детского питания? Охарактеризуйте его состав и свойства.

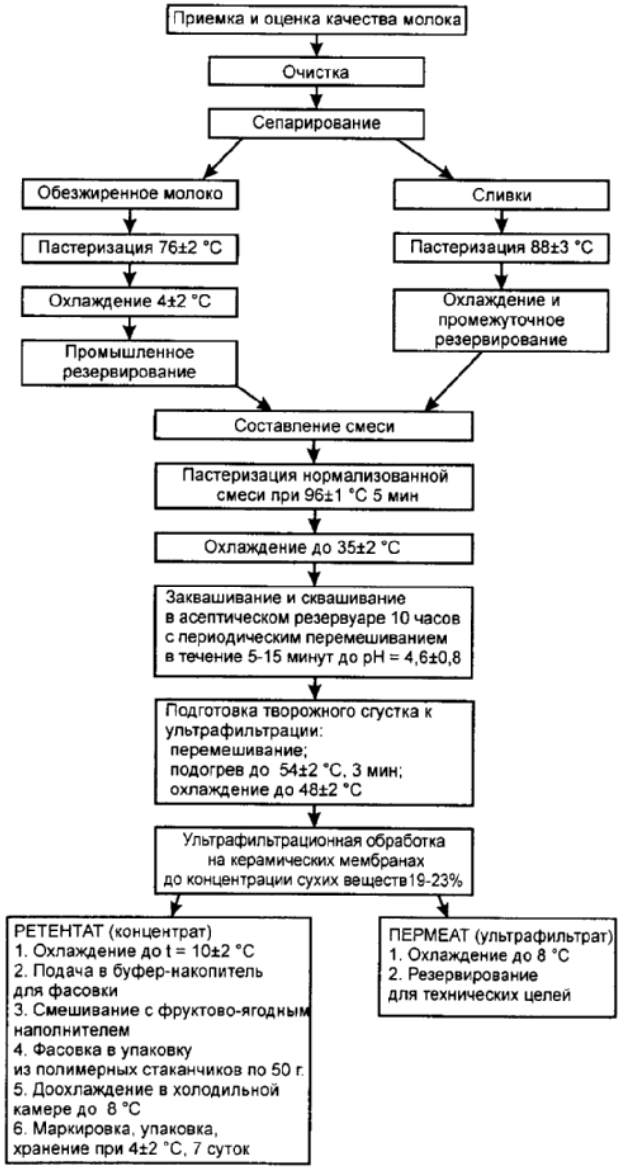


Рис. 6.9. Технологическая схема производства творога ультрафильтрационной обработкой сквашенного сгустка

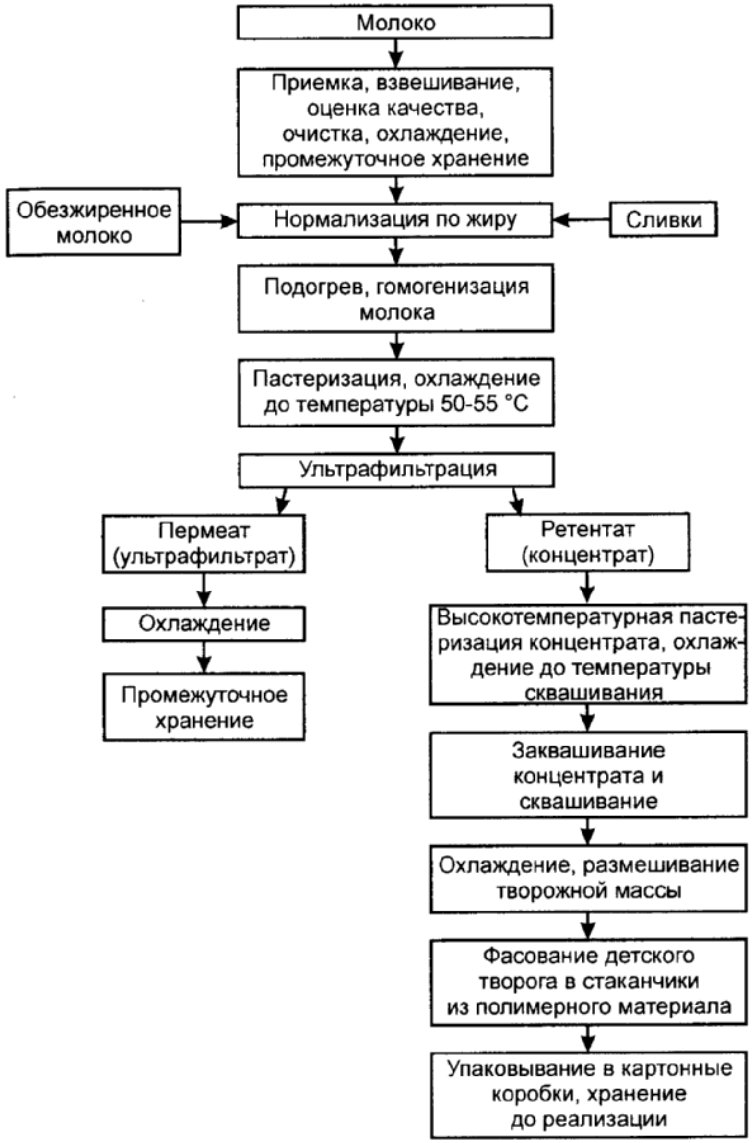


Рис. 6.10. Технологическая схема производства творога ультрафильтрацией нормализованного молока с последующим сквашиванием концентрата

6.3. Технология сухих продуктов детского питания

Сухие молочные детские продукты представляют собой многокомпонентные смеси, которые вырабатывают на основе коровьего молока с добавлением различных ингредиентов путем сгущения, сушки и расфасовки в среде инертного газа в многослойную упаковку, снабженную мерной ложкой и инструкцией по применению в домашних условиях. Сухие продукты, выпускаемые российской фирмой «Нутритек», укомплектовываются специально обработанной водой для их растворения. Детские сухие продукты производят по нескольким технологическим схемам. Основными отличиями этих схем является внесение наполнителей, способ подготовки компонентов и способ сушки. Вносить наполнители можно, добавляя их к жидкой молочной основе или смешивая сухую молочную основу с сухими наполнителями. Благодаря применяемому способу подготовки компонентов и сушке, сухие молочные продукты для детского питания выпускаются двух видов: требующие варки и не требующие варки, так называемые инстант-продукты.

Технологический процесс производства сухих продуктов детского питания высушиванием нормализованной многокомпонентной смеси включает следующие операции: приемку, подготовку сырья, сепарирование молока, получение нормализованной смеси, гомогенизацию, пастеризацию и охлаждение нормализованной смеси, нагревание и ее сгущение, сушку и охлаждение, смешивание молочной основы с сухими пищевыми компонентами, фасование и упаковывание. Сгущение смеси осуществляют в вакуум-выпарной установке, а сушку – на распылительных сушильных установках, оснащенных инстантайзером.

По другой технологической схеме продукт получают сухим смешиванием готовых компонентов по рецептуре.

К сухим детским молочным продуктам относятся адаптированные и частично адаптированные смеси с торговыми марками «Малютка», «Малыш», «Бебелак», сухие молочные и безмолочные каши «Малышка», сухие молочные смеси для лечебного питания «Энпиты», «Низколактозные продукты», сухие каши для диетического питания.

Сухая молочная смесь «Малютка» предназначена для питания детей с первых дней жизни до 1–2-месячного возраста. Содержание белков и минеральных солей в продукте ниже по сравнению с коровьим молоком. Наряду с этим увеличено содержание углеводов и незаменимых жирных кислот. Продукт обогащен витаминами и препаратом двухвалентного железа. Сырьем для смеси «Малютка» служит обезжиренное молоко, сливки, растительные жиры, свекловичный сахар, солодовый экстракт или лакто-лактулоза, лимоннокислые соли калия и натрия, витамины водорастворимые (С, РР, B_6), жирорастворимые (А, D_2, Е) и глицерофосфат железа.

Технологический процесс включает приготовление сухой молочной основы и смешение ее с сахаром, витаминами и препаратом железа.

Сухую молочную основу готовят по следующей схеме; приемка, охлаждение и хранение молока, внесение лимоннокислых солей калия и натрия, очистка и сепарирование молока, пастеризация обезжиренного молока и сливок, сгущение обезжиренного молока, смешение сгущенного молока со сливками, сгущение смеси, внесение растительного масла, солодового экстракта или лакто-лактулозы и жирорастворимых витаминов, гомогенизация смеси, сушка смеси и охлаждение сухой молочной основы.

При приемке молока оценивают его качество. Молоко взвешивается, охлаждается до 6–10 °С и хранится в емкости для промежуточного хранения. Перед дальнейшей переработкой в молоко вносят трехзамещенный лимоннокислый натрий в количестве 0,7 кг и трехзамещенный лимоннокислый калий в количестве 1,5 кг на 1 т нормализованного молока.

После очистки и сепарирования обезжиренное молоко нагревается в подогревателях вакуум-выпарных аппаратов до 90 °С и затем пастеризуется в пароконтактном пастеризаторе при 102–105 °С. Сливки пастеризуются на пластинчатом подогревателе при 85–90 °С и направляются в четвертый корпус вакуум-выпарного аппарата, где смешиваются со сгущенным обезжиренным молоком.

Молочная смесь сгущается до концентрации сухих веществ 42–43%. Температура кипения молока в первом корпусе вакуум-аппарата 69 °С, во втором – 65, третьем – 54 и четвертом – 43 °С.

Сгущенное молоко смешивается в баке-смесителе с солодовым экстрактом и растительным маслом, в котором растворяются жирорастворимые витамины (А, D_2, Е). Смесь подогревается до 60–65 °С и гомогенизируется на двухступенчатом гомогенизаторе при давлении 4–6 и 2–4 МПа соответственно.

Гомогенизированная смесь высушивается на распылительной сушилке с досушиванием в двух секциях вибрационного аппарата. В третьей секции аппарата молоко охлаждается до 20 °С. Температура воздуха, поступающего в сушильную башню, должна быть 165–180 °С, а подаваемого в первые две секции виброаппарата – 120–140 °С. Сухая молочная основа охлаждается воздухом, температура которого 10–12 °С. Сухая молочная основа смешивается с сахарной пудрой, витаминами B_6, РР, С и глицерофосфатом железа. Полученная смесь перемешивается в смесителе в течение не менее 5 мин, направляется в промежуточную емкость, а затем фасуется. Готовая смесь «Малютка» должна содержать жира не менее 25%, углеводов – 52, в том числе: сахарозы – 23, минеральных веществ – 4 и влаги – 4%.

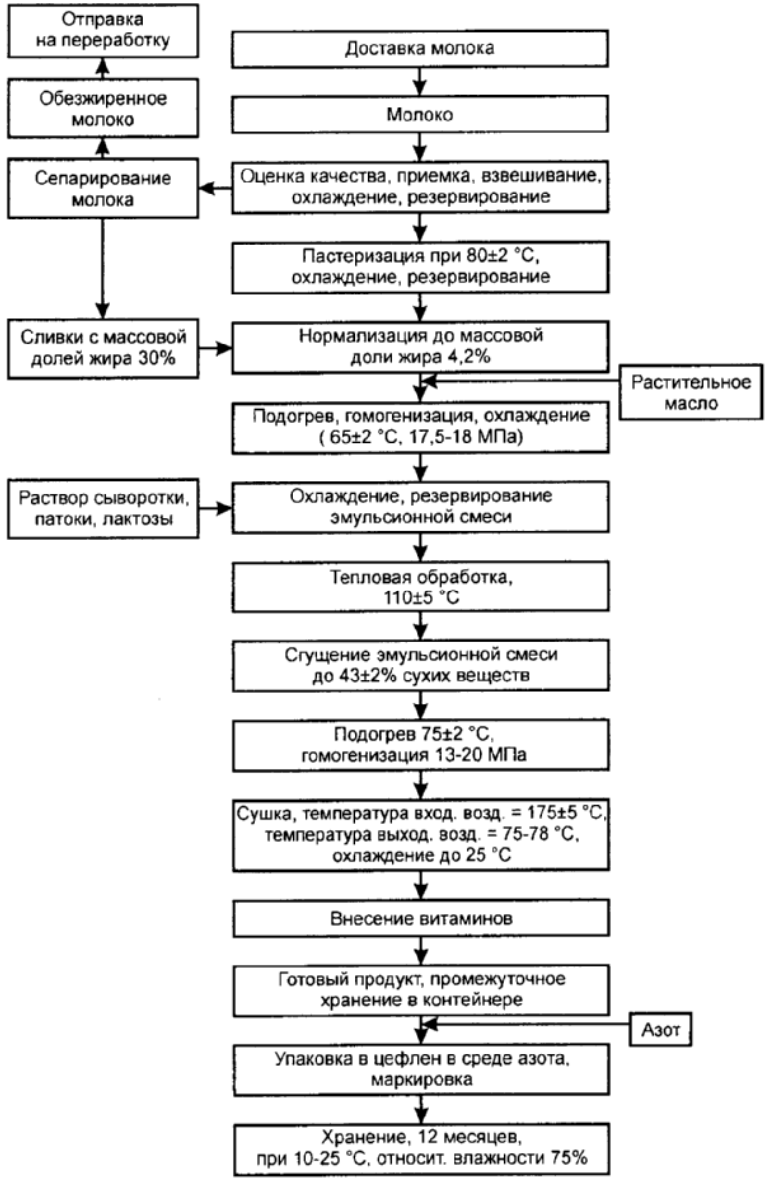


Рис. 6.11. Общая технологическая схема производства сухого детского питания «Бебелак»

Смесь «Малютка» хранится при температуре 1–10 °С и относительной влажности 75% не более 10 мес., в том числе на заводе-изготовителе – не более 30 сут.

Сухая молочная смесь «Малыш» предназначена для питания детей с 1–2-месячного возраста до 1 года. Ее получают путем смешивания сухой молочной основы с сахаром, мукой или толокном, витаминами B_6, PP, C и глицерофосфатом железа. В производстве смеси «Малыш» не используют солодовый экстракт и лимоннокислые соли.

Готовая смесь «Малыш» должна содержать жира 25%, углеводов 51, в том числе сахарозы – 23, влаги – не более 4%.

Современными адаптированными смесями являются сухие продукты торговой марки «Бебелак». Они выпускаются следующих видов:

«Бебелак» – для смешанного и искусственного вскармливания детей с рождения до одного года;

«Бебелак 1» – для смешанного и искусственного вскармливания детей с рождения до пяти-шести месяцев жизни;

«Бебелак 2» – для смешанного и искусственного вскармливания детей с шести месяцев до одного года и старше.

Сухие продукты «Бебелак» вырабатывается из смеси цельного молока, деминерализованной молочной сыворотки, мальтодекстрина, молочного сахара, кукурузного масла, соевого масла, с добавлением макро- и микроэлементов, витаминов, мио-инозитола, холина, таурина, L-карнитина.

Разработана общая технологическая схема, по которой можно производить продукты сухого детского питания торговой марки «Бебелак» (рис. 6.11).

Контрольные вопросы

1. Какие продукты относятся к сухим молочным продуктам для детского питания?
2. Какие вам известны технологические схемы получения сухих продуктов детского питания?
3. Какие продукты называются инстант-продуктами?
4. Приведите общую технологическую схему производства сухих молочных продуктов.
5. Что является сырьем для сухих продуктов детского питания?

Лабораторная работа

Изучение состава и свойств жидких молочных продуктов для детского питания

Содержание работы

Определение органолептических свойств, состава и физико-химических показателей жидких молочных продуктов для детского питания.

Исследование образцов различных молочных продуктов от разных производителей.

Оборудование, приборы и материалы

Аппаратура и реактивы для определения массовой доли жира, сухих веществ (влаги), белка, кислотности, вязкости. Образцы молочных продуктов. Посуда для проведения органолептической оценки.

Методы исследований

Массовую долю жира определяют кислотным методом Гербера; массовую долю влаги (для кисломолочных продуктов) – на приборе Чижовой; массовую долю сухих веществ (для стерилизованных пресных продуктов) – на рефрактометре; возможно использование прибора КЛЕВЕР; кислотность – титрованием; вязкость – по времени истечения из воронки.

Выполнение работы

В полученных образцах для исследования проводят органолептическую оценку и результаты заносят в таблицу:

Таблица

Органолептические показатели	Контроль (по НД)	Опыт
Вкус		
Запах		
Цвет		
Консистенция		

Проводят оценку физико-химических показателей и результаты исследований заносят в таблицу:

Таблица

Название образца	Массовая доля сухих веществ (влаги), %	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %	Кислотность, °Т	Вязкость, с

Оформление работы

Описать методики проведения анализов, заполнить таблицы, дать заключение о соответствии исследуемых молочных продуктов, требованиям, предъявляемым к детскому питанию.

Глава 7. Технология продуктов из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки

7.1. Промышленные ресурсы обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки: характеристика и структура использования

При переработке молока образуются вторичные сырьевые ресурсы – **обезжиренное молоко, пахта и молочная сыворотка**, которые по принятой в отрасли терминологии относятся к побочной продукции, или их называют белково-углеводным сырьем.

Содержание основных компонентов в обезжиренном молоке, пахте и молочной сыворотке в сравнении с цельным молоком (в %) приведено в табл. 7.1.

7.1. Массовая доля сухих веществ в цельном молоке и вторичном молочном сырье

Компоненты	Цельное молоко	Обезжиренное молоко	Пахта	Молочная сыворотка
Сухое вещество, %	12,3	8,8	9,1	6,3
в том числе: молочный жир	3,6	0,05	0,5	0,2
белки	3,2	3,2	3,2	0,8
лактоза	4,8	4,8	4,7	4,8
минеральные вещества	0,7	0,75	0,7	0,5

Из табл. 7.1 следует, что вторичное сырье является полноценным источником биологически ценных компонентов молока. Основными и наиболее ценными компонентами вторичного молочного сырья являются липиды, белки и углеводы. Кроме основных компонентов во вторичное

молочное сырье переходят минеральные соли, небелковые азотистые соединения, витамины, ферменты, гормоны, иммунные тела, органические кислоты, т. е. почти все соединения, обнаруженные в настоящее время в молоке. Энергетическая ценность вторичного молочного сырья в среднем в два раза ниже в сравнении с цельным молоком и составляет, соответственно, кДж/кг: в молочной сыворотке – 1013; в обезжиренном молоке – 1440; в пахте – 1599; а в цельном молоке – 2805.

В связи с высокой пищевой и биологической ценностью обезжиренное молоко, пахта и молочная сыворотка в основном используются на пищевые цели, при этом часть их, в связи со сложившейся в XX в. практикой, используется на производство кормов для сельскохозяйственных животных и для технических целей.

В **обезжиренном молоке** содержатся все компоненты цельного молока, только снижено содержание жира до 0,05%. При этом оно в полном объеме содержит все биологически ценные вещества.

Норма потребления обезжиренного молока, рекомендованная Институтом питания РАМН, составляет не менее 12 л в год на среднестатистического человека. Обезжиренное молоко – ценный продукт и сырье для получения лечебно-профилактического питания. Обезжиренное молоко используют в приготовлении напитков, в том числе и кисломолочных; пастообразных и молочно-белковых продуктов. Благодаря популяризации здорового образа жизни в последнюю четверть XX века сформировалась устойчивая тенденция потребления молока обезжиренного и с пониженной массовой долей жира. Согласно прогнозу, тенденция к увеличению производства молока и молочных напитков с пониженным содержанием жира сохранится, и в странах Европы таких продуктов будут выпускать от 50 до 70% в общем объеме, в США и Канаде – 60 и 80% соответственно.

Сыворотка – ценное сырье для производства продуктов пищевого и лечебного назначения. Она является побочным продуктом при производстве сыра, творога и белковых концентратов. Промышленная переработка ее во всех странах с развитой молочной промышленностью – актуальная проблема.

Средний состав различных видов молочной сыворотки представлен в табл. 7.2.

В сухом веществе молочной сыворотки основные компоненты распределяются следующим образом: лактоза – 70%, азотистые вещества – 14,5%, жир – 7,5% и минеральные соли – 8%. Высокую биологическую ценность сыворотки обусловливают белковые вещества, а также витамины, гормоны, органические кислоты, иммунные тела и микроэлементы.

Состав сыворотки определяется технологией ее получения и степенью перехода компонентов молока. В среднем в молочную сыворотку переходит около 50% сухих веществ молока, в том числе: от 90 до 100% сывороточных белков; от 88 до 99% лактозы; от 60 до 88% минеральных веществ; от 20 до 25% казеина и от 6 до 12,5% жира.

7.2. Средний состав различных видов молочной сыворотки

Компонент	Подсырная	Творожная	Из-под копреципитата хлоркальциевого	Из-под копреципитата солянокислого	Казеиновая
Сухие вещества	5,8–7,3	5,0–6,6	5,5	5,3–5,5	6,9
Белок	0,4–1,1	0,5–1,0	0,2	0,2–0,3	0,9
Жир	0,04–0,6	0,2–0,3	–	–	0,3
Лактоза	4,5–5,2	3.5–4,7	4,7	4,5–4,7	5,1
Зола	0,37–0,7	0,6–0,8	0,8	0,8	0,7

Молочный жир в сыворотке представлен жировыми шариками с диаметром около 2 мкм, которые практически не выделяются при сепарировании, но и в силу своих размеров не участвуют в образовании молочных сгустков.

В сыворотку переходят почти целиком сывороточные белки и небольшое количество казеина. Азотистые вещества сыворотки представлены белковыми и небелковыми органическими соединениями. В свою очередь, белки – это в основном альбумины и глобулины, содержание которых составляет 90% и более от общего количества. До 10% белков сыворотки являются остатками казеина, в основном γ-казеина. Глобулины сыворотки представлены β-лактоглобулином, псевдоглобулином и эвглобулином, различающимися между собой степенью растворимости в воде. Эвглобулин и псевдоглобулин являются носителями иммунных свойств. Содержание их составляет около 10% от общего количества сывороточных белков. Кроме глобулинов, белковые вещества сыворотки включают α-лактальбумин, сывороточный альбумин, протеозопептоны и ферменты.

Из небелковых азотистых веществ в сыворотке присутствуют свободные аминокислоты, мочевина, мочевая кислота, креатин, креатинин, пуриновые основания. Небелковые азотистые вещества сыворотки, как правило, составляют 20–35% общего количества азотистых веществ.

В состав углеводов сыворотки входят моносахара (глюкоза), олигосахара (лактоза и лактулоза), аминосахара (нейраминовая и сиаловая кислоты и кетопентоза), а также серологические активные сахара, близкие по составу к крови. Основным компонентом молочной сыворотки является лактоза. Ее содержание зависит от вида сыворотки и степени ее сбраживания в молочную кислоту. Так, в творожной и казеиновой сыворотке лактозы меньше, чем в подсырной сыворотке. При этом подсырная сыворотка отличается от других видов содержанием в ней поваренной соли, которая используется в производстве сыров.

Промышленная переработка сыворотки во всех странах с развитой молочной промышленностью – актуальная проблема. По данным ММФ, ежегодное производство молочной сыворотки составляет около 52 млн. т в Европейском Союзе, более 33 млн. т – в США, 5 млн. т – в Новой Зеландии, около 3 млн. т – в Канаде и Австралии. При этом около 50% валового производства сыворотки не перерабатывается. Потери молочного белка и лактозы при этом составляют, соответственно: 0,4 млн. т и 1,6 млн. т. Поэтому промышленная переработка сыворотки с комплексным использованием ее всех компонентов является актуальной проблемой для стран с развитой молочной промышленностью.

Частичное решение поставленных задач возможно при внедрении мембранных биотехнологий, научные и практические основы которых разработаны во многих странах мира.

Одно из наиболее перспективных направлений использования белковых веществ молочной сыворотки на пищевые цели – производство молочно-белковых концентратов. Поэтому значительная часть молочного белково-углеводного сырья направляется на производство продуктов питания и полуфабрикатов, обладающих ценными биологическими и диетическими свойствами. Однако использование белковой части молочной сыворотки не решает всей проблемы. Актуальной остается проблема использования сыворотки, из которой выделены белки. Она направляется на производство продуктов питания, молочного сахара, сиропов, производных лактозы, кормов и на технические цели.

В странах с высокоразвитой молочной промышленностью (США, Великобритании, Нидерландах, Германии, Дании) перерабатывается от 70 до 95% получаемой в производстве сыворотки. На пищевые цели в США используется 35%, а в Нидерландах – свыше 60% сыворотки. Ассортимент продуктов из нее включает сухую и сгущенную сыворотку, напитки, десерты, белковые концентраты, молочный сахар. Широка и область применения этих продуктов – молочная, мясная, кондитерская, хлебопекарная, фармацевтическая промышленность, сельское хозяйство.

Одним из основных продуктов переработки сыворотки в большинстве зарубежных стран является молочный сахар. Ведущие страны по его производству: США, Нидерланды, Новая Зеландия, Франция и др. В целом, мировое производство лактозы превышает 550 тыс. т.

Распространенным способом переработки сыворотки за рубежом является сушка. Основной производитель сухой сыворотки – США, на долю которых приходится 42% общего мирового объема этого продукта. Производство сухой сыворотки в странах Европейского Союза достигло 1,3 млн. т. Со сложившимся дефицитом молочного сырья в ЕС и РФ производство сухой сыворотки и ее цена будут возрастать.

Сгущение сыворотки наиболее широко применяется в США и Скандинавских странах. В США, где сгущают 6–10% ее ресурсов, она используется главным образом для приготовления кормов. В Норвегии, Швеции и Нидерландах ее применяют в производстве сыров, паст, в хлебопекарной и кондитерской промышленности.

В мире сохраняется тенденция использования сыворотки в приготовлении напитков, желированных продуктов и десертов. Возрастает интерес к биологическим способам ее переработки.

Одним из направлений биотехнологической переработки сыворотки является получение бифидогенного фактора – лактулозы, которую рекомендуют использовать на пищевые цели в детском и диетическом питании и в лечебных препаратах для лечения и профилактики ряда заболеваний.

Наличие в молочной сыворотке легкоусвояемых многими видами микроорганизмов источников углеводного питания, а также различных ростовых факторов выдвигает ее в ряд наиболее ценных питательных сред для получения продуктов микробного синтеза. В ряде стран нашло широкое применение использование для расщепления лактозы на глюкозу и галактозу иммобилизованных ферментов, что позволяет применять для целей биосинтеза микроорганизмы, не способные в обычных условиях утилизировать лактозу. Это, в свою очередь, значительно расширяет возможности переработки сыворотки в разнообразные продукты на основе биотехнологии. В настоящее время известно более 30 различных продуктов из сыворотки, в основу получения которых положена микробная биотехнология.

Пахта является побочным продуктом при производстве масла из коровьего молока. Химический состав и свойства пахты зависят от способа производства и вида масла (табл. 7.3). Пахта, полученная при производстве кислосливочного масла, характеризуется более низкой массовой долей жира (0,2–0,3%) и повышенной биологической ценностью за счет биомассы и продуктов метаболизма молочнокислых и ароматобразующих микроорганизмов. Кислотность пахты при производстве сладкосливочного масла составляет 20 °Т, а кислосливочного масла – 50 °Т.

Плотность пахты зависит от способа производства масла и составляет, кг/м^3: от 1,020 до 1,035 при периодическом сбивании; от 1,030 до 1,035 при непрерывном сбивании и от 1,029 до 1,033 при преобразовании высокожирных сливок в масло.

Пахта – важный источник полноценного белка. Из 8,5–9% содержащихся в ней сухих веществ около 3,2–3,5% составляют белки. При расчете на 100 ккал в пахте белка столько же, сколько в осетровых рыбах и курином мясе. Ее белки относятся к высокоценным, включающим оптимально сбалансированное количество жизненно необходимых аминокислот, в том числе лизина, метионина и цистина, отличающихся вы-

раженными липотропными свойствами. Полезные свойства белков пахты особенно эффективно проявляются в сочетании с комплексом присутствующих в ней витаминов: тиамина, рибофлавина, кобаламина, биотина и аскорбиновой кислоты. При этом калорийность 100 г пахты составляет 33–36 ккал, т. е. в 2 раза ниже по сравнению с молоком и кисломолочными напитками.

7.3. Средний состав пахты в зависимости от способа производства масла

Компонент	Способ сбивания		Способ преобразования высокожирных сливок
	периодический	непрерывный	
Сухое вещество,%	9,1	9,1	8,8
в том числе:			
белок	3,2	3,2	2,9
лактоза	4,7	4,7	4,8
минеральные вещества	0,7	0,7	0,6
липиды,			
в том числе:			
молочный жир	0,4	0,7	0,5
фосфолипиды, мг/ 100 г	210,0	185,8	150,0
холестерин, мг/100 г	39,0	23,0	20,3

В пахте содержится до 5% молочного сахара, оказывающего нормализующее действие на процессы брожения в кишечнике и предупреждающего интенсивное развитие гнилостных процессов.

По своему минеральному составу пахта также является полноценным молочным продуктом. В нее переходит около 75% минеральных веществ молока, в том числе фосфор, кальций, калий, натрий и др.

В пахту переходят очень мелкие жировые шарики, диаметр которых не превышает 1,0 мкм. В них содержится много эссенциальных ненасыщенных и короткоцепочечных легкоплавких жирных кислот. Липидный состав пахты характеризуется пониженным содержанием жира, но повышенным содержанием оболочек жировых шариков, в состав которых входят биологически активные вещества молока, а именно фосфолипиды. В пахте содержится около 75% фосфолипидов молока, которые участвуют в нормализации жирового и холестеринового обмена, входят в состав мембранных систем клеток, активизируют работу ферментов и гормонов. В пахте в наиболее активной форме присутствует лецитин.

В настоящее время пахта и продукты из нее занимают видное место в ассортименте маложирных молочных продуктов, используемых населением большинства развитых стран в повседневном питании. Так,

в США около 90% общего объема получаемых обезжиренного молока и пахты идет на питание населения. Почти во всех странах мира значительно увеличилась доля производимых напитков из пахты. Высокими диетическими свойствами обладают творог и мягкий сыр, вырабатываемые из пахты. В диетическом твороге содержится 0,5% жира, 7,4% белка, 5,8% углеводов. Калорийность 100 г продукта составляет 59 ккал.

Таким образом, пахта и продукты из нее получили общее признание и с полным правом заняли место в ряду молочных продуктов массового потребления. Пахта и продукты из нее рекомендуются при заболеваниях печени, почек, нервной системы, атеросклерозе, а в ряде случаев – для лечения кожных заболеваний (псориаза). Потребление пахты ничем не лимитируется, ее можно пить ежедневно без ограничений людям всех возрастов. В современных условиях жизни и деятельности человека особое значение приобретает повышение биологической ценности питания при одновременном снижении его калорийности. При выполнении этих двух требований возможно предупреждение ряда заболеваний и в первую очередь сердечно-сосудистых. Требованиям высокой биологической ценности и минимальной калорийности из общего ассортимента молочных продуктов в наибольшей степени удовлетворяет пахта. Ее ценность обусловливается наличием группы противосклеротических веществ – белково-лецитинового комплекса и полиненасыщенных жирных кислот. Круг применения пахты значительно расширился, особенно в отношении лечения и профилактики атеросклероза, гипертонической болезни, ожирении, колита, метеоризма и др.

С 70-х гг. XX века в странах с развитой молочной промышленностью получили широкое применение мембранные процессы: микрофильтрация, ультрафильтрация, обратный осмос, – которые используются для селективного разделения составных частей вторичного молочного сырья.

Наибольшее распространение получил процесс ультрафильтрации (УФ) – процесс молекулярной фильтрации с использованием полупроницаемых мембран с размером пор от 10 до 100 нм, способных задерживать компоненты раствора с молекулярной массой от 10 кДа и выше. При обработке молочного сырья происходит концентрация только его высокомолекулярных компонентов, а основная часть низкомолекулярных переходит в фильтрат, который чаще называют **ультрафильтрат.** Состав и свойства ультрафильтрата зависят от типа полупроницаемых мембран, условий концентрирования и вида исходного молочного сырья. Усредненный состав ультрафильтратов молочного сырья представлен в табл. 7.4.

Анализ данных табл. 7.4 свидетельствует о том, что ультрафильтраты цельного и обезжиренного молока очень близки по своему составу, идентичны составы ультрафильтратов подсырной и творожной сыворот-

ки. Таким образом, ультрафильтраты, получаемые в молочной промышленности, можно объединить по составу в три группы: первая – ультрафильтраты молока; вторая – ультрафильтраты сыворотки; третья – ультрафильтраты пахты. Каждая из трех групп отличается составом, органолептическими показателями и физико-химическими свойствами.

7.4. Характеристика ультрафильтратов молочного сырья

Компонент	УФ цельного молока	УФ обезжиренного молока	УФ творожной сыворотки	УФ подсырной сыворотки	УФ пахты
Массовая доля, %: сухих веществ	5,3–5,8	5,2–5,8	5,40	5,30	5,0
лактозы	4,2–5,0	4,2–4,8	4,30	4,55	4,2
золы	0,4–0,6	0,5–0,8	0,5	0,7	–
белка	0,15–0,25	0,18–0,22	0,31	0,18	0,24
фосфолипидов, мг%	–	–	–	–	1,5
Массовая доля макроэлементов, мг% :					
кальций	20–40	20–40	80	67	31,2
фосфор	25–35	20–30	63	53	–
калий	110–130	110–130	120	140	136,6
натрий	30–40	40–50	45	40	35,8
магний	3–10	4–8	–	–	9,1
Массовая доля микроэлементов, мкг%:					
железо	0,80–0,85	0,80–0,88	0,75	0,6	49,2
цинк	0,35–0,40	0,15–0,40	0,18	0,33	–
никель	0,01–0,11	0,01–0,11	0,008	0,01	–
медь	0,10	0,10	0,009	0,06	5,90
марганец	0,32–0,39	0,32–0,39	0,40	0,32	3,93
Массовая доля витаминов, мкг/кг:					
B_1	220	220	300	340	–
B_2	1350	1350	1055	1260	–
C	–	–	450	490	–

По органолептическим показателям фильтрат сыворотки представляет собой однородную прозрачную, желтовато-зеленоватую жидкость с запахом молока. Вкус фильтрата подсырной сыворотки сладковатый, творожной – кисловатый. Фильтрат цельного, обезжиренного молока и пахты – это однородная прозрачная желтовато-зеленая жидкость, слегка опалесцирующая, с запахом молока и сладковатым вкусом, сравнимым со сладкой сывороткой.

Обобщая информацию о составе и свойствах ультрафильтратов молочного сырья, можно сделать вывод, что ультрафильтраты молока, пахты и сыворотки близки по своему составу и свойствам и являются ценным сырьем, имеющим богатый минеральный состав, значительное количество лактозы – около 90% от общего содержания сухих веществ и низкомолекулярные белковые вещества, обладающие биологической активностью.

В настоящее время в отечественной и зарубежной практике накоплен определенный опыт по использованию и переработке ультрафильтрата молочного сырья. Существует три основных направления переработки фильтрата.

1. На пищевые цели. Из ультрафильтрата производят молочный сахар, глюкозо-галактозный сироп, напитки, десерты, используют его в кондитерских и хлебобулочных изделиях.

2. В сельском хозяйстве. Ультрафильтрат используют в качестве удобрения и на кормовые цели как нативный корм, в производстве биомассы для комбикормов и ЗЦМ, а также кормовых добавок.

3. В производстве химических веществ ультрафильтрат применяют при получении органических растворителей, горючего газа – метана, технического спирта, молочной и других кислот.

В настоящее время на основе анализа современной ситуации можно сформулировать четвертое направление использования ультрафильтрата – получение биологически активных веществ молока для лечебных и косметических целей.

За последнюю четверть века в отечественной промышленности снизились объемы промышленной переработки вторичного молочного сырья и изменилась структура его переработки. Ретроспективный анализ использования вторичных сырьевых ресурсов отечественной промышленностью представлен, соответственно, в табл. 7.5 и 7.6 [Молочная индустрия мира и РФ: Ежегодник, 2005. С. 95].

7.5. Структура переработки обезжиренного молока и пахты в РФ

Годы	Нежирная молочная продукция в пересчете на молоко, тыс. т.	СОМ, тыс. т.	ЗЦМ сухой, тыс. т.	ЗЦМ жидкий, тыс. т	Казеин, тыс. т	Казеинаты, тыс. т
1985	1231	117	185,7	581	14,8	4,6
1990	1238	172	217	511	14,1	4,2
1995	476	112	10,1	2,7	27,8	0,3
2000	536	91,4	3,7	0,05	14,1	0,1
2003	461	98,4	6,5	–	6,7	0.01

Динамика изменения ресурсов вторичного молочного сырья за ретроспективный период (табл. 7.7) коррелирует с объемами производ-

ства молочных продуктов, а именно: ресурсы обезжиренного молока и пахты – с объемами производства сливочного масла; ресурсы молочной сыворотки – с объемами производства сыров. На всем анализируемом периоде прослеживается рост использования ресурсов вторичного сырья на промышленную переработку (промпереработку). При этом рост объемов промышленной переработки обезжиренного молока и пахты возрос более чем на 40%, а сыворотки за соответствующий период – на 3,3%. Возврат обезжиренного молока сдатчикам (обрат) за ретроспективный период снизился более чем в 7 раз.

7.6. Структура переработки молочной сыворотки в РФ

Годы	Молочный сахар-сырец сухой, тыс. т.	Молочный сахар рафинированный, тыс. т.	Сухая сыворотка, тыс. т.	Сгущенная сыворотка без сахара, тыс. т.	Обогащенная сыворотка, тыс. т.
1985	9,0	1,37	3,7	13,1	1684,0
1990	7,9	1,7	5,3	10,8	1475,0
1995	2,9	0,2	2,6	0,5	73,0
2000	2,0	0,07	2,45	0,6	11,6
2003	2,1	0,08	8,0	0,7	10,5

7.7. Ретроспективный анализ ресурсов вторичного сырья молочной промышленности РФ по годам, тыс. т

Объем, тыс. т	1990	1991	1993	1994	1995	2000	2004
Обезжиренное молоко и пахта	22170	19600	15557	11020	8140	4800	4550
в том числе: использовано на промпереработку в отрасли	12553	11455	8966	7170	5538	3840	4004
поставлено в с/х и др. отрасли	9617	8145	6591	3850	2602	675	546
Сыворотка	6770	5980	3906	3065	3020	2120	3360
в том числе: использовано на промпереработку в отрасли	3170	2340	1433	1154	720	212	400
поставлено в с/х и др. отрасли	3600	3640	2473	1911	2300	1167	2012
Ультрафильтрат	5	5	5	5	5	10	12
в том числе: использовано на промпереработку в отрасли	–	–	–	–	–	–	–
поставлено в с/х и др. отрасли	1	1	1	1	1	2	2,5

Доминирующими направлениями использования обезжиренного молока и пахты являются: нормализация натурального молока по жиру; производство нежирной молочной продукции; производство сухого обезжиренного молока.

Производство технического казеина, а также нежирных молочных консервов имеет тенденцию к сокращению. Практически отсутствует производство заменителей цельного молока (ЗЦМ) для молодняка сельскохозяйственных животных. Высвободившиеся ресурсы обезжиренного молока были направлены в более эффективный сектор производства – в первую очередь на производство сухого обезжиренного молока, в том числе и на заводах ЗЦМ.

Основными видами продукции, вырабатываемой из молочной сыворотки, продолжают оставаться сухая и сгущенная сыворотка, молочный сахар. Прослеживается тенденция роста объемов пастеризованной сыворотки и напитков на ее основе.

Изменение структуры использования обезжиренного молока и пахты за несколько последних лет дает основание сделать прогноз структуры использования ожидаемых ресурсов вторичного молочного сырья. Доминирующее значение в структуре переработки обезжиренного молока и пахты в перспективе сохранят следующие направления: нормализация натурального молока; производство нежирных сухих и сгущенных молочных консервов; производство нежирной цельномолочной продукции и сыров. Снижение производства технического казеина и ЗЦМ из обезжиренного молока связано с недостатком пищевого белка, в том числе молочного, а также неэффективностью его использования на технические и кормовые цели. Так, на производство 1 т технического казеина расходуется около 30 т обезжиренного молока, при этом получается около 20 т сыворотки, не подлежащей утилизации без специальной обработки. В кормопроизводстве для получения 1 кг белка в виде молока или мяса необходимо скормить 7–8 кг молочного белка.

Прогноз использования ресурсов молочной сыворотки следующий. Доминирующим направлением переработки сыворотки останется производство сухой сыворотки, как натуральной, так и модифицированной (деминерализованной, гидролизованной, т. п.), а также с наполнителями. Рост производства молочного сахара высоких категорий – пищевой, рафинированный, фармакопейный, позволит в целом повысить эффективность молочной промышленности, обеспечит внутренний рынок импортозамещающими продуктами детского питания и фармакопейными препаратами.

Существуют основные и альтернативные направления переработки вторичного молочного сырья. Основные направления переработки обезжиренного молока, пахты и сыворотки в зависимости от получения конечного продукта представлены в виде схемы (рис. 7.1).

Напитки из вторичного молочного сырья вырабатывают в свежем или сквашенном виде (ферментированные).

Свежие напитки из натурального сырья бывают с наполнителями и без наполнителей. К ним относятся: обезжиренное молоко пастеризо-

ванное или стерилизованное; пахта пастеризованная; сыворотка пастеризованная. В качестве наполнителей используют вкусо-ароматические добавки, овощные и фруктовые соки, концентраты дикорастущих растений и т. п.



Рис. 7.1. Основные направления переработки вторичного молочного сырья в зависимости от получения продукта

Сквашенные или кисломолочные напитки вырабатывают с наполнителями и без наполнителей. Среди них наиболее распространены следующие: пахта диетическая; пахта сквашенная; нежирный кефир; нежирный йогурт; напитки из осветленной сыворотки; коктейли.

Большую группу по ассортименту и объему производства представляют белковые молочные продукты, к которым относят: сыры нежирные; творог и творожные изделия нежирные; молочно-белковые концентраты (казеины и казеинаты); продукты и полуфабрикаты из сывороточных белков.

Белково-углеводные продукты объединяют сгущенные продукты с сахаром и без сахара; сыворотку с сахаром и без сахара; сухие продукты (сухое обезжиренное молоко, сухая сыворотка, пахта сухая).

Продукты на основе лактозы включают молочный сахар, который вырабатывают в виде полуфабрикатов (сахар-сырец, и т. д.) и рафинированных продуктов (фармокопейный молочный сахар). На основе лактозы вырабатывают пищевые продукты для хлебопекарной и кондитерской промышленности.

Большое значение для эффективного развития агропромышленного комплекса страны является производство продуктов кормового назначения и, в частности, для выпойки молодняка. Применение обезжиренного молока для этих целей неэффективно, хотя многие годы использовали именно его. А понятие «обрат» возникло в результате возврата обезжиренного молока после сепарирования на молокосборных пунктах или низовых заводах для нужд сельского хозяйства. В советский период развития страны существовала норма возврата обезжиренного молока сдатчикам, которая составляла около 25% от объема сданного в переработку цельного молока. В середине прошлого века отечественными и зарубежными учеными были разработаны и внедрены в производство технологии и рецептуры заменителей цельного молока (ЗЦМ) для различных животных (телят, ягнят, поросят, цыплят и т. п.): жидкие и сухие заменители цельного молока, а также разработано регенерированное молоко. В конце XX в. ВНИМИ совместно с ВНИИЖ разработали рецептуры и технологии заменителей обезжиренного молока (ЗОМ), которые вырабатываются на основе молочной сыворотки, а источником протеина в них служат концентраты люцерны, клевера и другие растительные продукты.

7.2. Технология продуктов из обезжиренного молока и пахты

Технология напитков, творога, сыров, сухих и сгущенных консервов из обезжиренного молока и пахты аналогична их производству из цельного и нормализованного молока и представлена соответственно в гл. 2, 4 и 5. Более подробно остановимся на технологии молочно-белковых концентратов.

Технология молочно-белковых концентратов

Молочно-белковые концентраты получают путем удаления из сырья воды, минеральных веществ, лактозы с одновременным концентрированием белков. В зависимости от массовой доли сухих веществ они подразделяются на жидкие, пастообразные и сухие. При этом внутри каждой группы их разделяют по виду белка и его растворимости. Для выделения белковых веществ из молока используют кислотный, сычужный и термокальциевый способы коагуляции. Казеин получают кислотной или сычужной коагуляцией белков молока. Казеинаты получают растворением в гидроокисях, солях щелочных или щелочноземельных металлов кислотного казеина. Копреципитаты – это комплексы, полученные в результате совместного осаждения казеина и сывороточных белков молока термокальциевой коагуляцией. Выбор способа коагуляции определяется в соответствии с конкретным видом молочно-белкового концентрата.

Казеин

Концентрат основного белка молока – казеина – в промышленности вырабатывается следующих видов: казеин-сырец, казеин технический и казеин пищевой.

Казеин-сырец относят к классу нерастворимых молочно-белковых концентратов и вырабатывают его в жидком и пастообразном виде.

Казеин пищевой и казеин технический – это нерастворимые молочно-белковые концентраты, содержащие в своем составе только казеин, и вырабатывают их в сухом виде. По способу коагуляции казеин бывает кислотный или сычужный.

Кислотный способ производства казеина. Основан на снижении pH молока до изоэлектрической точки казеина путем введения кислоты.

В качестве коагулянта при кислотном способе используют соляную кислоту, кислую сыворотку или бактериальную закваску.

Технологический процесс производства кислотного казеина состоит из следующих операций:

Получение и подготовка обезжиренного молока.

Очистка в сепараторе-молокоочистителе.

Пастеризация при температуре 74 °С, с выдержкой 15–20 с.

Приготовление коагулянта. Готовят 1 н раствор соляной кислоты. Из него получают рабочий раствор разведением предыдущего в 10 раз и вносят его в количестве 4% от общей массы обезжиренного молока. Если в качестве коагулянта используется сыворотка, полученная при производстве казеина или нежирного творога, то ее кислотность должна быть не ниже 200 °Т. Если используют бактериальную закваску на мезофильных лактококках, то ее вносят в количестве 1–5% от объема обезжиренного молока. Бактериальную закваску вносят при температуре молока 28–32 °С, сквашивание ведут в течение 8 ч до кислотности 80 °Т.

Осаждение казеина и постановка зерна происходит при температуре 35–37 °С при перемешивании в течение 3–5 мин и при постепенном добавлении HCl до кислотности 4,4–4,2 pH.

Вымешивание казеина в сыворотке проводят до получения однородного зерна в течение 25–30 мин.

Обработка зерна – это деление его на кубики размером 1–2 $см^2$. Затем проводят *тепловую обработку*, для того чтобы снизить бактериальную обсемененность. Для этого пастеризуют при температуре 60 °С в течение 10 мин при непрерывном помешивании. Зерно не должно быть клейким.

Промывка. Зерно промывают, для того чтобы освободить казеин от небелковых компонентов. Промывку проводят троекратно. Первую промывку проводят при температуре 61–63 °С, если используют кислотное сквашиванием сывороткой или закваской, и при температуре 35–40 °С, если используется соляная кислота. Вторую промывку проводят холодной водопроводной водой, после чего определяют кислотность последней промывной воды. Кислотность воды не должна превышать 2–3 °Т. Если она выше, то еще раз повторяют промывку.

Обезвоживание зерна. После промывки 15–20 мин проводят обезвоживание зерна. Если зерно до обезвоживания содержит 80% влаги, то после обезвоживания влажность должна быть в диапазоне 60–62%. Обезвоживают с помощью прессования или центрифугированием. Параллельно с промывкой проводят дробление казеина. Зерно казеина в конце операции должно быть диаметром 4 мм.

Сушка зерна. Используют сушилки камерного или туннельного типа. Начальная температура сушки составляет 45–50 °С, а конечная – 60–70 °С.

Существуют сушки в вихревом псевдоожиженном слое при температуре воздуха 120–130 °С и при температуре уходящего воздуха 60–65 °С.

Упаковка. Упаковывают в бумажные мешки с вкладышами из полиэтилена.

Хранится казеин при температуре 0–10 °С при влажности не более 85%.

Основные пороки кислотного казеина: повышенная жирность в результате несоблюдения технологии получения обезжиренного молока и повышенная кислотность, причиной которой является нарушение режимов промывки.

Сычужный способ производства казеина. Для осаждения казеина используют сычужный фермент или пепсин, 40% раствор $CaCl_2$ (40 г безводного $CaCl_2$ на 100 кг молока).

Технологический процесс производства сычужного казеина состоит из следующих операций.

Приготовление молокосвертывающего фермента. Рабочий раствор сычужного фермента готовят на кипяченой воде за 15 мин до использования при температуре воды 35 °С концентрацией 1%. Если используют пепсин, то его готовят на кислой пастеризованной сыворотке, охлажденной до 35 °С, за 8 ч до использования.

Осаждение казеина и постановка зерна. В молоко при температуре 35 °С вносят $CaCl_2$ и тщательно перемешивают. Затем вносят сычужный фермент, перемешивают и оставляют в покое до начала коагуляции белка (появления хлопьев). Мешают до размера хлопьев 2–4 мм. О конце процесса коагуляции судят по сыворотке, она должна быть прозрачной зеленовато-желтого цвета. Общее время вымешивания 20 мин.

Тепловая обработка зерна. До начала нагревания 30% сыворотки удаляют и оставляют в покое. Затем зерно перемешивают и начинают нагревать до температуры 40 °С со скоростью 1 градус в минуту, а в диапазоне температур 40–60 °С – со скоростью 1,5 градуса в минуту.

Последующие операции технологического процесса производства сычужного казеина совпадают с операциями производства кислотного казеина, представленного выше.

Казеинаты пищевые

Казеинаты пищевые относятся к классу растворимых сухих молочно-белковых концентратов, состоящих в основном из казеина. Они бывают обычные и ферментированные.

Технологический процесс производства казеинатов пищевых состоит из следующих операций.

Получение и подготовка сырья. Казеинаты получают из казеина или из нежирного творога.

Приготовление рабочего раствора растворителя. Для этого используют 10% раствор едкого натра (NaOH) или бикарбонат натрия (Na_2CO_3) в сухом виде или в виде водного раствора.

Растворение казеина.

Подготовка раствора казеината к сушке.

Сушка.

Упаковка и хранение.

В производстве казеинатов используют двустенные емкости, куда подают воду с температурой 60 °С, и в нее вносят измельченный казеин. Полученную смесь нагревают до 35–40 °С, перемешивают в течение 30–60 мин до полного растворения. При этом резервуар заполняют на 1/3, так как идет обильное пенообразование. Если вносят Na_2CO_3, то нагревают до 70–75 °С и перемешивают в течение 30–60 мин и емкость заполняют наполовину.

Казецит

Казецит производят на основе казеина, который получают кислотным способом из обезжиренного молока. Он относится к классу растворимых сухих молочно-белковых концентратов, состоящих в основном из казеина. Используют казецит в продуктах детского и лечебного питания.

Технологический процесс производства казецита состоит из следующих операций.

Приемка и подготовка сырья. Получают кислотный казеин из обезжиренного молока при коагуляции предпочтительно используют бактериальную закваску (термофильный стрептококк). Коагуляцию проводят при температуре 40–45 °С в течение 4–5 ч до кислотности 70–75 °Т.

Для осаждения казеина можно использовать кислотную сыворотку.

Растворение кислотного промытого обезвоженного казеина проводят смесью лимоннокислых солей Na и К и бикарбонатом натрия (Na_2CO_3) при температуре 70–75 °С. Казеин вносят в двустенную емкость после полного растворения, проверяют pH и СОМО, при этом pH должен быть 6,6–6,7 ед., а концентрация сухого обезжиренного молочного остатка 18–22%.

Пастеризацию проводят при 70–75 °С с выдержкой 20–30 мин.

Сушка осуществляется распылительным способом.

Копреципитаты

Копреципитат – продукт совместного осаждения казеина и сывороточных белков, вырабатывают из обезжиренного молока. Для осаждения используют растворы $CaCl_2$, сыворотки и HCl. Копрецепитаты бывают низкокальциевые и высококальциевые.

Низкокальциевые копреципитаты. В обезжиренное молоко вносят хлористый кальций или его гидроокись (0,02% к массе молока), смесь

примерно 1–2 мин выдерживают, очищают на молокоочистителе, повышают температуру до 95 °С, после чего понижают до 45 °С и вносят HCl или кислую сыворотку для осаждения. До достижения pH = 4,35–4,45 добавляют сыворотку, затем часть сыворотки удаляют, а в оставшейся сыворотке концентрат подогревают до 50 °С для повышения прочности хлопьев копреципитата. Отделяют копреципитат, промывают на растворителе. В течение 30 мин контролируют концентрацию сухих веществ, которая должна составлять 18–20%, активную кислотность (pH 6,6–6,7), температуру (60 °С). Затем повышают температуру до 70–75 °С и осуществляют сушку распылительным способом.

Высококальциевые копреципитаты получают из обезжиренного молока по технологии низкокальциевых. Растворяют и осаждают при 91–95 °С раствором $CaCl_2$ 15%-ной концентрации. Отделяют полученный копреципитат и промывают водой. Фильтруют, отделяют влагу центрифугой или прессованием. Копреципитат диспергируют в воде и вносят раствор триполифосфата натрия, смесь нагревают до 50–60 °С и выдерживают 30 мин. Контролируют активную кислотность, которую доводят добавлением раствора гидроокиси натрия до pH 6,8–7,0 ед. Массовая доля сухих веществ в растворе должна составлять 15–18% СОМО. Сушку осуществляют распылительным способом.

Молочно-белковый концентрат на основе безмембранного осмоса

В Научно-исследовательском институте комплексного использования молочного сырья (ВНИИКИМ, г. Ставрополь) под руководством проф. В. Молочникова разработан способ концентрирования белков молока с помощью биополимеров, в частности полисахаридов. В процессе концентрации белков обезжиренного молока происходит образование двух фаз: верхняя – концентрат натурального казеина (КНК) и нижняя – бесказеиновая фаза (сывороточные белки, лактоза, полисахариды). Концентрат натурального казеина содержит массовую долю сухих веществ 17–21%, в том числе белка 11–15%. Казеиновый комплекс без денатурационных изменений концентрируется в 5–7 раз, не изменяя своего растворимого коллоидно-дисперсного состояния. КНК не теряет биологической ценности, так как остается в неизменном виде. Используют его в натуральном или сухом виде по аналогии с казеинатом натрия. В сухой форме КНК содержится 92% сухих веществ, в том числе 62% белка.

Бесказеиновая фаза, представляющая собой растворимый комплекс сывороточных белков и углеводов, содержит массовую долю сухих веществ 7%, в том числе 1% белка.

Бесказеиновая фаза по физико-химическим свойствам – жидкий структурирующий концентрат. Поэтому она используется в жидком,

сгущенном или сухом виде в производстве мороженого, десертов и т. п. В частности, на ее основе производят молочное суфле «Биотон».

Заменители цельного молока

Заменители цельного молока (ЗЦМ) – это сложные кормовые смеси, которые в легкоусвояемой форме содержат все необходимые вещества, включая жиры, белки, углеводы, минеральные вещества, витамины. Некоторые их виды дополнительно обогащают пробиотической микрофлорой и факторами ее роста. По составу ЗЦМ близки к цельному молоку. Существует три основных группы ЗЦМ: сухие заменители, пастообразные и жидкие.

Сырьем для производства ЗЦМ является белковая, жировая основа и биологически активные вещества (БАВ). В качестве белковой основы используют обезжиренное молоко, пахту или сыворотку. Жировая основа – это гидрогенизированный растительный и животный жир с температурой плавления близкой к молочному жиру. Рекомендуется использовать смесь говяжьего и свиного сала с небольшим количеством растительного масла. Для обеспечения стабильности жировой эмульсии применяют эмульгаторы, в частности, фосфатиды. В качестве антиокислителей жировой эмульсии используют токоферол, бутил-окситолуол, которые способствуют сохранению жиров от порчи. Для повышения биологической ценности ЗЦМ в рецептуры включают витамины, микроэлементы и витаминно-минеральные премиксы. Для обеспечения профилактических свойств в кормовые продукты вносят биологически активные добавки или антибиотики.

Сухие ЗЦМ на 80% состоят из сухих веществ обезжиренного молока, на 15% – из гидрогенизированных растительных и животных жиров и на 5% – из фосфатидных концентратов. Для производства ЗЦМ используется обезжиренное молоко с плотностью не менее 1027 кг/м^3 и кислотностью не более 21 °Т, а сыворотка кислотностью не более 20 °Т. Фосфатидные концентрации получают путем сушки гидрофильного осадка, полученного при промывке растительного масла водой.

Технологический процесс производства сухих ЗЦМ состоит из следующих операций.

Приемка и оценка качества сырья.

Хранение сырья.

Составление молочной смеси.

Пастеризация молочной смеси при температуре 85–90 °С в течение 15 с.

Сгущение молочной смеси до концентрации сухих веществ 40–43%.

Подготовка жировых компонентов и плавление их при температуре 45–50 °С.

Составление по рецептуре смеси ЗЦМ.

Гомогенизация смеси при температуре 55 °С и давлении 10–15 МПа.

Сушка гомогенизированной смеси. Ее проводят в распылительных сушилках при следующих режимах: в прямоточных – температура греющего воздуха 170–190 °С, а на выходе температура воздуха – около 70–95 °С; в сушилках со смешанной подачей воздуха – температура греющего воздуха составляет 150–160 °С, а на выходе – 65–70 °С.

Фасовка, упаковка, хранение в мешках из многослойной бумаги с полиэтиленовой прокладкой. Срок хранения ЗЦМ – до 6 месяцев.

Жидкие и пастообразные ЗЦМ. Сырьем для производства жидких и пастообразных ЗЦМ, так же, как и для сухих, является вторичное молочное сырье, растительный и животный жир, витаминно-минеральные добавки. Для повышения биологической ценности жидкие ЗЦМ ферментируют или изготавливают на основе ферментированной сыворотки.

Технологический процесс производства жидких ЗЦМ состоит из следующих операций.

Приемка и оценка качества сырья.

Составление молочной смеси в соответствии с рецептурой.

Пастеризация молочной смеси при температуре 95–99 °С с выдержкой 15 с.

Подготовка и внесение жировых компонентов при температуре 55–60 °С.

Составление смеси ЗЦМ.

Фильтрация приготовленной смеси.

Гомогенизация смеси при температуре 55–60 °С и давлении 8–10 МПа.

Охлаждение, фасовка, упаковка и хранение ЗЦМ при температуре 4–8 °С в течение 20 сут.

Заменители обезжиренного молока. В ассортимент сухих заменителей обезжиренного молока входят «Провилакт», сухие молочные продукты (СМП), которые вырабатывают на основе смеси обезжиренного молока и подсырной сыворотки; сухой молочный продукт «Белакт» на основе обезжиренного молока и подсырной сыворотки в двух модификациях. «Белакт-1» имеет соотношение сухих веществ обезжиренного молока и сыворотки 30/70, а «Белакт-2» – 50/50.

Технологическая схема производства кормового продукта «Провилакт» состоит из следующих основных операций:

Приемка и подготовка сырья в соответствии с рецептурой.

Сгущение до массовой доли сухих веществ 15%.

Пастеризация сгущенной смеси при 90 °С.

Охлаждение до 26 °С.

Внесение в сгущенную смесь дрожжей и ферментация, которую проводят в ферментаторе .

Гомогенизация при температуре 60 °С и давлении 16 МПа.

Охлаждение смеси.

Кристаллизация лактозы в смеси при температуре 10–12 °С в течение 10–12 ч.

Сушка на распылительной установке при температуре воздуха 185 °С на входе и 85–90 °С – на выходе.

Охлаждение, фасовка, упаковка, хранение.

Молоко ацидофильное кормовое – кормовой пробиотический продукт для выпаивания молодняка крупного рогатого скота, свиней и птицы. Его вырабатывают из пастеризованного обезжиренного молока путем сквашивания закваской, приготовленной на чистых культурах ацидофильной палочки.

Регенерированное молоко – это многокомпонентный ЗЦМ. Его используют для выпаивания молодняка сельскохозяйственных животных. Регенерированное молоко производят двумя способами: способом сухого смешивания компонентов и способом высушивания компонентов, подготовленных в соответствии с рецептурой. Обезжиренную молочную основу по рецептуре смешивают с витаминными и минеральными премиксами. Премикс – это сложная смесь эмульгирующих веществ, витаминов, антибиотиков, минеральных солей и наполнителей. Для обеспечения стабильности жировой эмульсии регенерированного молока используют эмульгирующий премикс, состоящий из витаминов А, D, Е; фосфатидных концентратов, свиного жира и добавки бутилокситолуола.

Наиболее часто для производства регенерированного молока используют витаминно-минеральный премикс, состоящий из витаминов B_1, B_2, К, С, B_{12}, B_3, РР, а также двууглекислого натрия и фосфата кальция, и минеральный премикс, состоящий из молочного сахара-сырца, углекислого цинка, кобальта, марганца и магния, а также сернокислого железа и иодида калия.

В состав регенерированного молока входит сухое обезжиренное молоко; мука соевая; гидролизаты мясные и рыбные; животные жиры; фосфатидный концентрат и крахмал.

Технологическая схема регенерированного молока способом сухого смешения компонентов состоит из следующих операций.

Приемка и подготовка жиров по рецептуре.

Приготовление смеси сухих компонентов в соответствии с рецептурой.

Подготовка жидких и сухих премиксов.

Составление смеси сухих компонентов по рецептуре регенерированного молока.

Упаковка, маркировка и хранение.

Приемка и подготовка молочного сырья, жиров и сухих компонентов в соответствии с рецептурой.

Твердый жир в производстве регенерированного молока расплавляют при температуре 50–60 °С и хранят не более 6–7 дней. Для предупреждения окислительной порчи вносят антиокислители. Фосфатидный концентрат расплавляют при температуре 50 °С и направляют на промежуточное резервирование, которое не должно превышать 3 сут.

Технологическая схема регенерированного молока способом высушивания компонентов имеет следующие особенности.

Пастеризация молочного сырья температуре 85–90 °С без выдержки и сгущение в вакуум-аппарате при температуре 50–80 °С до содержания в смеси сухих веществ 42–45%.

Фильтрование сгущенной смеси и промежуточное резервирование.

Приготовление эмульсионного, витаминного и минерального премикса и внесение его в сгущенную смесь.

Составление молочно-жировой смеси и подогрев ее до температуры 70 °С.

Гомогенизация молочно-жировой смеси при температуре 70 °С и давлении 10–12 МПа.

Сушка на распылительных установках. Температура греющего воздуха на входе в сушильную башню 180–185 °С, на выходе – 85–90 °С.

Охлаждение сухого регенерированного молока до 20 °С.

Промышленное хранение.

Смешивание и перемешивание.

Фасовка, упаковка и хранение.

7.3. Технология продуктов из молочной сыворотки

В соответствии с научной концепцией акад. РАСХН А.Г. Храмцова, выделяют технологию переработки молочной сыворотки на основе полного использования ее составных частей, технологию на основе использования ее отдельных компонентов и технологию на основе биологической обработки сыворотки.

На основе полного использования компонентов молочной сыворотки производят: напитки неферментированные и ферментированные (сквашенные) из неосветленной и осветленной сыворотки; десерты (мороженое, желе, пудинги и муссы); сухие и сгущенные концентраты.

Использование отдельных компонентов молочной сыворотки дает возможность технологам молочной промышленности вырабатывать продукты на основе сывороточных белков (молоко альбуминное, альбуминно-казеиновые концентраты, белковые сывороточные концентраты); продукты на основе молочного жира и казеиновой пыли (подсырные сливки, масло); продукты на основе молочного сахара.

Технологические приемы с использованием биологической обработки молочной сыворотки позволяют вырабатывать две большие группы продуктов. К первой группе относятся продукты, полученные на основе брожения лактозы (пивоподобные и виноподобные напитки); органические кислоты (молочная, уксусная и пропионовая); ко второй – кормовые концентраты и добавки для силосования кормов и для кормления сельскохозяйственных животных; препараты витаминов.

Технология продуктов на основе полного использования компонентов молочной сыворотки рассмотрена в других разделах учебника. Более подробно в данной главе рассмотрим технологию продуктов из сыворотки на основе второго и третьего направления.

Продукты на основе белков молочной сыворотки

Наиболее распространенными способами выделения сывороточных белков из молочной сыворотки является баромембранная и тепловая денатурация. Сывороточные белки с помощью баромембранных методов (ультрафильтрации, нанофильтрации и обратного осмоса) можно получать по определенным фракциям и молекулярным весам. Сывороточные белки, выделенные баромембранными методами, сохраняют свои нативные свойства, в том числе ферментативные и биологически активные, так как процесс проводится при температуре 45–55 °С и не вызывает их тепловой денатурации. Однако данные способы обработки не нашли повсеместного применения из-за их дороговизны и сложного аппаратурного оформления и обслуживания. Наиболее широко используется тепловая денатурация сывороточных белков при значениях pH, близких к их изоэлектрической точке. В производстве этот метод называют отвариванием. В результате такой обработки практически все сывороточные белки (90–95%), находящиеся в сыворотке, денатурируют и выпадают в осадок, который выделяют центрифугированием. Общая технологическая схема получения сывороточных белков тепловой денатурацией в аппаратурном оформлении показана на рис. 7.2.

Сыворотка из накопительного резервуара *1* насосами подается в теплообменник *2*, где нагревается до 45–50 °С, и далее поступает в инжектор *3*, где в нее впрыскивается острый пар, она нагревается до 90–95 °С, и при этой температуре выдерживается в течение 3–4 мин в емкостном выдерживателе *4*. На этой стадии в сыворотку для регулировки pH вводится кислота из резервуара *5*. В качестве кислоты разрешается использовать кислоты органического и неорганического происхождения, разрешенные для применения в молочной промышленности. Белки денатурируют и осаждаются. Их вместе с водной фазой охлаждают до 40–45 °С и направляют в специальный сепаратор *6* для выделения белков из сыворотки или в сепаратор-очиститель с автоматической выгрузкой осадка. Получают концентрат с массовой долей сухих веществ 12–15%, в том числе сывороточных белков 8–10%, который через теплообменник направляют в емкость для промежуточного резервирования *7*.

Из концентрата сывороточных белков выпускают широкий ассортимент продуктов: молоко альбуминное; творог альбуминный «Надуги» и «Обогащенный»; сырки альбуминные; пасту альбуминную; крем «Днепропетровский»; сырную массу «Кавказ»; ацидофилин альбуминный и т. п. За рубежом из концентрата сывороточных белков вырабатывают также пасты десертного и закусочного назначения.

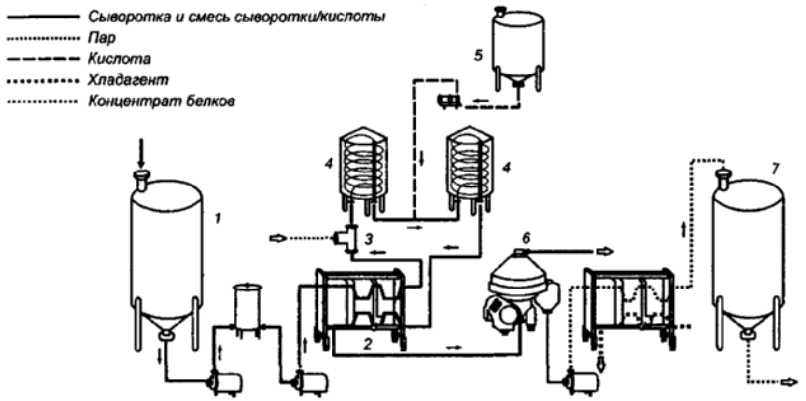


Рис. 7.2. Технологическая схема получения белкового концентра в аппаратурном оформлении:

1 – резервуар для сыворотки; 2 – пластинчатый теплообменник; 3 – паровой инжектор; 4 – трубчатые выдерживатели; 5 – резервуар для кислоты; 6 – сепаратор для выделения белка; 7 – резервуар для белкового концентрата

Молочный сахар

Молочный сахар (лактоза) – уникальный углевод животного происхождения, который выполняет в организме человека энергетические, структурно-пластические и другие важные физиологические функции. Поэтому потребителями лактозы как продукта являются фармакопейная, медицинская, микробиологическая, биохимическая и пищевая промышленность. В соответствии с потребностями промышленности производят десять видов и сортов молочного сахара по отраслевому стандарту «Молочный сахар». Для медицинских целей производят фармакопейный и рафинированный молочный сахар; для пищевых продуктов – пищевой молочный сахар; для технических целей, а также ферментации и рафинации – сахар-сырец (по стандарту Международной молочной федера-

ции (ММФ) он называется технической лактозой). В качестве промышленного полуфабриката производят кристаллизат молочного сахара.

Общая технологическая схема производства молочного сахара различных кондиций представлена на рис. 7.3. Производство молочного сахара в аппаратурном оформлении представлено на рис. 7.4.

Молочный сахар-сырец выпускается нескольких видов в зависимости от содержания лактозы, воды и азотистых соединений: улучшенный, высшего и первого сорта. Средний состав молочного сахара-сырца, %: массовая доля воды – 2,0–3,0; золы – 1,5–3,0; азотистых соединений – 1,0–3,0; лактозы – 95,5 (сахар-сырец улучшенный) и 93,1 (высшего сорта) и 90,0% (сахар-сырец первого сорта).

Технологический процесс производства молочного сахара-сырца заключается в следующем.

Приемка и оценка качества сырья.

Промежуточное резервирование сырья при 10 °С. В этом случае проводят предварительную пастеризацию.

Очистка от молочного жира и казеиновой пыли на сепараторах, в частности используют саморазгружающийся сепаратор марки А1-ОХС. В результате сепарирования из сыворотки выделяют казеиновую пыль в виде белковой массы с влажностью 80–85% и подсырные сливки. Белковая масса может использоваться в производстве плавленого сыра, творожных изделий и других белковых продуктов, а сливки – в производстве масла.

Тепловая обработка очищенной сыворотки проводится с целью для выделения сывороточных белков. Используется тепловой метод коагуляции, при котором сыворотку нагревают до 90–95 °С. Если в качестве сырья для получения лактозы используется подсырная сыворотка, то ее подкисляют до 30–35 °Т, а если творожная или казеиновая сыворотка – ее раскисляют щелочью до 10–15 °Т.

Для отделения белковых веществ можно использовать *фильтрование*, но в основном применяется *центрифугирование*. Используются сепараторы Ж5-ОТС. В результате получают осветленную сыворотку и белковую массу из сывороточных белков (альбуминное молоко) с массовой долей сухих веществ 6–10%. Осветленная сыворотка направляется дальше по технологическому процессу, а альбуминное молоко используется в производстве белковых молочных продуктов.

Сгущение очищенной и осветленной сыворотки проводят до концентрации сухих веществ 60–65% в вакуум-выпарных установках при температуре 50–65 °С для предупреждения карамелизации молочного сахара. Окончание процесса сгущения определяют по плотности сыворотки, которая должна составлять 1300 кг/м^3 при температуре 60–65 °С. Для предупреждения сильного пенообразования в процессе сгущения используют пеногасители.

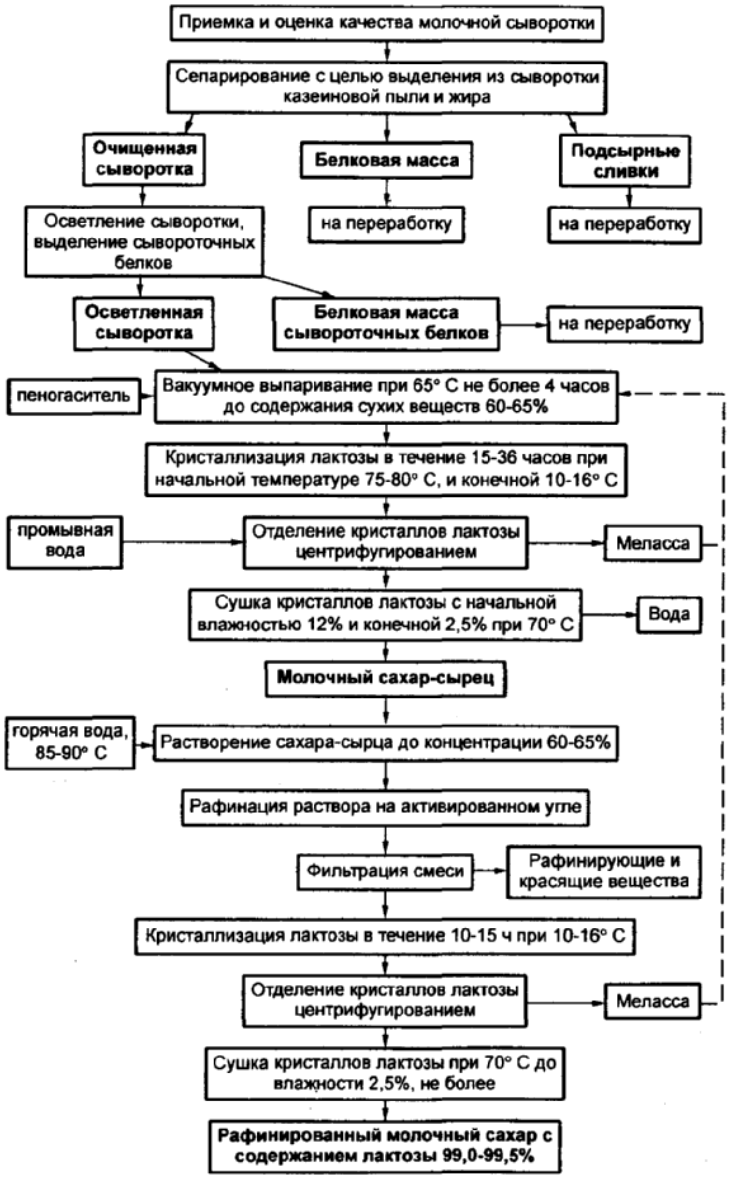


Рис.7.3. Общая технологическая схема производства молочного сахара

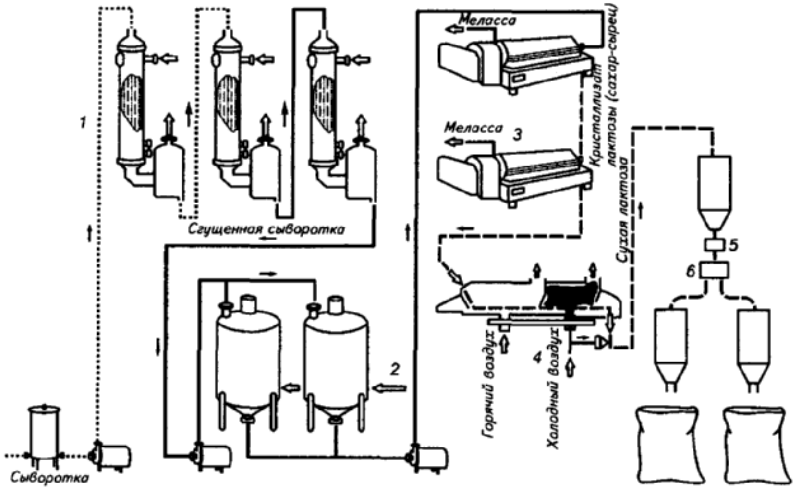


Рис.7.4. Технологическая схема производства лактозы в аппаратурном оформлении:

1 – вакуум-выпарной аппарат; 2 – резервуары для кристаллизации лактозы; 3 – центрифуги для отделения кристаллов лактозы от мелассы; 4 – сушилка в псевдоожиженном слое; 5 – мельница; 6 – расфасовочно-упаковочное устройство

Кристаллизация лактозы проводится в кристаллизационно-охладительных установках при длительном или ускоренном режимах. При длительном режиме начальная температура 90 °С, а в конце процесса – 10 °С. Продолжительность длительной кристаллизации составляет около 35 ч. Каждые 30 мин сыворотку перемешивают.

При ускоренной кристаллизации продолжительность процесса составляет около 15 ч, и охлаждение проводят от начальной температуры 70 °С, до конечной – 10 °С, со скоростью охлаждения 5,5 °С в час.

Отделение кристаллов от мелассы (межкристалловой жидкости) осуществляют центрифугированием или фильтрованием.

Кристаллизованный молочный сахар должен иметь влажность 8–12%.

Сушка кристаллов проводится в сушилках барабанного типа либо в псевдоожиженном слое. Температура греющего воздуха на входе в сушилку – 130–140 °С, на выходе 65–75 °С. Молочный сахар охлаждают в пневмотранспорте и отправляют на фасовку и упаковку.

Хранят в мешках бумажных с полиэтиленовыми вкладышами в течение 12 мес.

Пищевой молочный сахар Состав молочного сахара: лактоза – 95,7%; влага – 1,8%; зола – 1,5%; азотистые соединения – 0,16%.

Особенности технологии пищевого молочного сахара состоят в дополнительной операции – рафинировании, которую проводят при 70–80 °С в течение 30 мин при постоянном перемешивании. Для удаления примесей применяют осветляющий активированный уголь и гидросульфат натрия.

Рафинированный молочный сахар. Состав: лактоза – 98,6%, влага – 1,0%, зола – 0,3%. В качестве сырья используют молочный сахар-сырец высшего сорта. Дополнительные операции технологического процесса: растворение сырца в горячей воде температурой около 90 °С; очистка и фильтрация для выделения активированного угля и красящих веществ, размол сухого порошка молочного сахара.

Продукты на основе биологической обработки сыворотки

К инновационным продуктам на основе биологической обработки молочной сыворотки можно отнести продукты, полученные в результате биотехнологической обработки лактозы, в частности, глюкозо-галактозные сиропы ферментативного и кислотного гидролиза, а также бифидогенные продукты на основе лактулозы.

Лактоза представляет собой дисахарид, состоящий из моносахаридов глюкозы и галактозы. Лактозу можно расщепить до моносахаридов с помощью кислотного или ферментного гидролиза. Для обеспечения кислотного гидролиза сыворотку нагревают до 100 °С и пропускают через катионообменную смолу в водородной форме. Степень гидролиза регулируется уровнем pH, температурой и продолжительностью гидролиза. В процессе кислотного гидролиза продукт приобретает коричневый цвет. Поэтому его рекомендуется обрабатывать активированным углем. Для ферментативного гидролиза используют фермент β-галактозидазу (лактазу), которая может непосредственно вноситься в сыворотку или закрепляться на носителе, через который пропускается сыворотка (иммобилизированный фермент). В первом случае дорогостоящий фермент используется один раз, но его необходимо в продукте инактивировать, для чего его подвергают тепловой обработке или воздействию pH. Во втором случае благодаря иммобилизации фермента возможно его многократное использование, но тогда требуются специальные носители для фермента, которые обеспечивали бы необходимые условия ферментативного гидролиза, были бы эффективны при эксплуатации и доступны для санитарной обработки. На рис. 7.5 показана технологическая схема в аппаратурном оформлении процесса ферментативного гидролиза лактозы в сыворотке.

После гидролиза сыворотки водный раствор глюкозы и галактозы сгущают и получают глюкозо-галактозный сироп, который слаще лактозы и его могут потреблять люди, страдающие непереносимостью лактозы или различными формами лактазной недостаточности.

Глюкозо-галактозный сироп – это прозрачная, вязкая жидкость желтого цвета с карамельным привкусом, по внешнему виду напоминающая свежесобранный мед.

Технология производства глюкозо-галактозного сиропа на основе кислотного гидролиза состоит из следующих операций.

Подсырную сыворотку очищают от белков на ультрафильтрационной установке. Концентрат белков (ретентат) используют в производстве белковых продуктов, а полученный фильтрат (пермеат) подсырной сыворотки направляется на подсгущение в обратноосмотическую установку или в вакуум-аппарат.

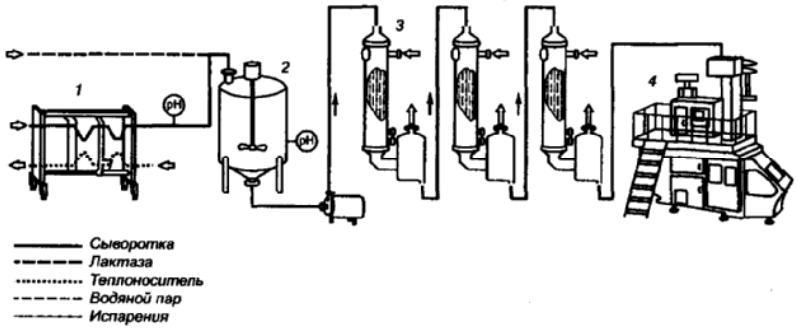


Рис. 7.5. Технологическая схема производства глюкозо-галактозного сиропа ферментативным гидролизом в аппаратурном оформлении:

1 – пластинчатый теплообменник; 2 – ферментер емкостного типа; 3 – вакуум-выпарной аппарат; 4 – расфасовочно-упаковочный аппарат

В подсгущенный фильтрат добавляют HCl до pH 4,6, нагревают до 95 °С и выдерживают при этой температуре 15–20 мин. Далее смесь направляют на сепарирование, в результате чего получают чистый раствор лактозы. После добавления очередной порции соляной кислоты доводят pH среды до 0,5–1,5 ед., нагревают до 95–99 °С и в течение 4 ч проводят кислотный гидролиз. Для удаления солей, придающих специфический соленый сывороточный вкус, гидролизат направляют на деминерализацию, которую можно проводить с помощью электродиализа или ионообмена. Принципиальная аппаратурная схема ионообменной установки для деминерализации представлена на рис. 7.6.

После обессоливания проводят сгущение гидролизата до концентрации сухих веществ 60%. Рафинирование сгущенного гидролизата проводят активированным углем при температуре 70–75 °С с выдержкой

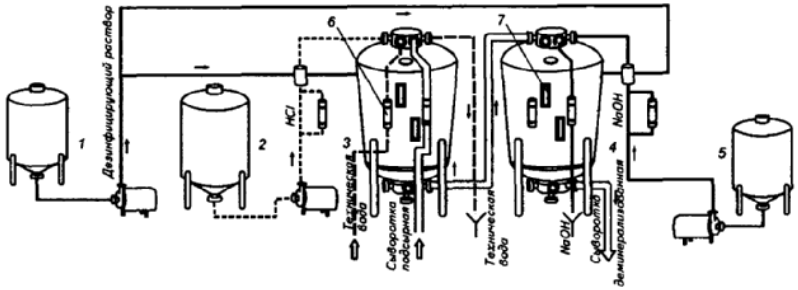


Рис. 7.6. Ионообменная установка для деминерализации подсырной сыворотки:

1 – резервуар для дезинфицирующего раствора; 2 – резервуар для соляной кислоты; 3 – катионообменная колонка; 4 – анионообменная колонка; 5 – резервуар для гидроксида натрия; 6 – расходомер; 7 – смотровое стекло

10–15 мин. Далее сироп фильтруют и фасуют. Срок хранения готового продукта не должен превышать 30 сут. при температуре до 20 °С.

Продукты на основе лактулозы

Лактулоза – это производная лактозы, представляющая собой дисахарид, состоящий из галактозы и глюкозы. Лактулоза в природе встречается в основном в женском молоке и является мощным фактором роста бифидо- и лактобактерий. В результате метаболизма лактулозы в желудочно-кишечном тракте снижается образование аммиака и уменьшается его всасывание в кровь. Установлено, что лактулоза участвует в повышении иммунитета. Поэтому лактулозу и продукты на ее основе рекомендуют для детского, геродиетического и лечебного питания. За последние годы разработан и выпускается отечественной промышленностью следующий ассортимент продуктов на основе лактулозы: сироп лакто-лактулозы; лактулоза пищевая; концентрат лактулозы; концентрат лактулозы «Лактулак» и «Лактусан»; углеводный модуль «Алкософт»; продукт «Биталакт», а также ряд продуктов комового назначения. Ассортимент этих продуктов расширяется и, по мнению разработчиков, они относятся к продуктам XXI века.

Сироп лакто-лактулозы используют при производстве продуктов детского питания, для гуманизации молока сельскохозяйственных животных. Сироп лакто-лактулозы – жидкость с небольшим осадком, растворимым при нагревании. Цвет – от светло- до темно-коричневого.

Вырабатывается из раствора молочного сахара-сырца путем рафинирования, частичной изомеризации лактозы в лактулозу и концентрирования изомера.

Технология сиропа лакто-лактулозы состоит из следующих операций.

Приготовление раствора. Растворяют сахар-сырец при температуре 70 °С и получают раствор с концентрацией лактозы 15%. Раствор рафинируют, очищая его от балластных веществ. Для рафинирования применяют активированный уголь, а процесс ведут при 70 °С в течение 20–30 мин при постоянном перемешивание. Раствор фильтруют для удаления активированного угля и красящих веществ. Далее проводят изомеризацию, она включает три процесса.

Известкование раствора лактозы. В раствор лактозы вносят раствор щелочи натрия (NaOH) или кальция ($Ca(OH)_2$). Доводят pH среды до 10 ед.

Термостатирование. Нагревают и выдерживают раствор лактозы и щелочи при температуре 70 °С в течение 15–20 мин.

Нейтрализация. Доведение pH среды до нейтрального состояния: для этого в раствор добавляют лимонную кислоту до pH 6,5–6,8 ед.

Затем проводят фильтрацию раствора, сгущение на вакуум-выпарной установке при 70 °С, охлаждение и кристаллизацию углеводов. Кристаллизацию проводят при непрерывном перемешивании и охлаждении до 5–10 °С со скоростью 2–3 °С в час. При температуре 5–10 °С сироп выдерживают 1–2 ч и подают на центрифугирование для отделения кристаллов лактозы от сиропа лакто-лактолузы. Сироп направляют на фасовку, а кристаллы лактозы – на повторное использование в производстве сиропа лакто-лактулозы. Фасуют сироп во фляги, хранят в течение 3 мес. при 10–15 °С. Готовый продукт содержит 50% сухих веществ, в том числе 32% лактулозы.

Лактулоза пищевая вырабатывается из молочного сахара-сырца не ниже высшего сорта или из рафинированной и пищевой лактозы и содержит 50% сухих веществ, в том числе 35% лактулозы.

Концентрат лактулозы вырабатывают с концентрацией сухих веществ 55% по следующей технологической схеме: Приготовление раствора лактозы и очистка его от взвешенного осадка; изомеризация лактозы в лактулозу, электродиализная обработка раствора лактулозы; рафинирование; ионообменная обработка на ионообменных смолах; фильтрация; сгущение вакуум-выпариванием; кристаллизация и отделение кристаллов лактозы; досгущение; вторичная кристаллизация лактозы и отделение кристаллов; пастеризация концентрата лактулозы; расфасовка, упаковка и хранение.

Используют концентрат лактулозы в качестве бифидогенной добавки в молочные продукты для питания детей раннего возраста, начиная с первых дней жизни, и в продукты лечебно-профилактического назначения.

Концентрат лактулозы «Лактулак» с концентрацией сухих веществ 50% вырабатывают в зависимости от исходного сырья трех видов. «Лактулак-1» вырабатывают из молочного сахара-сырца, «Лактулак-2» – из молочного сахара-сырца или мелассы рафинированного молочного сахара, «Лактулак-3» – из рафинированного молочного сахара. Продукт используется в детском, лечебном, лечебно-профилактическом питании и при производстве фармацевтических средств.

Углеводный модуль «Алкософт» выпускается в форме сиропа с концентрацией сухих веществ 55% и используется в качестве добавки к безалкогольным, слабоалкогольным и алкогольным напиткам для частичного или полного снижения их токсичности и улучшения органолептических показателей.

Концентрат лактулозы «Лактусан» выпускается в форме сиропа с концентрацией сухих веществ 55%. Его используют как фактор роста бифидобактерий в производстве пробиотиков и в качестве лечебно-профилактического средства при дисбактериозе у детей и взрослых людей.

7.4. Технология получения биологически активных белков молока

В современных условиях жизни и деятельности человека, сопровождаемых резким снижением физической нагрузки и развитием так называемых гипокинетических состояний, характеризующихся нарушениями жирового, углеводного и холестеринового обменов, а также прогрессирующим нарастанием массы тела, особое значение в питании человека приобретают биологически активные компоненты. Вторичное сырье молочной промышленности является полноценным источником биологически ценных компонентов молока, поэтому биологическая ценность питания может быть повышена за счет систематического повседневного потребления продуктов переработки вторичного молочного сырья. Интерес к биологически активным веществам повысился в связи с доказательством их участия в обменных процесса организма и гомеостаза организма человека в целом. По последним научным данным, они участвуют в деятельности нервной системы. В связи с этим во всех странах мира усилилось изучение и изыскание источников биологически активных веществ, в том числе молочного происхождения. Такие работы проводятся в Московском государственном университете прикладной биотехнологии под руководством акад. РАСХН И.А. Рогова совместно с Институтом биохимии им. А.Н. Баха РАН под руководством проф. Г.С. Комоловой. В частности, разработаны эффективные и простые способы определения и выделения из молочного сырья сывороточных белков, обладающих биологической активностью в нанограммовых и микрограммовых количествах: ангиогенина – фактора роста

кровеносных сосудов и иммуномодулятора; панкреатической РНКазы, лактопероксидазы, лактоферрина, пептидов и др. Получены концентраты этих белков, обогащенные лизоцимом. Медико-биологическими и клиническими исследованиями показана возможность их использования в детском, лечебном и лечебно-профилактическом питании, в производстве новых лекарственных форм и косметических средств.

Шведская молочная компания (SMR) использует в промышленных масштабах технологию получения лактопероксидазы и лактоферрина из подсырной сыворотки на основе баромембранных методов и ионообменной хроматографии. Принципиальная технологическая схема получения лактопероксидазы и лактоферрина представлена на рис. 7.7.

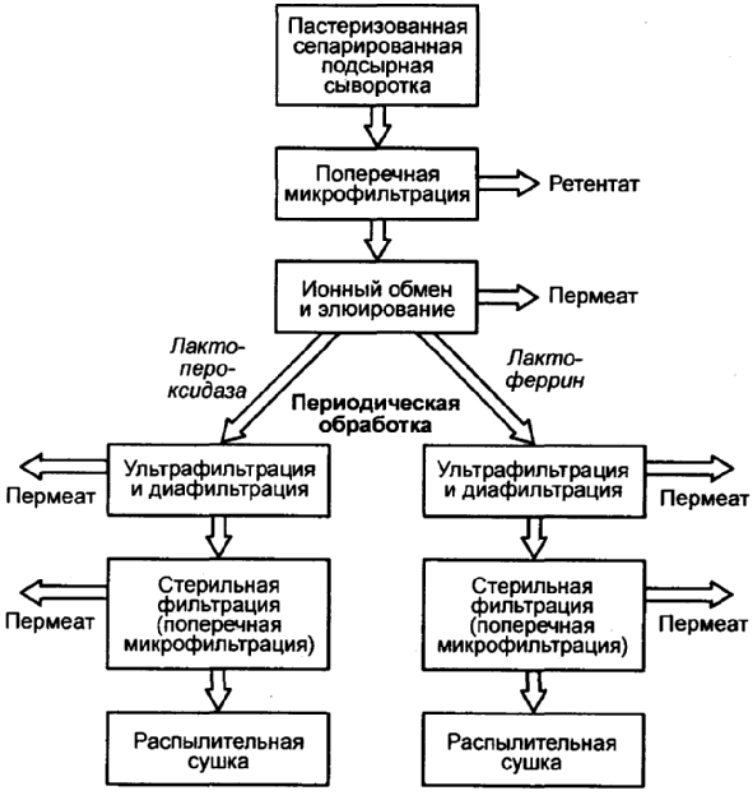


Рис. 7.7. Блок схема получения биологически активных белков молока (лактопероксидазы и лактоферрина)

В результате такой обработки подсырной сыворотки достигается 500-кратная концентрация этих уникальных белков, а готовые сухие порошки в своем составе содержат около 95% чистого белка, который используется в медицинских, косметических целях и при производстве продуктов лечебного питания.

Контрольные вопросы

1. Что называется вторичным молочным сырьем? Дайте характеристику различных видов вторичного молочного сырья.
2. Какие основные направления использования вторичного молочного сырья существуют в отечественной и зарубежной практике?
3. Приведите ассортимент и опишите особенности производства продуктов питания из вторичного молочного сырья.
4. Дайте характеристику и опишите особенности производства продуктов из обезжиренного молока, пахты и сыворотки.
5. Перечислите особенности использования вторичного сырья в кормовых целях.
6. Дайте характеристику ассортимента и приведите особенности технологии молочно-белковых концентратов.
7. Дайте характеристику ассортимента и приведите особенности производства продуктов на основе молочного сахара.
8. Каковы особенности производства молочного сахара?
9. Дайте характеристику ассортимента и приведите особенности производства продуктов на основе лактулозы.

Практическая работа

Определение энергетической и биологической ценности вторичного молочного сырья

Содержание работы

Ознакомиться с понятием энергетической и биологической ценности обезжиренного молока, пахты, сыворотки и ультрафильтратов молочного сырья и определить их энергетическую и биологическую ценность.

Порядок выполнения работы

Получить у преподавателя индивидуальное задание по определению пищевой и/или биологической ценности какого-либо конкретного вида белково-углеводного сырья.

По справочным литературным данным занесите показатели состава конкретного вида белково-углеводного сырья в табл. 1.

По формуле (1) и данным табл. 1 проведите расчет энергетической ценности белково-углеводного сырья:

$$Э = 37{,}7X_1 + 16{,}7X_2 + 15{,}7X_3, \qquad (1)$$

где Э – энергетическая ценность белково-углеводного сырья, кДж/кг; X_1 – массовая доля жира в белково-углеводном сырье, г/кг; X_2 – массовая доля белка в

белково-углеводном сырье, г/кг; X_3 – массовая доля углеводов в белково-углеводном сырье, г/кг.

Таблица 1

Название белково-углеводного сырья	Массовая доля, %			Энергетическая ценность, кДж/кг
	жира	белка	углеводов	

Определить биологическую ценность конкретного вида белково-углеводного сырья методом сравнения его аминокислотного состава с идеальным белком по аминокислотной шкале «идеального белка» ФАО/ВОЗ, представленной в табл. 2 и по расчету аминокислотного скора (A), найденного по формуле (2).

Для этого по справочным литературным данным занесите содержание незаменимых аминокислот для конкретного вида белково-углеводного сырья в табл. 2 и рассчитайте по данным табл. 2 и формуле (2) аминокислотный скор для каждой незаменимой кислоты.

$$A = (X_1 / X_2)\,100, \qquad (2)$$

где A – аминокислотный скор, %; X_1 – содержание незаменимой аминокислоты в конкретном белково-углеводном сырье, мг на 1 г белка; X_2 – содержание незаменимой аминокислоты по шкале «идеального» белка», мг на 1 г белка.

Таблица 2. Содержание аминокислот в «идеальном белке» и в белке изучаемого образца белково-углеводного сырья

Название незаменимой аминокислоты	Содержание незаменимой аминокислоты, мг на 1 г белка		Аминокислотный скор, %
	X_2	X_1	
Валин	50,0		
Изолейцин	40,0		
Лейцин	70,0		
Лизин	55,0		
Метионин	22,0		
Треонин	40,0		
Фенилаланин	28,0		
Триптофан	10,0		

По рассчитанному аминокислотному скору определить аминокислоту, лимитирующую биологическую ценность изучаемого образца. Лимитирующая аминокислота имеет наименьший скор. Если аминокислота имеет аминокислотный скор, равный 100%, биологическая ценность соответствует «идеальному» белку, если меньше 100% – не соответствует.

Оформление работы

Опишите последовательность выполнения работы. Заполните таблицы. По полученным данным сформулируйте вывод.

Лабораторная работа

Изучение выделения и фракционирования белков молока методом высаливания

Содержание работы

Ознакомиться с методами выделения альбуминов и глобулинов из вторичного молочного сырья на основе повышения ионной силы раствора введением сульфата аммония, в результате которого происходит солевое осаждение белковых молекул – высаливание.

Оборудование, приборы и материалы

Магнитная мешалка, весы лабораторные, водяная баня, лабораторная посуда, стеклянные пробирки на 10 мл, воронка стеклянная, стеклянная палочка, колбы на 100 и 250 мл, фильтры бумажные, сульфат аммония кристаллический, образцы вторичного молочного сырья, дистиллированная вода.

Методы исследований

В работе используется качественный метод определения белка в водном растворе, основанный на тепловой денатурации белка.

Порядок выполнения работы

1. Получают на каждую группу образцы вторичного молочного сырья и подготавливают их к исследованию. Если используют молочную сыворотку, то ее обезжиривают, а если обезжиренное молоко, то из него выделяют любым доступным способом казеин.
2. Отмеряют 100 мл подготовленной сыворотки и переливают ее в колбу на 250 мл.
3. В колбу при непрерывном перемешивании стеклянной палочкой или магнитной мешалкой небольшими порциями вносят 50 г сульфата аммония. Наблюдают осаждение (высаливание) глобулинов.
4. Пипеткой отбирают из колбы 10 мл жидкости и фильтруют ее через бумажный фильтр. На фильтре остаются глобулины.
5. Полученный фильтрат в количестве 3–5 мл отобрать пипеткой в стеклянную пробирку и на 1–2 мин поместить на водяную баню при температуре 90 °С.

6. Осторожно извлечь пробирку из водяной бани специальным держателем или салфеткой и визуально по мутности раствора определить в нем наличие белка. Если фильтрат исследуемого раствора помутнел, следовательно, он содержит белок глобулин, а если не помутнел – не содержит. В случае наличия в фильтрате белка, продолжают процесс высаливания (п. 7).
7. В колбу с исследуемым образцом при непрерывном перемешивании стеклянной палочкой или магнитной мешалкой небольшими порциями продолжают вносить сульфат аммония до полного насыщения раствора.
8. После полного насыщения исследуемого раствора, которое определяют по тепловой денатурации белка, содержимое колбы отфильтровывают на стеклянной воронке с бумажным фильтром и в фильтрате определяют наличие белка по его тепловой денатурации (см. пп. 5–6).
9. Полученный на воронке осадок после полного высаливания – осажденные альбумины.
10. Полученные результаты заносят в табл. 1 и сравнивают их с данными табл. 2.

Таблица 1. Результаты эксперимента

№ пп	Название образца	Наличие мутности в растворе после тепловой пробы

Таблица 2. Зависимость растворимости сывороточных белков от вида растворителя

Вид растворителя	Сывороточные белки молока	
	альбумины	глобулины
Дистиллированная вода	растворимы	нерастворимы
Полунасыщенный раствор сульфата аммония	растворимы	нерастворимы
Насыщенный раствор сульфата аммония	нерастворимы	нерастворимы

Оформление работы

Описать методики проведения анализов, заполнить таблицу 1, проанализировать полученные данные и сформулировать вывод о проделанной работе.

Приложение

1. Норма расхода подсырной сыворотки на 1 т молочного сахара

Норма расхода сыворотки рассчитывается по формуле

$$P = \frac{Л_н}{C \cdot (1 - 0{,}01 \cdot П)},$$

где P – нормативный расход сыворотки на 1 т продукта, т; $Л_н$ – норматив массовой доли лактозы в продукте, %; C – массовая доля лактозы в сыворотке, %; $П$ – технологические потери лактозы, % от количества лактозы в переработанной сыворотке.

2. Состав и технологические потери производства различных видов молочного сахара

Продукт	Массовая доля лактозы в продукте, %	Технологические потери лактозы, % к количеству лактозы в исходном сырье
Кристаллизат молочного сахара	46,0	29,2
Сахар-сырец I сорта	88,3	58,4
Сахар-сырец высшего сорта	93,0	59,2
Сахар пищевой	96,0	66,0
Сахар рафинированный обычный	99,5	75,7
Сахар фармокопейный	99,8	79,0
Сыворотка подсырная	3,5–5,5	–

3. Расход подсырной сыворотки на 1 т молочного сахара

Массовая доля лактозы	Сахар-сырец I сорта	Сахар-сырец высшего сорта	Сахар пищевой	Сахар рафинированный	Сахар фармокопейный
3,5	60,6	65,1	80,7	117,0	135,8
4,0	53,1	57,0	70,6	102,4	135,8
4,5	47,2	50,6	62,7	91,0	118,8
5,0	42,4	45,6	56,5	81,9	95,0
5,5	38,4	41,4	51,3	74,4	86,4

4. Нормы расхода сырья на 1 т сухой и сгущенной сыворотки с учетом предельно допустимых потерь

Сыворотка с массовой долей сухих веществ, %	Расход сыворотки, т	
	подсырной	творожной
сгущенная		
60	11,1	13,2
40	7,1	8,5
сухая	16,5	18,0

Глава 8. Технология продуктов функционального питания на молочной основе

Впервые понятие «продукты функционального питания» было введено в Японии, где в 1989 г. был принят закон об их производстве, в котором было отмечено, что продукты функционального питания – это не лекарства, а пищевые продукты природного происхождения, входящие в повседневный рацион и оказывающие определенное влияние на физическое и психическое состояние организма. В 2005 г. в РФ утвержден ГОСТ Р 52349 «Продукты пищевые функциональные. Термины и определения» с датой введения 01.07.2006 г. Согласно этому ГОСТу функциональные продукты – это продукты, предназначенные для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, снижающие риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющие и улучшающие здоровье за счет наличия в их составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов, в качестве которых могут использоваться вещества или комплексы веществ животного, растительного и микробиологического происхождения или идентичные натуральным, а также живые микроорганизмы, входящие в состав функционального пищевого продукта, обладающие способностью оказывать благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении в количествах, составляющих от 10 до 50% суточной физиологической потребности.

Современный рынок продуктов функционального питания на 65% состоит из молочных продуктов. Все остальные группы пищевых продуктов в совокупности составляют только 35%.

Обобщенный анализ рынка продуктов функционального питания на молочной основе позволяет их разделить на три основные группы.

1 группа. Молочные продукты, обладающие пробиотическими и/или пребиотическими свойствами. К ним могут быть отнесены традиционные (классические) кисломолочные продукты; кисломолочные продукты, обогащенные бифидобактериями; молочные продукты с пребиотиками (факторами роста пробиотиков); молочные продукты, обогащенные синбиотиками (сочетание пробиотика с пребиотиком).

2 группа. Биологически активные добавки к пище, включающие БАД-нутрицевтики, БАД-пробиотики, БАД-парафармацевтики.

3 группа. Группа продуктов, объединяющая продукты лечебного и лечебно-профилактического питания; детского и геродиетического питания; продукты для питания участников образовательного процесса (школьники, студенты и т. п.); продукты для людей, занимающихся спортом и фитнесом; молочные и молокосодержащие продукты со сбалансированным составом по основным нутриентам для детерминированных групп потребителей.

В общем объеме продуктов функционального питания на молочной основе продукты, объединенные в первую группу, составляют около 80%, а во вторую и третью, соответственно, 8 и 12%. Молоко и молочные продукты традиционно входят в рацион потребителей категории повышенного риска: дети, беременные и кормящие женщины, больные и престарелые люди, и т. п. Поэтому широкомасштабному рекламированию и производству продуктов функционального питания должны предшествовать системные научные исследования, включая клинические, для научно обоснованного доказательства положительного лечебного или лечебно-профилактического эффекта.

Лечебные продукты на молочной основе условно разделены по назначению (патологиям), возрастным категориям. По способу введения они подразделяются на продукты для перорального, энетерального и парентерального питания. По виду продукты делятся на сухие и жидкие, в отдельную группу выделены жидкие продукты с пробиотическими свойствами.

8.1. Сухие продукты

Энпиты – продукты, предназначенные для энтерального питания. Представляют собой сухие молочные питательные смеси с повышенным или пониженным содержанием основных пищевых ингредиентов (табл. 8.1). Выпускают следующие виды: «Белковый энпит», «Обезжиренный энпит», «Калорийный энпит», «Противоанемический энпит», «Сухой ацидофильный энпит», «Оволакт».

Белковый энпит рекомендуется для обогащения белковой части рациона и может употребляться как напиток в качестве самостоятельно-

го блюда. В сухом или жидком виде энпит добавляют в рецептуру различных блюд.

8.1. Рецептура сухих молочных смесей «Энпит»

Компонент, кг	Белковый	Обезжиренный	Калорийный	Противоанемический
Сухая молочная основа	160,0	–	497,74	92,5
Казецит обычный	160,0	130,0	–	92,5
Сухое обезжиренное мол.	160,0	345,0	–	–
Сахарная пудра	17,75	22,75	–	–
Глюкоза	–	–	–	205,28
Кровь сухая	–	–	–	102,5
Крахмал кукурузный	–	–	–	7,0
Витамины, г				
B_1	4,5	4,5	4,0	4,1
B_2	7,25	7,25	6,0	7,75
B_6	4,5	4,5	4,0	4,5
C	205,0	205,0	200,0	174,5
PP	42,5	42,5	40,0	36,0
Глицерофосфат железа	2	2	2	2

Калорийный энпит применяют с целью повышения энергетической ценности рациона и обогащения полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК). Его употребляют самостоятельно в виде напитка или добавляют к различным блюдам.

Обезжиренный энпит назначают с целью уменьшения содержания жира в рационе при сохранении нормального или несколько повышенного уровня белка.

Обезжиренный энпит можно употреблять вместо молока как основной продукт питания, а также включать в состав различных блюд во время их приготовления.

Противоанемический энпит рекомендуется детям и взрослым, страдающим анемией различного генеза. Во избежание нарушений стула и появления рвоты противоанемический энпит рекомендуется вводить в рацион небольшими дозами, начиная с 10 мл, постепенно увеличивая объем до 50 мл. Продолжительность использования противоанемического энпита зависит от нормализации гематологических показателей и составляет в среднем 15–30 дней.

Энпит ацидофильный – продукт с выраженными пробиотическими свойствами. Показаниями к применению служат дисбактериозы у детей и взрослых, при желудочно-кишечных расстройствах, гипотрофии, истощении в до- и послеоперационном периодах, а также после перенесенных острых заболеваний.

Производство энпитов осуществляется по типовой технологической схеме (рис. 8.1). Последовательность технологических операций следующая: выработка сухой молочной основы; производство сухого обычного казецита; приемка и подготовка сухих компонентов; дозирование и смешивание компонентов; упаковывание, маркирование и хранение.

Сухую молочную основу вырабатывают из цельного молока. Для этого молоко подогревают до 35–40 °С, очищают на сепараторе-молокоочистителе, нормализуют посредством добавления сливок, обезжиренного молока или пахты (не более 20%), подвергают тепловой обработке при 105–115 °С и сгущают в вакуум-выпарной установке до массовой доли сухих веществ 40–45%. Из вакуумного аппарата сгущенную смесь подают в баки-смесители.

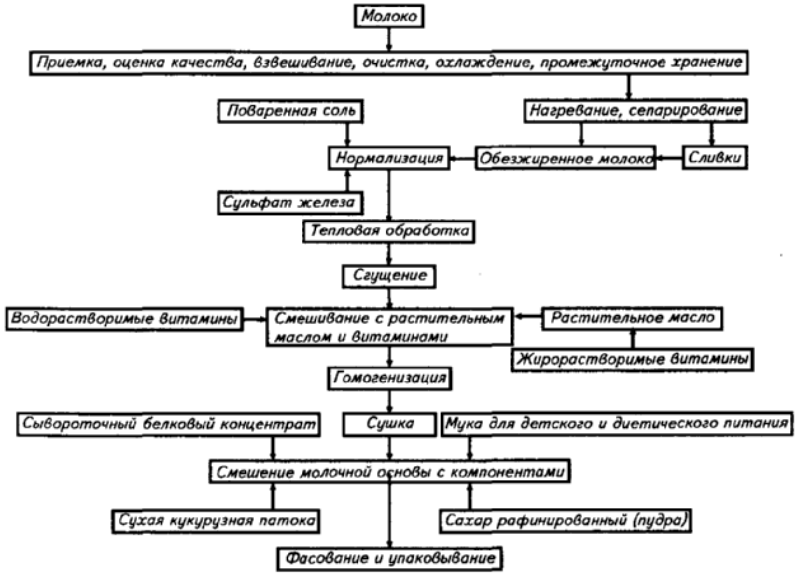


Рис. 8.1. Технологическая схема производства сухих молочных смесей «Энпит»

В сгущенное нормализованное молоко вносят растительные масла (кукурузное или 50% кукурузного и 50% подсолнечного) и витамины А, D, Е. Все компоненты смеси подогревают до 45–50 °С, тщательно перемешивают и гомогенизируют при давлении 4–6 МПа на 1-й ступени и 2–4 МПа на 2-й. Сушат продукт при следующих режимах: температура воздуха, поступающего из калорифера в сушильную башню (175±2) °С, температура воздуха при выходе из сушильной башни (90±2) °С. После

выхода из сушильной башни сухой продукт проходит через инстантайзер и с температурой 20 °С подается по пневмотранспортеру в бункер промежуточного хранения.

Технология получения обычного казецита заключается в следующем: приемка и подготовка сырья; приготовление закваски; осаждение казеина; тепловая обработка казеина; промывка; обезвоживание и измельчение; растворение цитратами калия и натрия и гидрокарбонатом натрия; подготовка 20% раствора казецита к сушке (активная кислотность раствора казецита должна быть 6,6–7,0); сушка 20% раствора казецита при температуре воздуха, поступающего в башню, 160–180 °С и температуре выходящего воздуха 75–80 °С.

Подготовленные сухую молочную основу, сухой казецит и другие компоненты дозируют в смеситель сухого смешивания. Массы вносимых компонентов, необходимых для приготовления 500 кг сухих молочных смесей «Энпит», приведены в табл. 8.1.

Внесение компонентов в смеситель проводят в определенной последовательности: сухая молочная основа, сухое обезжиренное молоко, казецит, сахарная пудра, концентрат водорастворимых витаминов и глицерофосфат железа.

Смесь компонентов перемешивают в смесителе не менее 7 мин. Полученные молочные смеси «Энпит» направляют в бункеры для промежуточного хранения.

Фасуют энпиты в атмосфере азота в пачки массой нетто 250 и 500 г (калорийный и противоанемический), 200 и 400 г (обезжиренный и белковый). Сухие молочные смеси хранят при 1–10 °С и относительной влажности воздуха не более 75% в течение 6 мес. со дня выработки, в том числе на предприятии-изготовителе – не более 1 месяца.

Сухой ацидофильный энпит вырабатывают путем смешивания сухой ацидофильной молочной основы с растворимым пищевым копреципитатом, сухим обезжиренным молоком, сахарной пудрой, глицерофосфатом железа и витаминами B_1, B_2, B_6, С и РР.

Технология сухого ацидофильного энпита включает следующие операции: выработку сухой ацидофильной молочной основы, приемку и подготовку сухих компонентов, дозирование и смешивание. Дозирование компонентов производится согласно рецептуре, приведенной в табл. 8.2.

Фасуют продукт в пачки массой нетто 250 и 500 г в атмосфере азота, хранят при 1–10 °С и относительной влажности воздуха не более 75% в течение 4 мес. со дня выработки, в том числе на предприятии-изготовителе – не более 20 сут.

Продукты для энтерального питания «Оволакт», «Гепэнцефамин», «НефросТЭН», «ЭнергопласТЭН» – сухие сбалансированные

продукты для энтерального питания через зонд или в качестве напитка для больных с патологией печени, почек, онкологических больных, ожоговых больных и др.

8.2. Рецептура сухой ацидофильной молочной основы

Компонент смеси	Масса, кг
Сухая ацидофильная молочная основа, кг	250
Копреципитат растворимый, кг	125
Сухое обезжиренное молоко, кг	100
Сахарная пудра, кг	25
Витамины, г	
B_1	4,5
B_2	7,25
B_6	4,5
С	205,0
РР	42,5
Глицерофосфат железа, кг	2,0

Продукты вырабатываются из высококачественного молочного белка, яичного порошка, кукурузной патоки с добавлением витаминов, микро- и макроэлементов, ароматических и вкусовых веществ и обогащены свободными аминокислотами.

Сухие адаптированные ацидофильные смеси «Росток» и «Росток-1» – продукты для смешанного или искусственного вскармливания здоровых детей с первого дня жизни до 3-месячного возраста, а также ослабленных, получавших антибиотики и больных детей первого года жизни с аллергическими заболеваниями (экссудативный диатез) и с заболеваниями желудочно-кишечного тракта (дисфункции кишечника).

В состав продукта «Росток» входит, %, не более: влаги – 4; белка – 26; углеводов – 52. Число жизнеспособных клеток ацидофильной палочки в 1 г сухого продукта не менее $1 \cdot 10^7$.

«Росток-1» – адаптированная ацидофильная смесь, обогащенная лизоцимом, массовая доля которого в сухом продукте составляет 0,77%.

Продукты вырабатываются из высококачественного коровьего молока, сквашенного чистыми культурами ацидофильных бактерий с добавлением сливок, кукурузного масла, молочного сахара, солодового экстракта, крахмала, витаминов и минеральных солей. Белковая часть продукта содержит казеин и сывороточные белки в соотношении 50:50.

Типовая технологическая схема производства сухих кисломолочных продуктов представлена на рис. 8.2.

Последовательность технологических операций: приемка, подготовка сырья и компонентов; нормализация; стерилизация; сгущение;

гомогенизация; внесение закваски; сушка; упаковывание, маркирование и хранение. Упаковывание продукта производится в среде азота в картонные пачки с внутренним пакетом из многослойной пленки целлофан-фольга-полиэтилен, массой нетто 400 г.

Сухие адаптированные молочные продукты лечебно-профилактического назначения «Тонус» выпускаются двух видов: «Тонус» – сухой молочный продукт, обогащенный бактериальным концентратом ацидофильной палочки; «Тонус-1» – сухой молочный продукт, обогащенный комбинированным бактериальным концентратом ацидофильной палочки и бифидобактерий.

Продукты предназначены для смешанного и искусственного вскармливания детей от рождения до одного года, а также детей со склонностью к дисфункции кишечника и аллергическим заболеваниям. Продукты «Тонус» хорошо переносятся детьми, имеют отчетливый клинический эффект и обладают выраженным влиянием на процессы восстановления уровня колифлоры и состояние местного иммунитета.

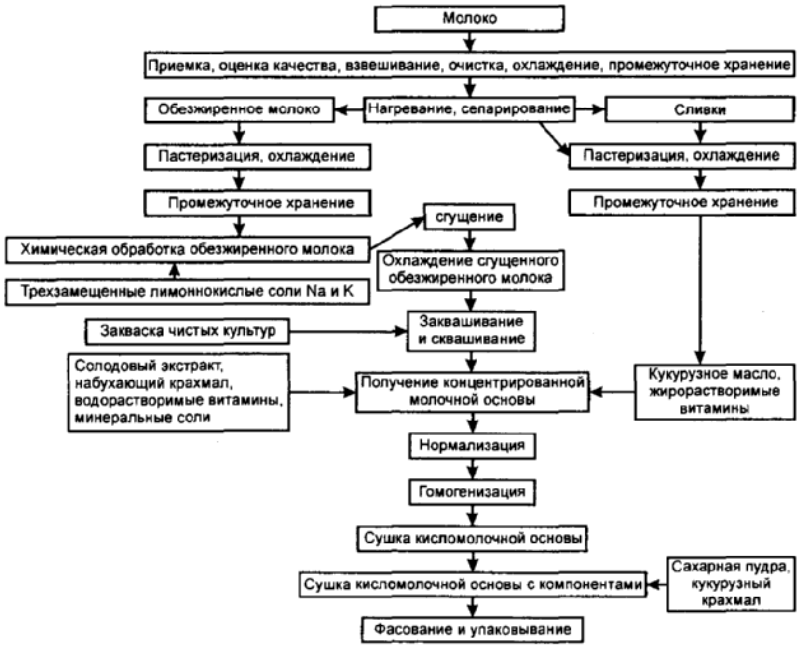


Рис. 8.2. Технологическая схема производства сухих кисломолочных продуктов

Состав продукта в зависимости от вида, массовая доля, %: влаги – не более 3; жира – не менее 26; белка – не более – 13; таурина – 0,45. Количество жизнеспособных клеток ацидофильной палочки и бифидобактерий – $1 \cdot 10^7$ в 1 г сухого продукта.

Продукты вырабатываются из высококачественного коровьего молока, сливок, КСБ, молочного сахара, кукурузного масла, кукурузной патоки, жиро- и водорастворимых витаминов, β-каротина, таурина, бактериального концентрата бифидобактерий и ацидофильных палочек с применением лимоннокислых солей.

Последовательность технологических операций: приемка, подготовка сырья и компонентов; нормализация; стерилизация; сгущение; гомогенизация; сушка; смешивание полученной молочной основы с сухими бактериальными концентратами; упаковывание, маркирование и хранение. Продукты хранятся при температуре от 0 до 10 °С не более 6 мес. со дня выработки.

Продукт сухой молочный, обогащенный бифидогенными факторами, «Бифилак» предназначен для питания детей с 6-месячного возраста, а также для лечебно-профилактического питания взрослых с целью повышения эффективности лечения органов пищеварения и восстановления полезной микрофлоры кишечника.

Состав продукта, массовая доля, %: жира – 25; белка – 12,5; углеводов – 55,5; минеральных веществ – 3,5; влаги – 3,5. Продукт представляет собой мелкий порошок, полученный из смеси обезжиренного молока, сливок или топленого масла, концентрата сывороточных белков, низкоосахаренной или кукурузной патоки, лактулозы, сахара, кукурузного и соевого масла, сухого яичного желтка, лизоцима, молочного сахара, витаминов А, Е, С, РР, B_1, B_2.

Последовательность технологических операций: приемка, подготовка сырья и компонентов; сепарирование молока; приготовление белково-углеводной смеси; приготовление и гомогенизация молочно-жировой эмульсии; приготовление и пастеризация нормализованной смеси; сгущение; сушка; упаковывание, маркирование и хранение.

Продукт сухой молочный, низкожирный рекомендуется для питания детей старше года и взрослых при лечении и профилактики анемии, дисфункции кишечника и ожирении различного генеза. Предназначен для непосредственного потребления, а также для приготовления из него кисломолочных продуктов и блюд на молочной основе. Продукт может использоваться в качестве компонента при производстве сухих продуктов для энтерального питания различных категорий больных детей и взрослых. Имеет чистый, свойственный свежему молочному продукту вкус, без посторонних привкусов и запахов и белый с кремовым оттенком цвет. Состав продукта, массовая доля, %: жира – 1,5; влаги – 4; бел-

ка – 34. Массовая доля железа зависит от упаковки, в потребительской таре она составляет 100 млн$^{-1}$; в транспортной – 175 млн$^{-1}$.

Продукт вырабатывается из обезжиренного молока, препарата железа и калия лимоннокислого.

Последовательность технологических операций: приемка цельного молока; охлаждение; сепарирование; пастеризация; внесение препарата сернокислого железа и лимоннокислого калия; температурная обработка и сгущение; сушка; охлаждение; упаковывание в картонные пачки массой нетто 250 и 500 г, металлические банки массой нетто 500 г, комбинированные банки массой нетто 250 г и бумажные мешки массой нетто от 20 до 30 кг, маркирование и хранение.

Сухие молочные низколактозные смеси – это продукты, изготовленные на молочной основе с пониженным содержанием лактозы, обеспечивающие минимальное поступление с пищей лактозы и галактозы. Углеводы в этих смесях представлены сахарозой, декстрин-мальтозой и крахмалом.

Показаниями для назначения низколактозных смесей служат следующие клинические формы ферментной недостаточности:

1. Лактазная недостаточность (врожденная или приобретенная):

- гиполактазия – частичное снижение активности фермента лактазы;
- алактазия – полное отсутствие активности фермента лактазы.

2. Галактоземия – наследственная патология обмена галактозы в результате врожденного дефекта фермента галактозо-1-фосфат-уридилтрансферазы.

Низколактозные молочные смеси выпускают следующих видов: смесь молочная низколактозная с солодовым экстрактом (для детей с момента рождения и до 2 мес.), смеси молочные низколактозные с гречневой или рисовой мукой или толокном (для детей с 2 мес. до 1 года). Химический состав низколактозной молочной основы для различных видов низколактозных молочных смесей представлен в табл. 8.3.

8.3. Рецептура сухих низколактозных основ

Массовая доля, %	Сухая низколактозная основа		
	низколактозное молоко	с солодовым экстрактом	с мукой или толокном
Жира	38,9	38,8	41
в том числе:			
растительного	9,5	9,6	10,1
молочного или кокосового	29,4	29,2	30,9
Казеита	39,1	25	25,5
Солодового экстракта	–	15,7	–
Сахара	19,5	18	31
Влаги	2,5	2,5	2,5

Сухие низколактозные смеси вырабатывают по типовой технологической схеме (рис. 8.3), соблюдая определенную последовательность операций: приемка сырья и компонентов; выработка сухой низколактозной основы; получение молочного жира (топленого коровьего масла); приготовление 20% раствора казеита; приготовление сахарного сиропа; приготовление смеси растительного масла с жирорастворимыми витаминами; приготовление концентрированной молочной низколактозной смеси; гомогенизация, сушка продуктов и охлаждение порошка; подготовка компонентов; смешивание, фасование, упаковывание и хранение продукта.

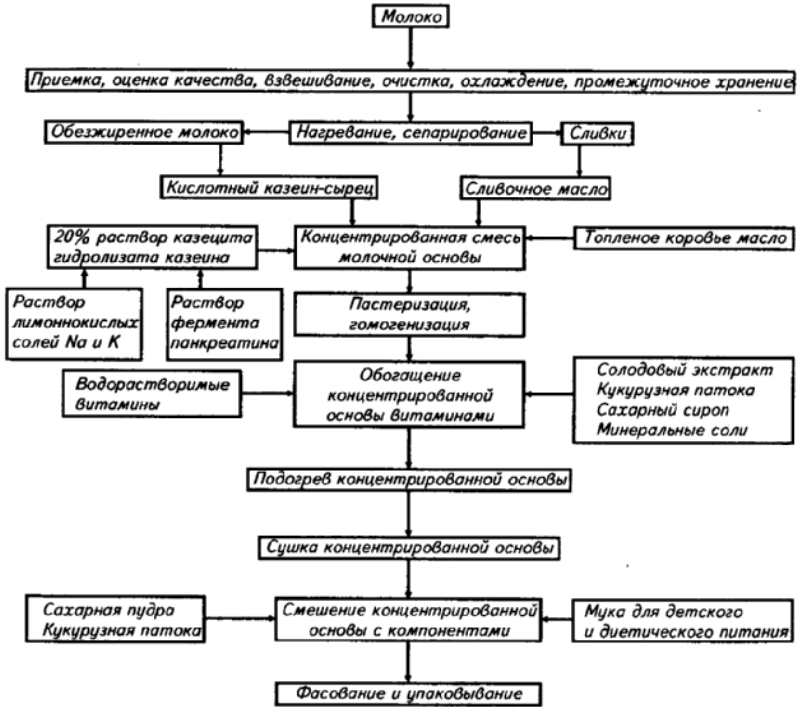


Рис. 8.3. Технологическая схема производства сухой низколактозной смеси

Процесс выработки сухой низколактозной основы начинается с приготовления 20%-ного раствора казеита. Технология его получения состоит из следующих операций: пастеризация обезжиренного молока при температуре [74–76)±2] °С с выдержкой 18–20 с и охлаждение до

температуры заквашивания: 30–32 °С зимой и 28–30 °С летом. Закваску мезофильных бактерий вносят в количестве 1–5% в зависимости от желаемой продолжительности сквашивания (8–12 ч). Готовность сгустка определяют по кислотности, которая должна быть 80–90 °Т. Готовый сгусток разрезают, перемешивают и подогревают до температуры не ниже 60 °С. Затем казеин направляют в резервуар, в который также подают воду для его промывки. Более полное удаление лактозы достигается двух- или трехкратной промывкой казеина. После промывки казеин обезвоживают до массовой доли влаги 60–62% на специальной установке. Обезвоженный сгусток подают на коллоидную мельницу и измельчают, в результате чего он приобретает равномерную сметанообразную консистенцию. Затем сгусток направляют в емкость для растворения, куда подаются также растворы цитратов натрия и калия, гидрокарбоната натрия. Для особой категории больных применяют дополнительно цитрат магния. Для лучшего растворения смесь нагревают до70–75 °С и выдерживают при этой температуре 25–50 мин при постоянном перемешивании.

Активная кислотность раствора казеина должна быть 6,6–7,0 ед. Если pH казецита ниже 6,6, то его регулирование осуществляют, постепенно добавляя гидрокарбонат натрия. В том случае, когда pH выше 7,0, постепенно добавляют измельченный казеин-сырец. Подготовленный 20%-ный раствор обычного казецита фильтруют и направляют в резервуар для промежуточного хранения. Резервирование раствора казецита при 70–75 ° С не должно продолжаться более 1 ч, в противном случае раствор следует охлаждать до 5–10 °С (продолжительность хранения не более 24 ч).

Концентрированную молочную смесь готовят следующим образом: получают белково-жировую основу, состоящую из белка (казецита), жировых компонентов (молочного жира и кукурузного масла), жирорастворимых витаминов A, D, E. Для этого в резервуар сначала вносят молочный жир (топленое масло) и кукурузное масло с жирорастворимыми витаминами, а затем молочный белок (20%-й раствор казецита) и перемешивают 10–15 мин до получения однородной смеси в виде эмульсии. В полученную эмульсию перед гомогенизацией вводят 40%-ный сахарный сироп и солодовый экстракт и вновь перемешивают 15–20 мин до получения однородной смеси. Температуру смеси следует поддерживать на уровне 60 °С.

Из резервуара концентрированную молочную смесь, подогретую до 60–65 °С, подают на двухступенчатый гомогенизатор. Смесь гомогенизируют при давлении 6–8 МПа и сушат при следующих режимах: температура воздуха, поступающего из калорифера в сушильную башню – 155–175 °С, температура воздуха при выходе из сушильной башни –

70–80 °С. Полученную сухую низколактозную молочную основу после прохождения инстантайзера и охлажденную до температуры не выше 20 °С подают в бункер для промежуточного резервирования.

Для приготовления низколактозной молочной смеси с солодовым экстрактом компоненты вносят по рецептуре из расчета: низколактозная молочная основа – 77%, сахарная пудра – 23%, витамины, мг%: B_1 – 0,09; B_2 – 0,26; B_6 – 0,167; PP – 2,1; C – 35,0; глицерофосфат железа – 36,0 мг%.

После взвешивания все компоненты подают в смеситель для сухого смешивания в следующем порядке: сухая низколактозная молочная основа с солодовым экстрактом; сахарная пудра; смесь витаминов и глицерофосфата железа.

Перемешивание в смесителе продолжается не менее 5 мин, после чего низколактозную смесь направляют на фасование и упаковывание. Низколактозную смесь с солодовым экстрактом хранят при 1–10 °С и относительной влажности воздуха не выше 75% в течение 6 мес. со дня выработки, в том числе на заводах-изготовителях – не более 30 сут.

Технология низколактозных смесей с мучными добавками и низколактозного молока аналогична вышеизложенной.

Сухая молочная низколактозная смесь «Малютка» для питания детей с первых дней жизни до 1 года, страдающих лактазной недостаточностью или галактоземией. Продукт употребляется в виде жидкой смеси в качестве заменителя женского молока, а также для приготовления различных блюд.

Состав продукта (массовая доля, %): жира – 28,0; белка – 16,4; лактозы – 0,4; влаги – 4,0; сахарозы – 36,9. Низколактозная «Малютка» вырабатывается из обезжиренного молока чистых культур молочнокислых лактококов, сливочного или топленого масла, растительного масла, сахара, сухой кукурузной патоки витаминов: A, E, D_2, C, PP, B_1, B_2, B_6, лимоннокислой соли натрия и калия, железа сернокислого, кислоты лимонной и натрия двууглекислого.

Последовательность технологических операций: приемка и подготовка сырья; очистка, сепарирование; заквашивание и сквашивание обезжиренного молока, обработка сгустка лимоннокислыми солями, смешивание с топленым и растительным маслом, раствором сахарного сиропа и кукурузной патоки; гомогенизация; пастеризация; сушка; смешивание с сахарной пудрой и витаминами; упаковывание, маркирование и хранение.

Сухой продукт «Фиталакт» является заменителем женского молока и предназначен для вскармливания детей грудного возраста, страдающих непереносимостью (аллергией) к коровьему молоку.

«Фиталакт» представляет собой мелкий порошок, вырабатываемый путем сушки на распылительных сушильных установках смеси водного

раствора изолята соевого белка, топленого, кокосового, кукурузного или подсолнечного масла, сухой низкоосахаренной крахмальной патоки, сахара, минеральных солей и витаминов A, E, D_2, C, PP, B_1, B_2, B_3, B_6, B_{12}.

Состав продукта, массовая доля, %: влаги – 4,0; жира – 27,0; белка – 15,0; углеводов – 50,3; золы – 3,7.

Последовательность технологических операций: приемка и подготовка сырья и компонентов; приготовление смеси; нормализация смеси; сгущение смеси; сушка; охлаждение и промежуточное хранение; упаковывание, маркирование и хранение.

Сухой молочный продукт «Кобомил». Продукт вырабатывают из пастеризованного кобыльего молока, подсолнечного или кукурузного масла, витаминов, препарата железа, микроэлементов. Его применяют при вскармливании детей от рождения до 3 мес., страдающих аллергией к коровьему молоку.

Технология сухого молочного продукта «Кобомил» включает следующие операции: приемку и подготовку сырья и компонентов, пастеризацию молока, приготовление молочно-жировой смеси, гомогенизацию, сублимационную сушку, фасование, упаковывание и хранение.

Для выработки продукта используют парное или охлажденное до 2–6 °С сразу же после выдаивания кобылье молоко (допускается продолжительность хранения при этих температурах не более 5 ч). Перед приготовлением молочно-жировой смеси молоко пастеризуют при (76±2) °С с выдержкой 15–20 с. В пастеризованное молоко вносят подсолнечное или кукурузное масло, жирорастворимые витамины в масле (A, D, E) и раствор водорастворимых витаминов (PP, B_1, B_2, B_6, C), раствор сульфатов меди, цинка и железа в количествах, предусмотренных рецептурой. После перемешивания смесь гомогенизируют при 50–60° С на двухступенчатом гомогенизаторе при давлении на 1-й ступени 22 МПа и на 2-й – 10 МПа. После гомогенизации смесь разливают в стерильные противни (толщина слоя 10–12 мм). Сначала противни со смесью помещают в скороморозильный шкаф и замораживают при минус (28±2) °С, а затем – в камеру сублимационной установки. Сушку проводят при 38–40 °С и давлении 60–75 Па в течение 15 ч. Высушенный продукт выгружают в герметические емкости, заполняют их газообразным азотом (до 99% его содержания) и хранят в этих условиях до фасования. Фасуют продукт в металлические банки № 9 со съемной или сплошной крышкой (масса нетто 250 г). Готовый продукт хранят при температуре 1–10 °С и относительной влажности воздуха не выше 75% не более 4 мес. со дня выработки, в том числе на предприятии-изготовителе не более 1 мес.

Сухой молочный продукт «Инпитан» предназначен для энтерального (зондового) питания детей и взрослых с хирургическими, неврологическими, онкологическими и другими заболеваниями.

Состав сухого молочного продукта «Инпитан» следующий (массовая доля, %): влаги – не более 4,0; белка – не менее – 13,0; жира – не менее 15,0.

Сухой молочный продукт «Инпитан» вырабатывается из сухой основы (гидролизат казеина, кукурузное или подсолнечное масло, кукурузная или декстрин-мальтозная патока, минеральные соли, витамины), высушенной на распылительных сушильных установках, затем смешивается с остальной частью сухой кукурузной или декстрин-мальтозной патоки. Расчетная масса вносимых компонентов для приготовления 100 кг сухого молочного продукта «Инпитан»: сухая молочная основа – 400 кг; сухая кукурузная (декстрин-мальтозная патока) – 600 кг.

Технологический процесс включает следующие операции: приемка и подготовка молока (охлаждение, хранение); подогрев; очистка; сепарирование цельного молока; пастеризация, охлаждение и промежуточное хранение обезжиренного молока; получение пищевого гидролизата казеина с массовой долей сухих веществ 20%; приемка, подготовка сырья и компонентов; приготовление концентрированной смеси; сушка, охлаждение и промежуточное хранение молочной основы; дозирование и смешивание компонентов; упаковывание, маркирование и хранение продукта. Режимы технологических операций те же, что и при производстве сухих энпитов (см. выше). Упаковывают «Инпитан» в пачки массой 450 г в среде азота. Хранят при температуре 1–10 °С и относительной влажности воздуха 75% в течение 12 мес. со дня выработки, в том числе на заводе-изготовителе – не более 1 мес.

Сухой молочный продукт «Унипит ДЦ» предназначен для энтерального питания детей и взрослых с хирургическими заболеваниями, ожоговой болезнью, синдромом мальабсорбции (целиакия, лактазная недостаточность).

Состав продукта, массовая доля, %: жира – 12,0; белка – 40; влаги – 3,0. «Унипит ДЦ» вырабатывается из молочно-белкового концентрата, получаемого ультрафильтрацией и диафильтрацией обезжиренного молока или белка сухого пищевого молочного, сливок, кукурузного масла, сахара, кукурузного крахмала и патоки, минеральных веществ (калия и натрия лимоннокислых, магния хлористого и железа сернокислого), витаминов A, E, D_2, C, PP, B_1, B_2, B_6.

Последовательность технологических операций: приемка и подготовка сырья; ультрафильтрация и диафильтрация обезжиренного молока; приготовление молочно-жировой смеси; гомогенизация смеси; подготовка углеводных компонентов; приготовление белково-углеводно-витаминно-минеральной смеси; приготовление нормализованной смеси; сушка; охлаждение; упаковывание, маркирование и хранение.

Сухие биологически активные добавки

Сухие биологически активные добавки (БАД) вырабатывают из химически обработанного обезжиренного молока путем его сгущения на вакуум-аппаратах, с последующей стерилизацией или пастеризацией и внесением в него биологически активных белков (лизоцим, лактоглобулин) и (или) биомассы полезной микрофлоры (бифидабактерий, лактобактериий) и сушкой на распылительных или сублимационных сушилках. БАД используются для обогащения готовых к употреблению молочных продуктов детского и лечебного питания при искусственном и смешанном питании детей раннего возраста, а также взрослых – по показаниям. БАД употребляются в питании детей первых месяцев жизни, находящихся на искусственном и смешанном вскармливании, для восполнения дефицита алиментарного лизоцима и повышения защитных сил организма. Добавки высокоэффективны в питании недоношенных, больных и ослабленных детей, при нарушениях микробиоценоза кишечника и иммунного статуса, в неблагоприятной эпидемиологической ситуации по кишечным и респираторным инфекциям.

Сухие биологически активные добавки выпускаются следующих видов:

- *Сухая биологически активная добавка с лизоцимом (БАД-1Л)* к питанию детей первого года жизни и старше для профилактики и лечения дисбактериоза кишечника, при повышенной восприимчивости к инфекционно-воспалительным заболеваниям. В состав БАД-1Л входит сухое коровье молоко и лизоцим (10 мг на 1 г добавки).
- *Сухая биологически активная добавка с бифидобактерями (БАД-1Б)* к питанию детей первого года жизни и старше для профилактики и лечения дисбактериоза кишечника. В состав БАД-1Б входит сухое обезжиренное коровье молоко и биомасса бифидобактерий (не менее $1 \cdot 10^7$ клеток в 1 г добавки).
- *Сухая биологически активная добавка с бифидобактериями и лизоцимом (БАД-2)* к питанию детей первого года жизни и старше для обогащения питания глубоко недоношенных и ослабленных детей, больных, страдающих септическими и другими инфекционно-воспалительными заболеваниями на фоне снижения иммунитета, независимо от вида вскармливания, для лечения дисбактериоза кишечника. В состав БАД-2 входит сухое обезжиренное коровье молоко, лизоцим (10 мг на 1 г добавки) и биомасса бифидобактерий (не менее $1 \cdot 10^7$ клеток в 1 г добавки).
- *Сухая биологически активная добавка с лактоглобулином противоколипротейным (БАД-ИГ)* к питанию детей первого года жизни и старше для детей с дисфункциями кишечника, а также в случае неблагоприятной эпидемиологической ситуации в отношении острой респираторно-вирусной инфекции. В состав БАД-ИГ входит сухое обезжиренное молоко и не более 5,0% лактоглобулина.
- *Сухая биологически активная добавка с полезной микрофлорой (Ацилол)* к питанию детей с первого года жизни и старше для профилактики и лечения дисбактериозов кишечника при длительном применении антибиотиков. В состав ацилола входит биомасса из смеси живых антагонистически активных штаммов ацидофильных лактобацилл и инактивированных прогреванием кефирных грибков, содержащих специфический водорастворимый полисахарид, подвергнутая лиофильной сушке.
- *Сухая биологически активная добавка с полезной микрофлорой (Биобактон)* к питанию детей первого года жизни и старше для профилактики и лечения дисбактериозов кишечника, острых кишечных инфекций, при длительном применении антибиотиков. Состав Биобактона – культура ацидофильной палочки, обладающей высокими антибиотическими и кислотообразующими свойствами. Доза препарата БАД содержит 20 млрд. микробных тел ацидофильной палочки.
- *Сухая биологически активная добавка с полезной микрофлорой и лизоцимом (Бифилиз)* к питанию детей первого года жизни и старше для профилактики и лечения дисбактериоза кишечника у недоношенных новорожденных и грудных детей, вторичных иммунодефицитных состояний, тяжелых инфекционно-воспалительных и гнойно-септических заболеваний, при длительной антибиотикотерапии, острых кишечных инфекциях. В одной дозе Бифилиза содержится лизоцим (10 мг) и биомасса бифидобактерий (не менее $1 \cdot 10^6$ клеток).
- *Сухая биологически активная добавка с полезной микрофлорой (Бифацид)* к питанию детей первого года жизни и старше для профилактики и лечения дисбактериозов кишечника, острых кишечных инфекций, при длительном применении антибиотиков. В состав Бифацида входит сухое коровье молоко и комплекс активных штаммов бифидобактерий и ацидофильной палочки.

Технологический процесс производства сухих молочных биологически активных добавок включает следующие операции: приемка и подготовка молока (подогрев, сепарирование); пастеризация и охлаждение обезжиренного молока: химическая обработка обезжиренного молока; сгущение обезжиренного молока; стерилизация или пастеризация сгущенной смеси; внесение лизоцима, биомассы полезной микрофлоры; заквашивание и сквашивание сгущенной смеси; сушка добавок; упаковывание, маркирование и хранение.

Отобранное по качеству молоко, подогретое до температуры 45–50 °С, сепарируют и полученное обезжиренное молоко с массовой долей жира не более 0,05% направляют на пастеризацию. Обезжиренное молоко пастеризуют при температуре (76±2) °С с выдержкой 16–17 с, охлаждают до температуры (4±2) °С. Далее в обезжиренное молоко вносят трехзамещенные лимоннокислые соли натрия и калия и проводят его химическую обработку. Химически обработанное обезжиренное молоко сгущают на вакуум-аппаратах до массовой доли сухих веществ 18–22%. Сгущенное обезжиренное молоко направляют в ферментеры, где его стерилизуют при температуре (112±2) °С в течение (15±2) мин или пастеризуют при температуре (95±2) °С в течение (20±2) мин.

Для производства БАД-1Л сгущенное обезжиренное молоко охлаждают до 65–70 °С, вносят в него раствор лизоцима. Навеску лизоцима берут на лабораторных весах и растворяют в небольшом количестве (50–100 мл) кипяченой и охлажденной до температуры 30–40 °С воды. Раствор лизоцима вносят в сгущенное обезжиренное молоко, тщательно перемешивают в течение 1–3 мин и направляют на сушку.

Для получения БАД-1Б готовят биомассу бифидобактерий. Для этого используют гидролизатно-молочную среду (ГМ-среду) по ТУ 49703 и культуру бифидобактерий штамм В379М. Биомассу бифидобактерий готовят в два этапа. Сначала чистую лиофилизированную культуру бифидобактерий штамм В379М вносят в ГМ-среду из расчета (0,2±0,001) г культуры на (50±10) мл среды. Посевы выдерживают в термостате при температуре (37±2) °С в течение 24–48 ч. Полученную биомассу бифидобактерий вносят в ГМ-среду в количестве 5–10%. Объем ГМ-среды определяется массой заквашиваемого сгущенного молока (2–3%). Посевы выдерживают в термостате при температуре (37±1) °С в течение (20±2) ч.

При выработке сухих биологически активных добавок БАД-1Б и БАД-2 сгущенное обезжиренное молоко охлаждают до температуры 37–42 °С. Затем вносят в него биомассу бифидобактерий в количестве 2–3%, тщательно перемешивают 1–3 мин. Затем заквашенное обезжиренное молоко сквашивают 13–16 ч до достижения кислотности 65–75 °Т. По окончании сквашивания продукт перемешивают в течение 1–3 мин и направляют на сушку.

При производстве БАД-2 перед сушкой в сгущенное сквашенное молоко вносят раствор лизоцима, содержимое перемешивают 1–3 мин и направляют на сушку.

Сушку молочных биологически активных добавок осуществляют на распылительных сушильных установках при следующих режимах: температура воздуха, поступающего в сушильную башню, для БАД-1Л составляет 175–180 °С, для БАД-1Б и БАД-2 – 150–165 °С; температура воздуха при выходе из сушильной башни для БАД-1Л составляет 85–95 °С, для БАД-1Б и БАД-2 – 65–75 °С.

Готовый продукт упаковывают в пакеты из комбинированного полимерного материала массой нетто 5 г. Хранят при температуре 1–10 °С и относительной влажности воздуха не выше 75% не более 6 мес. со дня выработки, в том числе на предприятии-изготовителе не более 30 сут.

Продукты для беременных и кормящих женщин

Сухие молочные продукты «Галактон» предназначены для коррекции питания беременных женщин и кормящих матерей с целью улучшения обеспеченности организма женщин белком, витаминами, макро- и микроэлементами и другими незаменимыми факторами питания. В качестве источника пищевых волокон использованы экструдированные пшеничные отруби, стимулирующие двигательную активность кишечника.

Продукты выпускаются 4 видов: «Галактон-1» и «Галактон-2» для питания беременных женщин, «Галактон-3» для питания кормящих матерей, «Галактон-4» для лечебно-профилактического питания кормящих матерей, дети которых страдают пищевой аллергией.

Состав продуктов «Галактон», массовая доля, %: жира – от 20,0 до 26,0; белка – от 21,0 до 32,0; углеводов – от 37,0 до 45,0; минеральных веществ – от 4,5 до 6,0; влаги – 3,0. Продукты вырабатывают из обезжиренного или нормализованного молока, сливок, кукурузного и кокосового масла, концентратов сывороточных белков, сухого молозива коров, пищевого альбумина, сухой низкоосахаренной крахмальной патоки, молочного сахара, кукурузного крахмала, сахара, пшеничных отрубей, криопорошков лекарственных трав (душицы, мяты и др.), витаминов А, Е, С, РР, B_1, B_2, B_6, B_c, B_{12}, свободной аминокислоты таурина и минеральных солей (лимоннокислые калий и натрий, сернокислые железо, медь, цинк, калий йодистый, магний хлористый). Для продукта «Галактон-4» используют закваску специально подобранных штаммов ацидофильной палочки, количество жизнеспособных клеток которой в 1 г сухого продукта – не менее $1 \cdot 10^5$.

Последовательность технологических операций следующая: приемка, подготовка сырья и компонентов; сгущение молока, приготовление белково-углеводной смеси; пастеризация; приготовление белково-жировой смеси; гомогенизация, пастеризация; приготовление концентрированной смеси; гомогенизация; пастеризация; сушка; упаковывание, маркирование и хранение. Упаковывают «Галактон» в картонные пачки с внутренним пакетом из комбинированного пленочного материала массой нетто 400 г. Срок хранения продуктов – 6 мес. при температуре от 0 до 10 °С и относительной влажности воздуха 75%. Продукты не требуют кипячения при восстановлении.

Продукты сухие с радиопротекторными свойствами

Сухие молочные специализированные продукты «Пектомил» предназначены для питания детей с 6 месяцев и старше, проживающих на территориях, пострадавших от радиационного воздействия. Вырабатываются двух видов: с яблочным пектином и свекольным пектином. Введение в продукты пектина, образующего в пищеварительном тракте нерастворимые комплексы с радиоактивными металлами, способствует их выведению из организма. Продукты обогащены жирорастворимыми витаминами А, Е, водорастворимыми С, РР, B_6. Содержание витаминов повышает антиокислительные свойства и снижает вероятность проявления отдельных последствий радиации.

Результаты клинической апробации продуктов показали их хорошую переносимость детьми, отсутствие побочных и отрицательных эффектов, а также то, что продукты обладают высокой биологической ценностью, необходимой для нормального роста и развития детей раннего возраста и поддержания устойчивости организма к действию неблагоприятных факторов, в том числе радиационного.

Состав продуктов «Пектомил», массовая доля, %: жира – 13,9; влаги – 6,0.

Продукты «Пектомил» вырабатываются из нормализованного молока, растительного масла, витаминов, лимоннокислых солей калия и натрия с последующим смешиванием с сахарной пудрой, мукой для детского питания (рисовой, гречневой) или с овсяным толокном и пектином сухим пищевым (яблочным или свекловичным).

Последовательность технологических операций: приемка, подготовка сырья и материалов; приготовление нормализованной смеси; очистка; температурная обработка; сгущение; гомогенизация; сушка; охлаждение; смешивание молочной основы с компонентами; упаковывание, маркирование и хранение.

Сухой молочный продукт «Белковит» предназначен для питания детей от 1 года и старше, проживающих на территориях, пострадавших от радиационного воздействия.

«Белковит» вырабатывается высушиванием на распылительной сушильной установке сгущенной смеси, состоящей из нормализованного молока, кукурузного масла, солодового экстракта, витаминов и минеральных солей с последующим смешиванием с молочным сахаром.

Состав продукта, массовая доля, %: жира – 10,3; белка – 23,0; влаги – 4,0.

Последовательность технологических операций: приемка, подготовка сырья и материалов; приготовление нормализованной смеси; очистка; температурная обработка; сгущение; гомогенизация; сушка; охлаждение; смешивание молочной основы с компонентами; упаковывание, маркирование и хранение.

Сухие каши витаминизированные предназначены для питания детей с 3-летнего возраста, проживающих на территориях, пострадавших от радиационного воздействия. Каши оказывают благоприятное воздействие на пищеварение и регулируют перистальтику кишечника.

Каши сухие витаминизированные вырабатываются путем смешивания сухого молока, муки пшеничной хлебопекарной или толокна, пшеничных отрубей, сахарной пудры и водорастворимых витаминов (С, РР, B_1, β-каротина).

Состав продукта, массовая доля, %: влаги – 6,0; жира – 13,0.

Последовательность технологических операций: приемка и подготовка сырья и материалов; смешивание компонентов в сухом виде; упаковывание и маркирование.

Продукты сухие с плодово-ягодными добавками

Продукты «Вита» предназначены для детей от 3 лет и старше, проживающих на территориях, пострадавших от радиационного воздействия. Выпускаются со следующими плодово-ягодными добавками: яблоком, клубникой, облепихой, клюквой, апельсином, лимоном, малиной, персиком, сливой и др. Сочетание молока с плодово-ягодными наполнителями значительно обогащает продукты природными биологически активными веществами: витаминами, органическими кислотами, минеральными солями и пектином. Пищевые волокна и микроэлементы являются природными защитными факторами, повышающими устойчивость организма к действию радиации.

Состав продуктов, массовая доля, %: влаги – 3,0; жира – 15,0.

Сухие молочные продукты с плодово-ягодными добавками «Вита» вырабатываются из нормализованного молока, концентрированных соков, сиропов, пюре, фруктово-ягодных порошков распылительной и сублимационной сушки препаратов витамина А и С.

Технологический процесс может осуществляться в двух вариантах: 1 вариант – внесение фруктово-ягодных компонентов в сгущенную молочную основу с последующей гомогенизацией и сушкой; 2 вариант – производство сухой молочной основы с витаминами и смешивание ее с сухими порошками плодов и ягод с добавлением сахарозы или других углеводных компонентов. Продукты упаковывают в картонные пачки с внутренним пакетом из комбинированного материала массой нетто 250 и 500 г. Хранят при температуре от 0 до 10 °С и относительной влажности воздуха 75% не более 8 мес.

8.2. Жидкие молочные продукты

«Агуша» – жидкие адаптированные кисломолочные продукты для лечебного и профилактического питания, назначаются при профилакти-

ке и лечении дисбактериозов кишечника. Выпускаются двух видов: «Агуша-1» – для детей с первых дней жизни, «Агуша-2» – для детей со второго полугодия жизни. Продукты вырабатывают из высококачественного молочного сырья, сывороточного белка, кокосового, пальмового, соевого и кукурузного масла, витаминов, минеральных веществ, аминокислоты таурина, специальных штаммов ацидофильных палочек и бифидобактерий. Количество клеток ацидофильных бактерий в 1 мл продукта – не менее 10^7, количество клеток бифидобактерий в 1 мл продукта – не менее 10^6.

Состав адаптированного кисломолочного продукта «Агуша-1», массовая доля, %: жир – 3,7; углеводы – 7,2; белки – 1,6, в том числе казеин – 0,64, сывороточные белки – 0,96. Состав продукта «Агуша-2», массовая доля, %: жир – 3,7; углеводы – 8,0; белки – 2,0.

Последовательность технологических операций: приемка, подготовка сырья и материалов; приготовление нормализованной смеси; очистка; температурная обработка; гомогенизация; охлаждение; заквашивание и сквашивание; охлаждение; упаковывание в асептических условиях, маркирование и хранение. Продукт массой 200 мл в упаковке типа тетра-брик хранится при температуре (4±2) °С не более 5 сут.

Кефир «Бифи» жидкий кисломолочный продукт для лечебного питания детей от 6 месяцев и старше. Рекомендуется для профилактики и лечения дисбактериозов.

Состав продукта, массовая доля, %: жир – 3,2; углеводы – 3,6; белки – 2,8.

Кефир «Бифи» вырабатывают из натурального молока сквашиванием кефирно-бифидной закваской.

Адалакт – жидкий кисломолочный продукт для лечебного и профилактического питания детей с первых дней жизни. Рекомендуется для профилактики и лечения дисбактериозов кишечника.

Состав продукта, массовая доля, %: жир – 3,6, в том числе молочный – 0,7, растительный – 2,9; углеводы – 7,0, в том числе лактоза – 5,0; декстриномальтоза – 2,0; белки – 1,6, в том числе казеин – 0,64, сывороточные белки – 0,96.

Адалакт вырабатывают из высококачественного молочного сырья, сывороточного белка с использованием для сквашивания чистых культур ацидофильной палочки и термофильного стрептококка.

Последовательность технологических операций: приемка, подготовка сырья и материалов; приготовление нормализованной смеси; очистка; температурная обработка; гомогенизация; охлаждение; заквашивание и сквашивание; охлаждение; упаковывание, маркирование и хранение. Продукт массой 200 мл расфасовывают в стеклянные градуированные бутылочки и хранят при температуре от 0 до 6 °С не более 48 ч.

Ацидолакт – жидкий кисломолочный продукт для лечебного питания детей старше 8 месяцев. Рекомендуется для профилактики и лечения дисбактериозов, кишечных инфекций и при длительной антибиотикотерапии.

Состав продукта, массовая доля, %: жир – 3,2; углеводы – 4,7; белки – 2,8.

Ацидолакт вырабатывают из цельного или сухого молока и сквашивают специальными штаммами ацидофильных палочек и термофильного стрептококка.

Последовательность технологических операций: приемка, подготовка сырья и материалов; приготовление нормализованной смеси; очистка; температурная обработка; гомогенизация; охлаждение; заквашивание и сквашивание; охлаждение; упаковывание, маркирование и хранение. Продукт массой 200 мл расфасовывают в стеклянные градуированные бутылочки или полистироловые стаканчики и хранят при температуре от 0 до 6 °С не более 48 ч.

Биолакт с лизоцимом – жидкий кисломолочный продукт для лечебного питания детей первого года жизни и старше. Рекомендуется для лечения кишечных инфекций, дисбактериозов кишечника и при длительной терапии антибиотиками.

Состав продукта, массовая доля, %: жир – 3,5, в том числе растительное масло – 0,9; углеводы 7,0; белки – 1,9, в том числе сывороточные – 0,75.

Биолакт с лизоцимом вырабатывают из коровьего молока, молочной сыворотки, растительного масла, сахарозы, витаминов, минеральных веществ, лизоцима с использованием чистой культуры ацидофильных палочек.

Последовательность технологических операций: приемка, подготовка сырья и материалов; приготовление нормализованной смеси; очистка; температурная обработка; гомогенизация; охлаждение; заквашивание и сквашивание; охлаждение; упаковывание, маркирование и хранение. Продукт массой 200 мл расфасовывают в стеклянные градуированные бутылочки и хранят при температуре от 0 до 6 °С не более 48 ч.

Бифилин – жидкий кисломолочный продукт для лечебного питания детей первого года жизни. Рекомендуется для лечения кишечных инфекций, профилактики и лечения дисбактериза кишечника и при длительной антибиотикотерапии.

Состав продукта, массовая доля, %: жир – 3,5; углеводы – 7,0, в том числе сахароза – 3,4; белки – 1,7.

Бифилин вырабатывают из коровьего молока, сливок, растительного масла, солодового экстракта, сахарозы, витаминов, минеральных веществ и чистых культур бифидобактерий.

Последовательность технологических операций: приемка, подготовка сырья и материалов; приготовление нормализованной смеси; очистка; температурная обработка; гомогенизация; охлаждение; заквашивание и сквашивание; охлаждение; упаковывание, маркирование и хранение. Продукт массой 200 мл расфасовывают в стеклянные градуированные бутылочки и хранят при температуре от 0 до 6 °С не более 48 ч.

Тонус – жидкий кисломолочный продукт для лечебного питания детей старше 6 месяцев. Рекомендуется для профилактики и лечения дисбактериоза, функциональных и воспалительных заболеваний органов пищеварения, при длительной антибиотикотерапии.

Состав продукта, массовая доля, %: жир – 3,2; углеводы 4,0; белки – 2,8.

Тонус вырабатывают из цельного коровьего молока и сквашивают симбиотической закваской на основе молочнокислых лактококков, пропионовокислых и уксуснокислых бактерий.

Последовательность технологических операций: приемка, подготовка сырья и материалов; приготовление нормализованной смеси; очистка; температурная обработка; гомогенизация; охлаждение; заквашивание и сквашивание; охлаждение; упаковывание, маркирование и хранение. Продукт массой 200 мл расфасовывают в стеклянные градуированные бутылочки и хранят при температуре от 0 до 6 °С не более 48 ч.

Низкоэнергетические продукты рекомендуются для питания детей старше двух лет, страдающих ожирением или имеющих избыточную массу тела. Низкая энергетическая ценность продуктов (39 ккал на 100 г) позволяет регулировать энергетический дисбаланс в питании.

Продукты вырабатываются двух видов: стерилизованные и кисломолочные, с ароматами и без них.

Низкоэнергетические продукты вырабатывают из коровьего молока, кукурузного масла, препаратов железа и витаминов. Для кисломолочных продуктов используется закваска на чистых культурах молочнокислого стрептококка и ацидофильной палочки.

Последовательность технологических операций: приемка сырья; приготовление и очистка нормализованной смеси; внесение кукурузного масла, витаминов, минеральных солей; гомогенизация; тепловая обработка, охлаждение (для стерилизованного продукта с последующим розливом, упаковкой, маркировкой и стерилизацией; для кисломолочного продукта – с последующим сквашиванием, охлаждением, розливом, упаковкой и маркировкой в стеклянные градуированные бутылочки, бумажные пакеты из комбинированного материала).

Типовая технологическая схема стерилизованных молочных продуктов представлена на рис. 6.3, а жидких кисломолочных продуктов – на рис. 6.5.

Дюймовочка – жидкие кисломолочные продукты для детского питания, предназначены для детей от 1 года и старше с целью повышения общей резистентности организма, нормализации микрофлоры кишечника и профилактики заболеваний органов пищеварения.

Вырабатываются из обезжиренного молока специально обработанного с последующим внесением лизоцима (или без него) и сквашенного закваской, состоящей из специально подобранных культур молочнокислых и бифидобактерий с повышенной антибиотической и протеолитической активностью, обогащенного витаминами С и РР. В зависимости от применяемой закваски выпускают следующие виды продуктов: Дюймовочка-1, Дюймовочка-2, Дюймовочка-3.

Яблонька – сывороточный напиток для детского и диетического питания. Предназначен для питания здоровых и больных детей с 1 года и старше и взрослых с целью повышения эффективности лечения органов пищеварения и восстановления полезной микрофлоры кишечника.

Состав продукта, массовая доля, %: сухих веществ – 12,0; золы – 0,4, лизоцима – 50 млн$^{-1}$. Напиток вырабатывают из молочной сыворотки с добавлением кукурузной патоки, лизоцима, сахара, яблочного сока, содержит витамины С, B_1, РР, железо.

8.3. Продукты для профилактики и лечения дисбактериозов на основе лактулозы

Профилактика и лечение дисбактериозов это поддержание и восстановление нормальной кишечной микрофлоры человека. Дисбактериоз наступает в результате превышения пороговой величины воздействующих на организм экзогенных факторов (экологические и климатогеографические условия, химические загрязнения, радиационные воздействия, характер и качество питания, профессионально-бытовые и санитарно-гигиенические условия) и эндогенных факторов (инфекционные и соматические болезни, нарушения в режиме питания, медикаментозная и антибактериальная терапия, врожденный и приобретенный иммунодефицит).

При дисбактериозе резко снижается уровень бифидофлоры. Это приводит к доминированию в биотопе потенциально патогенных микробов, усилению генетического обмена и формированию измененных клонов, несущих плазмиды лекарственной устойчивости, нередко включающие гены, детерминирующие адгезивные, цитотоксические и энтеротоксические свойства грамотрицательных бактерий. Это может привести к возникновению опасных заболеваний.

Кисломолочный напиток «Истринский» вырабатывается из смеси обработанного обезжиренного молока с добавлением пахты, цельного молока или сливок, сывороточного белкового концентрата, низкоосаха-

ренной или кукурузной патоки, сахара, крахмала, лактулозы, лизоцима, витаминов С, B_1, B_2, РР, подвергнутой гомогенизации, пастеризации и сквашенной закваской, состоящей из специально подобранных культур молочнокислых и бифидобактерий. Лактулозу вносят в нормализованную смесь вместе с углеводными и белковыми компонентами при температуре 55–65 °С. Рецептура напитка «Истринский» на 1000 кг готового продукта приведена в табл. 8.4.

8.4. Рецептура кисломолочного напитка «Истринский»

Наименование компонентов	Масса, кг
Молоко обезжиренное	567,0
Сливки с массовой долей жира 35%	45,2
Сывороточный белковый концентрат	18,2
Патока низкоосахаренная	29,5
Сахар	10,0
Крахмал кукурузный	11,5

Напиток рекомендуется для питания здоровых и больных детей с 6-месячного возраста, а также диетического питания взрослых с целью повышения эффективности лечения органов пищеварения и восстановления полезной микрофлоры кишечника.

Биокефир с лактулозой – лечебно-профилактический продукт, разработанный во ВНИМИ. Вырабатывается из нормализованного молока по традиционной технологии резервуарным способом. Дополнительно включает операции внесения сиропа лактулозы и бакконцентрата бифидобактерий. Разработанная технология позволяет вносить биологически активные компоненты двумя способами: в процессе заквашивания вместе с кефирной закваской либо в процессе перемешивания сквашенного кефира перед его созреванием.

Биокефир с лактулозой рекомендуется для питания здоровых и больных детей с 6-месячного возраста, а также диетического питания взрослых с целью повышения эффективности лечения органов пищеварения и восстановления полезной микрофлоры кишечника.

Сывороточный напиток «Яблонька» вырабатывается из молочной сыворотки с добавлением кукурузной или низкоосахаренной патоки, лизоцима, лактулозы, сахара, яблочного сока, ароматизатора и содержит витамины группы В, С, РР, железо. Лактулоза смешивается в резервуаре-смесителе вместе с сывороткой, яблочным соком, растворами компонентов и лизоцима при приготовлении многокомпонентной смеси и ее нормализация.

Рецептура сывороточного напитка «Яблонька» на 1000 кг готового продукта представлена в табл. 8.5.

8.5. Рецептура напитка «Яблонька»

Наименование компонентов	Масса, кг
Сыворотка осветленная	720,0
Кукурузная патока	50,0
Сахар	26,0
Яблочный сок	200,0
Лизоцим	0,05
Лактулоза	4,0
Ароматизатор	0,01

Напиток рекомендуется для питания детей старше одного года и взрослых людей с целью повышения эффективности лечения органов пищеварения и восстановления полезной микрофлоры кишечника.

Сухой молочный продукт «Бифилак» вырабатывается высушиванием на распылительной установке сгущенной смеси, состоящей из обезжиренного молока, сливок, кукурузного масла, сывороточных белков, кукурузной патоки, лактозы, лактулозы, жирорастворимых и водорастворимых витаминов с последующим смешиванием с лизоцимом. Лактулозу вносят в нормализованную смесь вместе с молочным сахаром, кукурузной патокой и раствором концентрата сывороточных белков при температуре 55–60 °С.

Рецептура продукта «Бифилак» представлена в табл. 8.6.

8.6. Рецептура продукта «Бифилак»

Наименование компонентов	Масса, кг
Обезжиренное молоко	1000,0
Сливки с массовой долей жира 35%	26,8
Кукурузное масло	3.1
Сывороточный белковый концентрат	4,4
Молочно-белковый концентрат	13,5
Кукурузная патока	6,7
Лактоза	8,78
Лактулоза	1,42
Витамины, г:	
С	28,9
РР	1,6
B_1	0,2
B_2	0,25
А	3,15
Е	11,5

Продукт по бифидогенным свойствам максимально приближен к женскому молоку и предназначен для питания детей с 6-месячного возраста, особенно со сниженными процессами иммуногенеза, и взрослых с целью повышения эффективности лечения органов пищеварения, при кишечных дисфункциях, дисбактериозах и длительном применении антибиотиков.

8.4. Пищевые добавки

Пищевые добавки человек использует много веков, но с конца XIX в. их применение активизировалось. Первыми пищевыми добавками были соль, сахар и специи.

В настоящее время общее число пищевых добавок, применяемых в производстве продуктов питания в мировом масштабе, превышает 500 наименований.

Список пищевых добавок (ПД), разрешенных к применению в пищевой промышленности в РФ, регламентирован санитарно-эпидемиологическими правилами (СанПин 2.3.2.1078-01, СанПин 2.3.2.1293-03).

Пищевые добавки не являются продуктами питания; они вносятся в них для решения различных задач. ПД можно разделить на следующие группы:

1. ПД, снижающие калорийность пищи: пищевые волокна, микрокристаллическая целлюлоза, пектиновые вещества и т. п.;
2. ПД, улучшающие внешний вид, вкус, запах, цвет: ароматизаторы, подслащивающие вещества, отбеливающие вещества, красители и т. п.;
3. ПД, улучшающие консистенцию пищи: загустители, поверхностоактивные вещества, стабилизаторы и т. п.;
4. ПД, удлиняющие сроки хранения пищи: консерванты, антиокислители;
5. радиопротекторы и энтеросорбенты экологически вредных веществ;
6. ПД, повышающие питательную ценность пищи: концентраты и изоляты белка, аминокислоты, витамины, микроэлементы и другие;
7. лечебно-профилактические добавки.

Первые четыре группы ПД используются в технологических целях. Составные части этих ПД не обладают биологической активностью.

Пищевые добавки, объединенные в 6 и 7 группы, могут быть отнесены к биологически активным добавкам (БАД). Так, ПД, отнесенные к 6 группе являются нутрицевтиками, а лечебно-профилактические добавки, согласно последней классификации, разделяются на пробиотики и парафармацевтики.

Промежуточное положение, вероятно могут занять между ПД и БАД, радиопротекторы и энтеросорбенты, объединенные в 5 группу.

Биологически активные добавки к пище (по международной терминологии *food supplements*) – композиции натуральных или идентичных натуральным биологически активных веществ, предназначенных для непосредственного приема с пищей или введения в состав пищевых продуктов с целью обогащения рациона отдельными пищевыми или биологически активными веществами и их комплексами.

Федеральным Законом РФ № 29 «О качестве и безопасности пищевых продуктов» от 2.01.2000 г. БАД к пище отнесены к пищевым продуктам и определяются как «природные (идентичные природным) биологически активные вещества, предназначенные для употребления одновременно с пищей или введения в состав пищевых продуктов».

Таким образом, к числу БАД к пище относятся природные, идентичные природным или синтетические вещества, характеризующиеся наличием либо пищевой ценности (нутрицевтики), либо обладающие выраженной биологической активностью (парафармацевтики), а также БАД, обеспечивающие поддержание нормального состава и функциональной активности микрофлоры (эубиотики).

Нутрицевтики – БАД к пище, применяемые для коррекции химического состава пищи (дополнительные источники нутриентов: белка, аминокислот, жиров, углеводов, витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон).

Эубиотики (синоним – пробиотики) – БАД к пище, в состав которых входят живые микроорганизмы и (или) их метаболиты, оказывающие нормализующее действие на состав и биологическую активность микрофлоры пищеварительного тракта.

Парафармацевтики – БАД к пище, применяемые для профилактики, вспомогательной терапии и поддержки в физиологических границах функциональной активности органов и систем.

Для стимулирования пробиотической микрофлоры (бифидобактерии, лактобактерии и др.) используют факторы роста (лактулоза, пищевые волокна, витамины и др.). Их называют пребиотиками. Пребиотики используют для стимулирования роста нормофлоры желудочно-кишечного тракта человека, для этого их вводят в молочные продукты. Второе направление их использования – стимулирование роста производственных штаммов пробиотических заквасочных культур. Сочетание в продукте пробиотика с пребиотиком повышает функциональные свойства продукта и такие продукты называют синбиотиками. Типичным примером синбиотиков являются продукты под торговыми марками: био-кефир с лактулозой, йогурт-2био, Активиа со злаками и т. п.

БАД являются источниками незаменимых пищевых веществ, минорных компонентов пищи, про- и пребиотических природных компо-

нентов, которые содержатся в них в пределах физиологических потребностей человека и/или на уровне их содержания в рационе при условии оптимального питания. БАД восполняют дефицит в питании пищевых и биологически активных веществ, способствуют ассимиляции пищи, поддержанию нормального состояния микроэкокомплекса пищеварительной системы, регулируют неспецифическую резистентность организма, в том числе при высоких физических и психоэмоциональных нагрузках, воздействии неблагоприятных экологических условий, при беременности и лактации, и других состояниях, снижают риск развития заболеваний.

БАД получают из растительного, животного или минерального сырья, а также химическими или биотехнологическими способами.

БАД к пище вырабатываются в виде сухих и жидких концентратов, экстрактов, настоев, бальзамов, изолятов, порошков, сухих и жидких концентратов, сиропов, таблеток, драже, капсул и других форм в соответствии с техническими условиями, технологическими инструкциями, рецептурами, согласованными в установленном порядке с органами и учреждениями Госсанэпиднадслужбы РФ.

В отличие от лекарственных средств, включающих биологически активные вещества в лечебных целях в дозах, которые обычно в десятки и сотни раз превышают физиологическую потребность здорового человека, вводимых в организм как перорально, так и парентерально, БАД используются с целью восполнения дефицита этих веществ в рационах в количествах, находящихся в пределах физиологических потребностей человека, и применяются только перорально с пищей до, после или во время еды.

Контрольные вопросы

1. Какие продукты относят к функциональным?
2. Дайте определение и характеристику ПД и БАД.
3. Какие продукты лечебного и лечебно-профилактического назначения выпускаются молочной промышленности?
4. В чем состоит особенность производства низколактозных молочных продуктов.
5. Дайте характеристику и приведите особенности производства сухих молочных смесей «Энпит».

Глава 9. Технологические расчеты при производстве молока и молочных продуктов. Проектирование технологических процессов

Технологические расчеты

Технологические расчеты начинают с определения ассортимента выпускаемой продукции и разработки схемы направления переработки молока в зависимости от типа предприятия. На рис. 9.1 представлен пример такой схемы для городского молочного завода (ГМЗ).

Далее переходят к выполнению продуктового расчета. Продуктовый расчет необходим для определения объема производства, интенсивности технологических процессов, необходимого количества единиц технологического оборудования, вспомогательных материалов, тары и упаковочных материалов, энерго- и водоснабжения, помещений для хранения сырья и готовой продукции, составления графиков организации производства. Продуктовый расчет ведут, как правило, на максимальную сменную выработку.

Исходными данными для расчетов, которые оформляются в виде таблиц, являются:

- показатели основного сырья (молока, сливок) и вторичного сырья (обезжиренное молоко, пахта, сыворотка) которые определяются на основе действующих нормативных документов и специальной литературы;
- показатели состава продуктов определяют для каждого продукта отдельно по нормативным документам и справочникам;

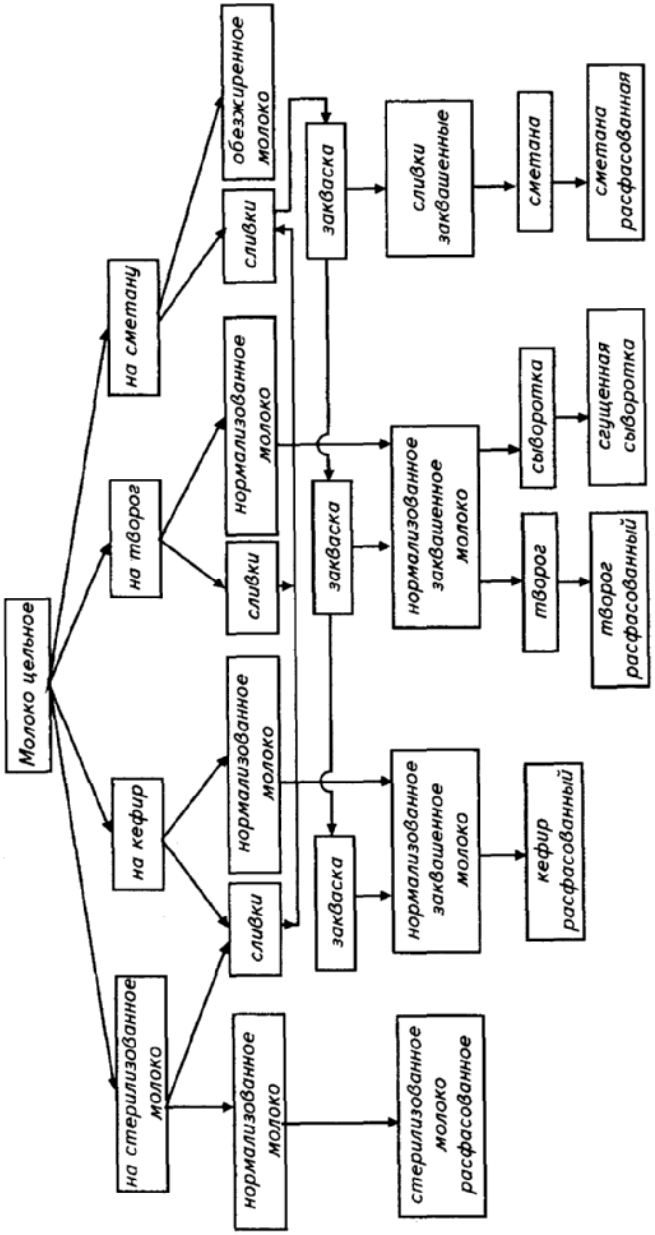


Рис. 9.1. Схема направления переработки молока на городском молочном заводе

- нормируемые потери определяют по нормативным документам в соответствии со способами производства, с пересчетом на коэффициенты, учитывающие нормируемые потери;
- масса основного сырья.

Пример составления сводной таблицы продуктового расчета представлен в табл. 9.1.

На основе удельных показателей выполняются расчеты на смену (сутки). Если требуется определить массу продукта, то заданную массу исходного сырья и компонентов делят на удельный их расход. Если по заданной массе продуктов требуется рассчитать потребность всех видов сырья, то удельный расход умножают на массу каждого продукта. Если же заданы численность населения и нормы питания, то рассчитывают суточную потребность в разных видах сырья путем умножения нормируемого удельного расхода каждого из них на суточное производство.

Далее представлены примеры и особенности продуктового расчета молочных предприятий по отраслям и по отдельным продуктам.

Продуктовый расчет производства питьевого молока стерилизованного и пастеризованного

Определение количества сырья для производства питьевого молока.

Для этого в готовом продукте определим массу нормализованного молока с учетом предельно допустимых потерь молока при приемке, обработке и фасовании по формуле

$$m_{нм} = m_{гп} \cdot Р / 1000,$$

где $m_{нм}$ – масса нормализованного молока, кг; $m_{гп}$ – масса готового продукта, кг; Р – норма расхода нормализованного молока на 1 т продукта, кг/т, по приказу № 1025 Госагропрома СССР от 1985 г.

Массовую долю жира в нормализованном молоке рассчитаем по формуле

$$Ж_{нм} = Ж_{гп} + Ж_{обм},$$

где $Ж_{нм}$, $Ж_{гп}$ – соответственно массовая доля жира в нормализованной смеси и в готовом продукте, %. $Ж_{обм}$ – массовая доля жира в молоке обезжиренном.

Так как массовая доля жира в нормализованном молоке меньше, чем в цельном молоке, проведем процесс нормализации обезжиренным молоком смешиванием по формуле

$$m_{цм} = m_{нм} (Ж_{нм} - Ж_{обм})/(Ж_{цм} - Ж_{обм}),$$

где $m_{цм}$ – масса цельного молока, кг; $Ж_{обм}$, $Ж_{цм}$ – массовая доля жира в молоке обезжиренном, молоке цельном, %.

9.1. Сводная таблица продуктового расчета ГМЗ мощностью 50 т молока в смену

Название сырья или продукта	Количество (кг)	Затрачено						Норма расхода (кг/т)	Получено		
		нормализованного молока (кг)	цельного молока (кг)	сливок (кг)	обезжиренного молока (кг)	закваски (кг)	сыворотки (кг)		сливок (кг)	обезжиренного молока (кг)	сыворотки (кг)
Поступило молоко Ж = 3,7%	50000										
1. Молоко стерилизованное Ж = 3,2%	22198	22552,44	23336,87	–	–	–	–	1004,7	784,43	–	–
2. Кефир Ж = 2,5%	10000	9611,15	10879,44	–	–	505,85	–	1011,7	760,91	–	–
3. Творог Ж = 9%	2200	13159,56	15570,64	–	–	692,609	–	1005,5	1715,035	–	11081,7
4. Сметана Ж = 20%	3439,61	–	–	3298,35	–	173,59	–	1009,4	–	–	–
5. Сыворотка сгущенная	9604,14	–	–	–	–	-	11081,7	–	–	–	–
6. Об. молоко на закваску	175	–	213,04	–	–	-	–	–	37,98		–
Итого:			50000	3298,35		173,59	11081,7		3298,35		11081,7

Необходимую массу обезжиренного молока $m_{обм}$ определим по формуле

$$m_{обм} = m_{нм}\,(Ж_{цм} - Ж_{нм})/(Ж_{цм} - Ж_{обм}),$$

Определим массу цельного молока для сепарирования по формуле

$$m_{цм} = m_{обм}\,(Ж_{сл} - Ж_{обм})\;100/(Ж_{сл} - Ж_{цм})\;(100 - П_1),$$

где $П_1$ – потери обезжиренного молока при сепарировании, %; $Ж_{сл}$ – массовая доля жира в сливках, % с учетом использования закваски на обезжиренном молоке.

Масса сливок, полученная при сепарировании молока цельного, рассчитывается по формуле

$$m_{сл} = m_{цм}\,(Ж_{цм} - Ж_{обм})\;(100 - П)/(\,Ж_{сл} - Ж_{обм})100.$$

Рассмотрим методики продуктовых расчетов производства жидких кисломолочных продуктов на примере кефира и ряженки.

Продуктовый расчет производства кефира

Определение количества нормализованного заквашенного молока

$$m_{нм\ закв} = \frac{m_{кеф} \cdot Р_{нм}}{1000},$$

где $m_{кеф}$ – количество кефира, кг; $Р_{нм}$ – расход нормализованного молока на 1 т кефира, кг.

Расчет количества производственной закваски

$$m_{закв} = \frac{m_{нм\ закв} \cdot К_{закв}}{100},$$

где $К_{закв}$ – количество закваски по технологической инструкции (обычно 5%).

Расчет количества нормализованного молока

$$m_{нм} = m_{нм\ закв} - m_{закв}.$$

В случае, если закваска готовиться из нормализованного молока, а не из обезжиренного молока, $m_{нм}$ принимается равным $m_{нм\ закв}$.

Определение жирности нормализованного молока до заквашивания

$$m_{нм} \cdot Ж_{нм} + m_{закв} \cdot Ж_{закв} = m_{нм\ закв} \cdot Ж_{нм\ закв},$$

отсюда

$$Ж_{нм} = \frac{m_{нм\ закв} \cdot Ж_{нм\ закв} - m_{закв} \cdot Ж_{закв}}{m_{нм}}.$$

Определение количества цельного молока осуществляется аналогично расчету для пастеризованного молока.

Продуктовый расчет производства ряженки

Особенностью производства ряженки является использование в качестве сырья топленого молока. Пример продуктового расчета ряженки выполнен в соответствии со схемой ее производства, представленной на рис. 9.2.

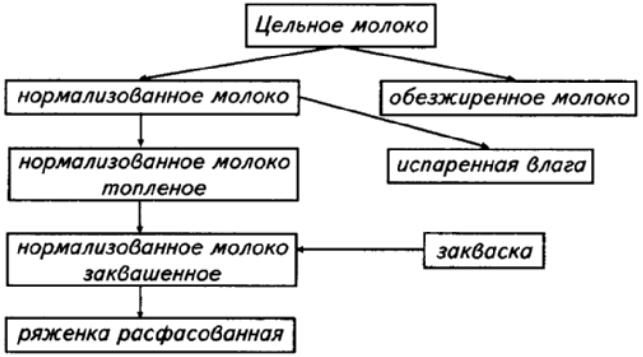


Рис. 9.2. Схема производства ряженки

Определяют количество заквашенного нормализованного молока

$$m_{\text{нм закв}} = \frac{m_{\text{ряж}} \cdot P}{1000},$$

где P – норма расхода нормализованного молока 1 т ряженки, кг.

Определяют количество закваски

$$m_{\text{закв}} = \frac{m_{\text{нм закв}} \cdot K_{\text{закв}}}{100},$$

где $K_{\text{закв}}$ – количество закваски по технологической инструкции, %.

Определяют количество нормализованного топленого молока

$$m_{\text{нм топл}} = m_{\text{нм закв}} - m_{\text{закв}}.$$

Определяют жирность нормализованного топленого молока

$$Ж_{\text{нм закв}} = \frac{100 \cdot Ж_{\text{ряж}} - K_{\text{закв}} \cdot Ж_{\text{закв}}}{100 - K_{\text{закв}}}.$$

Определяют количество нормализованного молока до операции топления

$$m_{\text{нм}} = \frac{m_{\text{нм топл}} \cdot 100}{100 - B_{\text{д}}},$$

где $B_{\text{д}}$ – количество испарившейся воды при топлении (обычно 5,5%).

Определяют жирность нормализованного молока

$$Ж_{\text{нм}} = \frac{Ж_{\text{нм топл}}(100 - B_{\text{л}})}{100}$$

Определяют количество цельного молока

$$m_{\text{цм}} = \frac{m_{\text{нм}}(Ж_{\text{нм}} - Ж_{\text{обм}})}{Ж_{\text{цм}} - Ж_{\text{обм}}}$$

Определяют количество обезжиренного молока, полученного при сепарировании

$$m_{\text{обм}} = m_{\text{цм}} - m_{\text{нм}}.$$

В случае получения нормализованного молока путем добавления к цельному молоку сливок массу цельного молока определяют по формуле

$$m_{\text{цм}} = \frac{m_{\text{нм}}(Ж_{\text{сл}} - Ж_{\text{нм}})}{Ж_{\text{сл}} - Ж_{\text{цм}}} \cdot \frac{100}{100 - n},$$

где n – потери жира при нормализации, %.

При нормализации молока сливками определяют количество сливок

$$m_{\text{сл}} = (m_{\text{нм}} - m_{\text{цм}}) \cdot \frac{100}{100 - n},$$

где n – потери жира при нормализации, %.

Продуктовые расчеты производства молочных консервов

Продуктовые расчеты при выработке молочных консервов можно выполнять двумя способами: «от сырья к готовому продукту» или «от готового продукта к сырью». В первом случае все поступившее молоко распределяют по выработанным продуктам, включая цельномолочные продукты для потребления населению, во втором – по количеству готовых продуктов рассчитывают количество затраченного сырья.

Продуктовый расчет производства сгущенного молока с сахаром выполняют в соответствии со схемой, представленной на рис. 9.3.

Определяют количество цельного молока на консервы

$$m_{\text{цм на конс}} = m_{\text{цм}} - m_{\text{цм на ц. мол прод}}. \quad (9.1)$$

Определяют жирность нормализованного молока по формуле

$$Ж_{\text{нм}} = A \cdot O_{\text{цм}} \text{ или } Ж_{\text{нм}} = \frac{100 \cdot A \cdot O_{\text{цм}}}{100 - Ж_{\text{цм}} + A \cdot O_{\text{цм}}}, \quad (9.2)$$

где A – соотношение $Ж_{\text{сгм}}$ / $СОМО_{\text{сгм}}$; $O_{\text{цм}}$ – содержание сухих обезжиренных веществ в цельном молоке, %.

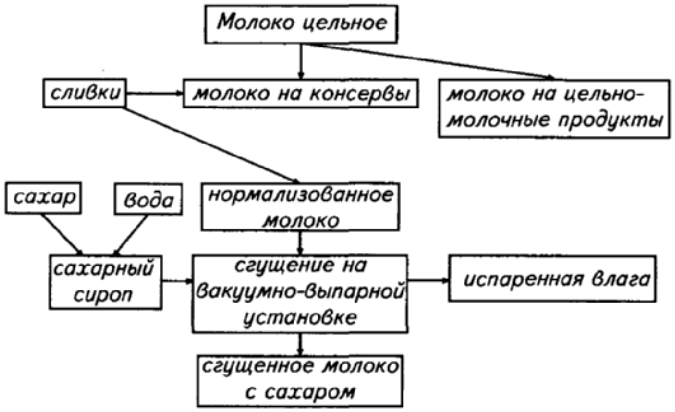


Рис. 9.3. Схема направления переработки молока на молочноконсервном комбинате по производству сгущенного молока с сахаром

Формула (9.2) применима для продуктового расчета производства всех сгущенных и сухих молочных консервов.

Рассчитывают количество нормализованного молока

$$m_{нм} = \frac{m_{цм}(Ж_{сл} - Ж_{цм})}{Ж_{сл} - Ж_{нм}}. \qquad (9.3)$$

Рассчитывают количество сливок

$$m_{сл} = (m_{цм} - m_{нм}) \cdot \frac{100 - n}{100}, \qquad (9.4)$$

где n – потери жира при производстве сливок, %.

В случае если $Ж_{нм} > Ж_{цм}$ вместо сливок получают обезжиренное молоко.

Рассчитывают количество сгущенного молока с сахаром

$$m_{сгм} = \frac{m_{нм} \cdot Ж_{нм}}{Ж_{срм}} \cdot \frac{100 - n}{100},$$

где n – общие потери жира при производстве сгущенного молока с сахаром, % (приложение 6 главы 5).

Определяют количество сахара

$$m_{сах} = \frac{m_{сгм} \cdot Z_{сах}}{100} \cdot \frac{100}{100 - n},$$

где $Z_{сах}$ – содержание сахара в готовом продукте, %; n – потери сахара, % (приложение 6 главы 5).

Определяют количество сиропа

$$m_{сир} = \frac{m_{сах} \cdot C_{сах}}{C_{сир}},$$

где $C_{сах}$ – содержание сухих веществ в сахарном песке (принимают 99–100%); $C_{сир}$ – содержание сухих веществ в сахарном сиропе (принимают 60–65%)

Определяют количество выпаренной влаги $W_в$

$$W_в = m_{нм} - m_{сир} - m_{сгм}.$$

Продуктовый расчет производства сухого молока выполняют в соответствии со схемой, представленной на рис. 9.4.

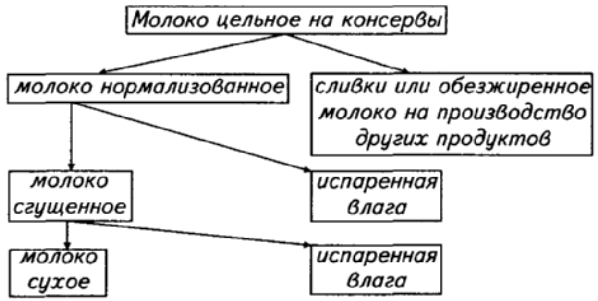


Рис. 9.4. Схема направления переработки молока на молочноконсервном комбинате по производству сухих консервов

Рассчитывают количество цельного молока на производство консервов аналогично предыдущему расчету.

Определяют жирность нормализованного молока

$$Ж_{нм} = A \cdot O_{цм} \quad \text{или} \quad Ж_{нм} = \frac{100 \cdot A \cdot O_{цм}}{100 - Ж_{цм} + A \cdot O_{цм}}$$

Первая формула рекомендуется при расчете сухого молока цельного, сгущенного молока с сахаром и стерилизованного сгущенного. Вторая – для всех других сухих и сгущенных консервов.

Рассчитывают количество нормализованного молока и сливок аналогично предыдущему расчету.

Рассчитывают содержание сухих веществ в нормализованном молоке

$$C_{нм} = \frac{4{,}9 \cdot Ж_{нм} + d}{4} + 0{,}5$$

где d – плотность, °А (можно принять равной плотности цельного молока).

Если $Ж_{нм}$ соответствует жирности сливок, то расчет ведется по формуле

$$C_{нм} = \frac{100 - Ж_{нм}}{100 - Ж_{цм}} \cdot О_{цм} + Ж_{нм}$$

Рассчитывают количество сгущенного продукта

$$m_{сгм} = \frac{m_{нм} \cdot C_{нм}}{C_{сгм}}$$

где $C_{сгм}$ – содержание сухих веществ в сгущенном молоке выбирается в зависимости от способов сушки, %.

Определяют количество выпаренной влаги при сгущении

$$W_{сг} = m_{нм} - m_{сгм}$$

Рассчитывают количество сухого молока

$$m_{см} = \frac{m_{сгм} \cdot C_{сгм}}{C_{см}} \cdot \frac{100 - n_{св}}{100},$$

где $n_{св}$ – общие потери сухих веществ при производстве сухого молока, %; $C_{см}$ – содержание сухих веществ в сухом молоке, %.

$$C_{см} = 100 - B_{л},$$

где $B_{л}$ – содержание влаги в сухом молоке по плановому составу, %.

Рассчитывают количество испаренной влаги при сушки

$$W_{с} = m_{сгм} - m_{см}.$$

Продуктовый расчет сыродельных заводов

Продуктовый расчет, как правило, выполняют для одного определенного вида сыра, например Российского, или для ассортимента сыров одной видовой группы. Продуктовый расчет выполняют в соответствии со схемой направления переработки молока, представленной на рис. 9.5.

Рассчитывают массу цельного молока на сыр (приложение 2 главы 4).

Рассчитывают жирность нормализованного молока

$$Ж_{нм} = \frac{К \cdot Б_{цм} \cdot Ж_{св}}{100},$$

где $Ж_{нм}$ – содержание жира в нормализованном молоке, %; $Ж_{св}$ – содержание жира в сухом веществе сыра, %; $Б_{цм}$ – содержание белка в цельном молоке (принимают как среднее по области, краю, республике), %; К – коэффициент, равный 2,16 для сыров 50%-ной жирности, 1,98 – для сыров 45%-ной жирности и 1,86 – для сыров 40%-ной влажности.

Определяют количество нормализованного молока и оставшиеся от нормализации сливки или обезжиренное молоко по формулам (9.3, 9.4).

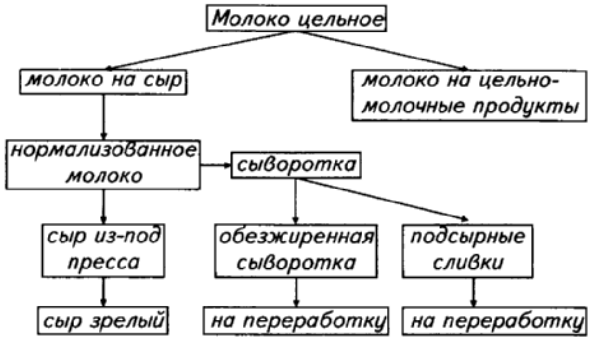


Рис. 9.5. Схема направления переработки молока на сыродельном заводе

Рассчитывают количество зрелого сыра

$$m_{зс} = \frac{m_{нм}(Ж_{нм} - Ж_{сыв})}{Ж_{с} - Ж_{сыв}} \cdot \frac{100 - n}{100},$$

где $Ж_{нм}$ – содержание жира в нормализованном молоке, %; $Ж_{сыв}$ – содержание жира в сыворотке (принимают в зависимости от содержания жира в нормализованном молоке по нормативному справочнику), %; n – предельно допустимые потери жира при производстве и созревании сыра в зависимости от вида сыра, %; $Ж_{с}$ – абсолютное содержание жира в сыре. Определяют в зависимости от содержания влаги в зрелом сыре по формуле

$$Ж_{с} = \frac{Ж_{св}(100 - B_{с})}{100}$$

где $Ж_{св}$ – содержание жира в сухом веществе сыра, %; $B_{с}$ – содержание влаги в зрелом сыре, по нормативному справочнику, %.

Количество сыра из-под пресса

$$m_{с} = \frac{m_{зс} \cdot 100}{100 - У_{с}}$$

где $У_{с}$ – усушка сыра (убыль), % (приложение 2 главы 4).

Количество сыворотки составляет 80% от нормализованного молока при производстве твердых сыров и 75% при производстве мягких сыров.

Расчет обезжиренного сыра осуществляют по содержанию сухих веществ аналогично расчету казеина.

По количеству жирной сыворотки определяют количество полученных при ее сепарировании подсырных сливок

$$m_{сл} = \frac{m_{сыв}(Ж_{сыв} - Ж_{об\,сыв})}{Ж_{сл} - Ж_{об\,сыв}} \cdot \frac{100 - n}{100},$$

где $Ж_{об\ сыв}$ – содержание жира в обезжиренной сыворотке, %; n – предельно допустимые потери при сепарировании, %.

Суммируют все сливки, поступившие на завод, полученные при нормализации и при сепарировании молока. Масло, выработанное из подсырных сливок, считают отдельно, так оно обычно идет на производство топленого масла.

По количеству сливок определяют массу масла

$$m_{мс} = \frac{m_{сл}(Ж_{мс} - Ж_{сл})}{Ж_{мс} - Ж_{пх}} \cdot \frac{100 - n}{100}$$

где $Ж_{мс}$ – содержание жира в масле в зависимости от вида, %; $Ж_{пх}$ – содержание жира в пахте в зависимости от способа производства масла, %; n – предельно допустимые потери жира при получении масла в зависимости от способа и объема производства, % (приложение 1–7 главы 3).

Количество пахты определяют по количеству сливок

$$m_{пх} = \frac{m_{сл}(Ж_{мс} - Ж_{сл})}{Ж_{мс} - Ж_{пх}} \cdot \frac{100 - n}{100}$$

где n – предельно допустимые потери пахты, % (приложение 6 главы 3).

Продуктовые расчеты при переработке подсырной сыворотки

Продуктовые расчеты продуктов из вторичного молочного сырья производятся с учетом специализации предприятия и его технической оснащенности. В качестве примера представлен продуктовый расчет производства молочного сахара, казеина и белковых сывороточных концентратов с применением баромембранной технологии.

Молочный сахар

Продуктовый расчет производства молочного сахара выполняют в соответствии со схемой направления переработки молока, представленной на рис. 9.6.

Молочный сахар-сырец. По количеству обезжиренной сыворотки определяют количество молочного сахара-сырца, принимая расход ее на 1 т молочного сахара – 41 т (приложение 1–3 главы 7).

$$m_{сах} = \frac{m_{об\,сыв}}{41}.$$

Количество влаги, выпаренной при сушке, определяют по формуле

$$W_с = m_{ц\ сах} - m_{сах},$$

где $m_{ц\ сах}$ – количество сырого молочного сахара после центрифугирования, определяют по формуле

$$m_{ц\,сах} = \frac{m_{сах} \cdot Л_{сах}}{Л_{ц\,сах}},$$

где $m_{сах}$ – количество готового молочного сахара-сырца, кг; $Л_{сах}$ – содержание лактозы в готовом молочном сахаре-сырце (93%); $Л_{ц\ сах}$ – содержание лактозы в центрифугированном молочном сахаре (81–85%).

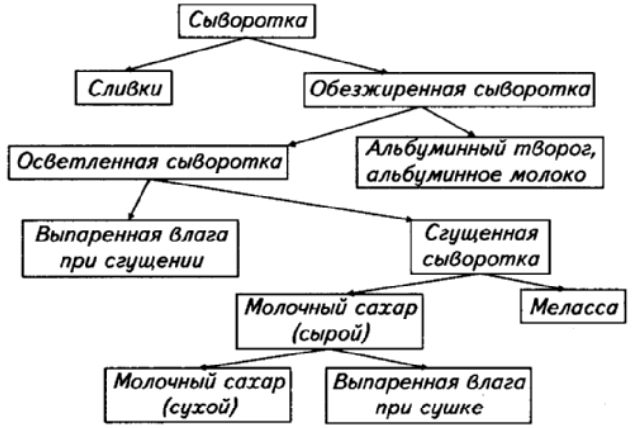


Рис. 9.6. Схема производства молочного сахара

Количество выпаренной влаги при сгущении определяют по формуле

$$W_{сг} = m_{о\,сыв} - m_{сг\,сыв},$$

где $m_{о\ сыв}$ – количество осветленной сыворотки определяют по разности между количеством обезжиренной сыворотки на производстве молочного сахара и количеством альбуминного творога и альбуминного молока, кг.

Выход альбуминного творога принимают 3%, альбуминного молока 6% от количества обезжиренной сыворотки,

$$m_{о\,сыв} = m_{об\,сыв} - 0,09 \cdot m_{об\,сыв},$$

Количество сгущенной сыворотки рассчитывают по формуле

$$m_{сг\,сыв} = \frac{m_{о\,сыв} \cdot C_{о\,сыв}}{C_{сг\,сыв}},$$

где $C_{о\ сыв}$ – содержание сухих веществ в осветленной сыворотке, 5,9–6,1%; $C_{сг\,сыв}$ – содержание сухих веществ в сгущенной сыворотке (приложение 4 главы 7).

Количество кислой сыворотки определяют по формуле

$$m_{\text{к сыв}} = m_{\text{об сыв}} \cdot \frac{K_{\text{ж}} - K_{\text{сыв}}}{K_{\text{к сыв}} - K_{\text{ж}}},$$

где $m_{\text{к сыв}}$ – количество кислой сыворотки для подкисления, кг; $K_{\text{ж}}$ – желаемая кислотность сыворотки после подкисления, 30–35 °Т; $K_{\text{сыв}}$ – кислотность свежей сыворотки, 14 °Т; $K_{\text{к сыв}}$ – кислотность кислой сыворотки, 150 °Т.

Рафинированный молочный сахар. Количество рафинированного молочного сахара определяют исходя из расхода молочного сырца на 1 т готового продукта (1,8 т) (приложение 1–3 главы 7).

$$m_{\text{р сах}} = \frac{m_{\text{сах}}}{1{,}8}.$$

Молочный сахар-сырец после центрифугирования растворяют в воде из расчета:

на 100 кг сухого сахара-сырца – 40–45 л воды;
на 100 кг влажных кристаллов – 30 л воды;

Количество сырого рафинированного молочного сахара (после центрифугирования)

$$m_{\text{цр}} = \frac{m_{\text{р сах}} \cdot 99{,}5}{85}.$$

Количество выпаренной влаги при сушке

$$W_{\text{с}} = m_{\text{цр}} - m_{\text{р сах}}.$$

Сгущенная или сухая сыворотка

Количество сгущенной сыворотки определяют по формуле

$$m_{\text{сг сыв}} = \frac{m_{\text{об сыв}} \cdot C_{\text{об сыв}}}{C_{\text{сг сыв}}} \cdot \frac{100 - n}{100},$$

где $C_{\text{сг сыв}}$ – содержание сухих веществ в сгущенной сыворотке, %; n – предельно допустимые потери сухих веществ при сгущении, % (приложение 4 к главе 7).

Количество выпаренной влаги при сгущении

$$W_{\text{сг}} = m_{\text{об сыв}} - m_{\text{сг сыв}}.$$

Количество сухой сыворотки определяют по формуле

$$m_{\text{с сыв}} = \frac{m_{\text{сг сыв}} \cdot C_{\text{сг сыв}}}{C_{\text{с сыв}}} \cdot \frac{100 - n}{100},$$

где $C_{\text{с сыв}}$ – содержание сухих веществ в сухой сыворотке; n – предельно допустимые потери сухих веществ при сушке, % (приложение 4 к главе 7).

Количество выпаренной влаги при сушке

$$W_{\text{с}} = m_{\text{сг сыв}} - m_{\text{с сыв}}.$$

Белковые сывороточные концентраты, полученные с применением ультрафильтрации, нанофильтрации, обратного осмоса

Рассчитывают массу жидкого белкового концентрата

$$m_{\text{бкж}} = \frac{m_{\text{сыв}} \cdot (C_{\text{сыв}} - C_{\text{ф}})(100 - n)}{(C_{\text{бкж}} - C_{\text{ф}}) \cdot 100},$$

где $C_{\text{сыв}}$, $C_{\text{ф}}$ и $C_{\text{бкж}}$ – массовая доля сухих веществ, соответственно, в подсырной сыворотке, фильтрате (пермеате) и жидком белковом концентрате (ретентат), %; n – потери сухих веществ, %.

Затем рассчитывают массу сухого белкового концентрата и испаренной влаги:

$$m_{\text{бкс}} = \frac{m_{\text{бкж}} \cdot C_{\text{бкж}}(100 - n)}{100 \cdot C_{\text{бкс}}},$$

$$W = m_{\text{бкж}} - m_{\text{бкс}},$$

где $C_{\text{бкс}}$ – массовая доля сухих веществ в сухом белковом концентрате, %; n – потери при сушке, %.

Продуктовый расчет маслодельных заводов

Продуктовые расчеты маслодельных заводов ведут с учетом поступающего сырья, которое может быть представлено не только цельным молоком, но и сливками. При маслодельных заводах могут быть цеха цельномолочных продуктов для населения, а также цеха по переработке обезжиренного молока, которое является вторичным сырьем при производстве масла. Из него производят сухое обезжиренное молоко или нежирные сыры в соответствующих цехах.

Продуктовый расчет выполняют в соответствии со схемой направления переработки молока, представленной на рис. 9.7.

По количеству молока, предназначенного для производства масла, определяют количество сливок и обезжиренного молока

$$m_{\text{сл}} = \frac{m_{\text{цм}}(Ж_{\text{цм}} - Ж_{\text{обм}})}{Ж_{\text{сл}} - Ж_{\text{обм}}} \cdot \frac{100 - n}{100},$$

где n – предельно допустимые потери жира при производстве сливок, %;

$$m_{\text{обм}} = \frac{m_{\text{цм}}(Ж_{\text{сл}} - Ж_{\text{цм}})}{Ж_{\text{сл}} - Ж_{\text{обм}}} \cdot \frac{100 - n}{100},$$

где n – предельно допустимые потери обезжиренного молока, % (приложение 5 главы 3).

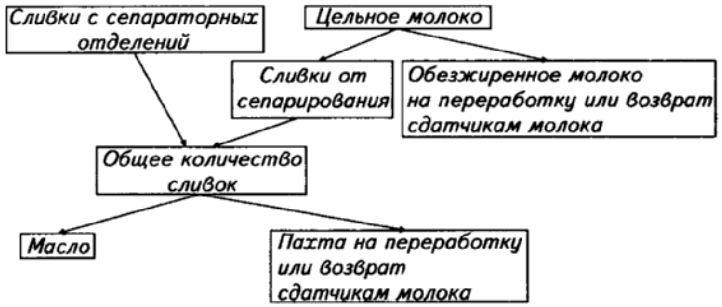


Рис. 9.7. Схема направления переработки молока на маслодельном заводе

Далее определяют общее количество сливок, поступивших на завод и полученных при сепарировании, и рассчитывают количество масла

$$m_{мс} = \frac{m_{сл}(Ж_{сл} - Ж_{пх})}{Ж_{мс} - Ж_{пх}} \cdot \frac{100 - n}{100},$$

где $m_{сл}$ – общее количество сливок на производство масла, кг; $Ж_{пх}$, $Ж_{сл}$, $Ж_{мс}$ – содержание жира в пахте, в сливках, в масле в зависимости от способа производства масла, %; (приложение 1 главы 3); n – предельно допустимые потери жира при производстве масла в зависимости от способа, %.

Количество пахты определяют по формуле

$$m_{пх} = \frac{m_{сл}(Ж_{мс} - Ж_{сл})}{Ж_{мс} - Ж_{пх}} \cdot \frac{100 - n}{100}$$

где n – предельно допустимые потери пахты при производстве масла, % (приложение 6 главы 3).

При выработке кислосливочного масла с кратковременным сквашиванием сливок количество закваски определяют по формуле

$$m_з = \frac{m_{сл}(К_ж - К_{сл})}{К_з - К_ж},$$

где $К_ж$ – желаемая кислотность сливок после внесения закваски, °Т; $К_{сл}$ – кислотность сливок до внесения закваски, °Т; $К_з$ – кислотность закваски, °Т.

При выработке соленого масла количество соли определяют по формуле

$$m_с = \frac{m_{мс} \cdot С_{мс} \cdot 1{,}08}{100},$$

где $m_с$ – количество соли, кг; $С_{мс}$ – содержание соли в масле по ГОСТу, % (табл. 3.1).

Продуктовые расчеты при переработке обезжиренного молока

Обезжиренное молоко, полученное при нормализации в производстве различных молочных продуктов, может использоваться для получения нежирных пищевых продуктов (СОМ, сгущенного нежирного молока с сахаром, напитков, творога и др.), в производстве кормов и белковых концентратов, например казеина.

Казеин

Сырьем для производства казеина служит обезжиренное молоко. Продуктовый расчет казеина выполняют в соответствии со схемой, представленной на рис. 9.8.

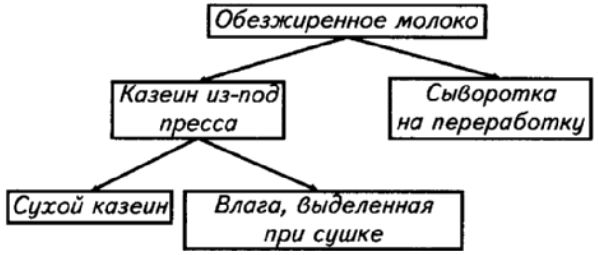


Рис. 9.8. Схема производства казеина

По количеству обезжиренного молока определяют количество казеина-сырца

$$m_{кс} = \frac{m_{обм} \cdot С_{обм} \cdot К_с}{100 - В_{казс}},$$

где $С_{обм}$ – содержание сухих веществ в обезжиренном молоке, %; $В_{казс}$ – содержание влаги в казеине-сырце, 60%; $К_с$ – коэффициент использования сухих веществ в производстве казеин-сырца, 0,276.

Количество сухого казеина определяют по формуле

$$m_{ск} = \frac{m_{обм} \cdot С_{обм} \cdot К'_с}{100 - В_{ск}},$$

где $В_{ск}$ – содержание влаги в сухом казеине, 10,5%; $К'_с$ – коэффициент использования сухих веществ в производстве сухого казеина, 0,268.

Количество влаги, выпаренной при сушке казеина, определяют по разности между казеином-сырцом и сухим казеином.

$$W_с = m_{кс} - m_{ск}.$$

Полученные результаты продуктового расчета сводят в таблицу, пример которой представлен ниже (табл. 9.2). В таблице отражается

движение сырья, полуфабрикатов и готового продукта. Составляют баланс по сырью и жиру. Для того чтобы получить баланс (табл. 9.2), необходимо учитывать их потери при производстве и запись производить в пересчете на молоко базисной жирности.

9.2. Сводная таблица продуктового расчета

Наименование продукта	Масса, кг	Затрачено на производство, кг							Получено при производстве, кг				Возвращено сдатчикам, кг		
		нормализованная смесь	В том числе												
			цельное молоко	обезжиренное молоко	сливки	закваска	пахта	сыворотка	сливки	обезжиренное молоко	пахта	сыворотка	обезжиренное молоко	пахта	сыворотка
Поступило на завод: молоко	$А_1$														
сливки	$Б_1$														
Выработано: молоко питьевое															
кефир															
творог															
и т. д.															
Просепарировано молока и т.д.															
Итого		А		$В_1$	$Б_1$	$В_2$			$Б_2$	В			$В_3$		

Примечание. При правильном расчете и заполнении таблицы $А = А_1$; $Б = Б_1 + Б_2$; $В = В_1 + В_2 + В_3$; если закваска получена на нормализованном или цельном молоке, то в баланс обезжиренного молока она не включается.

Данные таблицы используют при составлении жиробаланса и при расчете себестоимости продукции.

Для ориентировочных расчетов молочной продукции из молока базисной жирности можно пользоваться средними по стране коэффициентами пересчета (табл. 9.3).

9.3. Средние коэффициенты пересчета молочных продуктов из молока базисной жирности

Название и характеристика продукта	Коэффициент пересчета
1	2
Молочные продукты с массовой долей жира 3,2% – молоко пастеризованное (во флягах и бутылках), диетические продукты (кефир, ацидофилин), простокваша, молоко с наполнителями, напитки из пахты повышенной массовой доли жира, молоко белковое и кефир Таллиннский	1,0
Молоко пастеризованное и кисломолочные продукты с массовой долей жира 4%, ацидофильная паста с массовой долей жира 4%	1,3
Молоко пастеризованное с массовой долей жира 2,5%	0,8
Молоко стерилизованное с массовой долей жира 3,5%	1,1
Молочные продукты 6%-ной жирности – молоко топленое и пастеризованное и пастеризованное, диетические продукты (кефир, йогурт, ряженка, простокваша Мечниковская и др.), ацидофильная паста	2,0
Молоко стерилизованное витаминизированное	1,0
Молоко пастеризованное, кефир, простокваша, кумыс, ацидофильный напиток из пахты, ацидофилин, ацидофильное молоко нежирное	1,0
Молоко нежирное топленое	1,5
Кисломолочный напиток «Молодость»	1,5
Кефир детский 3,2%-ной жирности	1,0
Кефир обезжиренный	0,7
Йогурт 1,5%-ной жирности	1,0
Ацидофильная паста «Здоровье» 5%-ной жирности	1,6
Ряженка и ацидофильная паста 8%-ной жирности	2,5
Творог мягкий диетический 11%-ной жирности	4,2
Творог 18%-ной жирности	6,8
Творог столовый 2%-ной жирности	0,8
Творог крестьянский 5%-ной жирности	3,2
Творог детский 15%-ной жирности	5,8
Творог нежирный	7,5
Сырки полужирные	2,8
Сырки жирные	3,7
Сырки творожные 7%-ной жирности	3,4
Пудинг «Молочный»	1,0
Белок молочный пищевой	10,7
Сыр домашний	5,0
Сыр	9,3

Продолжение таблицы 9.3

1	2
Сухое молоко	7,6
Молочные консервы	2,94
Брынза	7,7
Масло сливочное	23,4
Мороженое	1,9
Напиток «Московский»	1,0
Молоко солодовое	1,0
Стерилизованная и ацидофильная смеси «Малютка» 3,5%-ной жирности	1,2
Сливочный напиток, сливки и сметана 10%-ной жирности	2,85
Сливки и сметана 20%-ной жирности	5,7
Сливки 35%-ной жирности	10,0
Сливки 9%-ной жирности	2,5
Сметана 15%-ной жирности	4,8
Сметана 25%-ной жирности	7,1
Сметана 30%-ной жирности	8,5
Сметана 36%-ной жирности	10,2
Сметана 40%-ной жирности	11,3
Сметана 14%-ной жирности	4,5
Творог 9%-ной жирности	3,4

Основные принципы проектирования технологических процессов

Предприятия молочной промышленности делятся по отраслям на цельномолочные, молочноконсервные, маслодельные, сыродельные, заводы сухого обезжиренного молока и заменителей цельного молока. Они различаются по профилю, по мощности (количеству перерабатываемого молока), по ассортименту выпускаемой продукции, по оснащению технологическим и вспомогательным оборудованием, по строительному решению производственных и вспомогательных помещений и т. п.

Типовые проекты предприятий молочной промышленности представлены в табл. 9.4.

Схема технологического процесса

Для организации производства отдельного продукта или целого ассортимента обосновывают способ их производства, в соответствии с которым выбирают технологическую схему, которая определяется объемами производства, а также видом и производительностью основного технологического оборудования.

Руководствуясь нормами расхода сырья и расчетными формулами, составленными на основе баланса жира и сухого вещества в сырье, основных и побочных продуктах, выполняют продуктовый расчет – определяют количество сырья, полуфабрикатов, побочных продуктов, потерь и готовых продуктов.

Таблица 9.4.

Типы предприятий и цехов	Мощность, т в смену	
	перерабатываемого молока	основного готового продукта
Молочные предприятия	35	25
Молочные комбинаты	70, 140, 210, 280	50, 100, 150, 200
Сыродельные заводы и комбинаты	50, 100, 200	2,5–2,8; 5–6,5; 10–12
Молочно-консервные комбинаты	100, 200	90, 180*
Маслодельные комбинаты с выработкой сухого обезжиренного молока (заменителя цельного молока)	35–40; 70–80 (130–160)	2,5–3,0; 6–7 (12–14)
Пристанционные и пришоссейные заводы	10, 30, 50	–
Молокоприемные пункты	10, 20	
Холодильники для дозревания сыра и хранения масла, сыра и творога	–	2000, 3000, 5000
Цехи по производству:		
цельномолочной продукции	6, 12, 30	5, 10, 25
заменителей цельного молока	10, 20, 50, 100, 200	0,7; 1,4; 3,0; 7,0; 14,0
сухого обезжиренного молока	35, 70, 140	2,5; 6,0; 12,0
сухой сыворотки	–	2,0; 4,0; 8,0
белкового концентрата	–	0,3
рафинированного молочного сахара	–	0,5; 0,7
жидких и пастообразных детских молочных продуктов	6, 12, 20	5, 10, 15

* В тубах за смену. Туб – 1000 условных банок по 400 г.

График поставки сырья на промпереработку определяют в зависимости от мощности и типа предприятия, а также условий сбора и транспортировки сырья. На маслодельных и сыродельных заводах сырье в период максимального поступления молока принимают два раза в сутки, а в период уменьшенного – один раз в сутки. Если сырье поступает с молочных ферм, оснащенных оборудованием для механической очистки и охлаждения молока, а тем более, мембранной техникой для микрофильтрации молока и тепловым оборудованием для ее термизации, допускается доставка молока на предприятие один раз в трое суток. На крупных молочных комбинатах и молочно-консервных заводах при круглосуточной работе график поступления молока составляют с учетом условий доставки сырья и пропускной способности предприятия.

При составлении схемы и графика технологического процесса и подборе оборудования стремятся к тому, чтобы обеспечить бесперебойную работу предприятия, высокую производительность труда и оптимизацию производства; обеспечение качества и безопасности продукта при минимальной его себестоимости; комфортные условия труда.

При составлении графика технологических процессов отдельные машины и аппараты в производственных линиях должны быть согласованы по производительности. Оборудование в помещении цехов и участков предприятия размещают с учетом поточности производственных процессов, безопасности и удобства обслуживания.

Заключение

Современный уровень развития молочной промышленности, существующий научно-технический потенциал свидетельствуют о том, что технология и техника переработки молока и производства молочных продуктов достигли высокого совершенства. Одним из приоритетных направлений развития отечественной науки в области переработки сырья растительного и животного происхождения является разработка принципиально новых, оригинальных процессов и технологий, среди которых первостепенное значение занимают биотрансформация, получение и использование биологически активных веществ. Практическая реализация получения и использования биологически активных веществ молока предполагает решение комплекса научных и прикладных проблем, как то:

- разработка эффективных и доступных способов определения биологически активных веществ молока;
- исследование различных видов молочного сырья с целью определения промышленных ресурсов биологически активных веществ;
- установление влияния зоотехнических и биотехнологических факторов на количество и качество биологически активных веществ молока;
- разработка научных предпосылок промышленной технологии выделения биологически активных веществ из молочного сырья;
- научное обоснование и оптимизация технологических параметров получения обогащенных фракций и химически чистых препаратов биологически активных веществ молока;
- медико-биологические и клинические исследования биологически активных веществ молока;

- научное обоснование рекомендаций по применению биологически активных веществ молока.

Реализация научных основ получения биологически активных веществ молока позволит решить ряд важных социально-экономических проблем.

1. Наиболее полное и рациональное использование сырьевых ресурсов молочной промышленности и повышение эффективности производства.
2. Снижение экологического воздействия предприятий молочной промышленности на окружающую среду.
3. Обеспечение различных слоев населения продуктами функционального питания.

В мире сформировалось новое направление – производство продуктов здорового питания или функционального питания, которое, по прогнозу специалистов, на 30–50% заменит традиционные лекарственные препараты профилактической и восстановительной медицины. В связи с этим перед молочной промышленностью в XXI веке стоят следующие основные научно-технические проблемы:

- совершенствование и выход на качественно новый уровень производства и использования пробиотиков и пребиотиков;
- разработка теоретических и прикладных основ производства биологически активных веществ для создания биопрепаратов и парафармацевтической продукции из молочного сырья.

Научная и практическая реализация вышеперечисленных проблем возможна на основе нанотехнологий и биотехнологий с применением современных достижений науки и техники.

Нанотехнология – основа инноваций в пищевой технологии, в том числе в молочной промышленности. В 2005 г. впервые введено понятие «нанопища» (нанопитание) на первой конференции Nano Food (Wageninger, Netherlands, 20-21.06.2005). Согласно материалам этой конференции, нанотехнология в пищевой промышленности – основа тотального мониторинга качества и безопасности производства продуктов питания путем диагностики посредством т. н. квантовых точек (наносенсоров), способных достоверно определять химические, биологические и другие составляющие нанопищи.

Использование принципиально новых подходов в решении продовольственного обеспечения в глобальных масштабах усугубляется социально-экономическими аспектами питания. Это связано с тем, что в XX веке возник, а в XXI веке получает развитие кризис питания человечества. Поэтому необходима новая стратегия решения продовольственной программы на основе использования современных достижений науки и техники и, в частности, нанотехнологий.

В настоящее время в пищевой промышленности широкое распространение получают новые физические методы обработки животного и растительного сырья, к числу которых можно отнести мембранные технологии, основанные на разделении пищевых сред с помощью полупроницаемых мембран: микрофильтрация, ультрафильтрация, диафильтрация, нанофильтрация, гиперфильтрация, электродиализ. Перспективным направлением является разделение и фракционирование минорных компонентов из сырья растительного и животного происхождения и создание композиций, обладающих качественно новыми свойствами. С развитием человеческого общества совершенствовались способы обработки продуктов питания, в том числе и способы их хранения. Современные достижения науки и техники позволили применять новые, нетрадиционные способы стерилизации, обеспечивающие высокий эффект стерилизации при минимальном воздействии на составные части пищевого сырья. К их числу можно отнести мембранную, микроволновую, ультразвуковую стерилизацию, а также использование радиационной энергии и инфракрасного излучения.

Перечисленные научные направления представляют качественно новый уровень развития биотехнологии, который может быть отнесен к нанотехнологии, открывающей стратегическое направление перспективного развития цивилизации.

Об авторе

Наталья Александровна Тихомирова – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Технология молока и молочных продуктов» Московского государственного университета прикладной биотехнологии (МГУПБ).

Н.А. Тихомирова – выпускница Московского технологического института мясной и молочной промышленности (МТИММП), в 1983 г. получила красный диплом с присвоением квалификации инженер-технолог молочной промышленности. В 1986 г. она поступила в очную аспирантуру ВНИМИ, где под руководством заслуженного деятеля науки, д.т.н., проф. И.А. Радаевой подготовила диссертационную работу, которую успешно защитила в 1990 г. Тема работы: «Разработка технологии молочных консервов на основе ультрафильтрации цельного молока».

В 1997 г. Н.А. Тихомирова поступила в докторантуру (МГУПБ), а в 2000 г. защитила диссертацию на тему: «Научные и практические основы получения из молочного сырья биологически активного вещества ангиогенина» с присвоением ученой степени доктора технических наук.

Н.А. Тихомирова автор более 150 научных работ, имеет 3 авторских изобретения и 10 патентов.

Круг научных интересов – технология продуктов функционального питания, биотехнология, фракционирование биологически активных веществ молока. За достигнутые результаты в научной и педагогической деятельности Н.А. Тихомирова награждена серебряной медалью, дипломами и грамотами РАСХН, Министерства сельского хозяйства РФ, Министерства высшего образования РФ в номинации «За личный вклад в науку».

Тихомирова Н.А. является членом редколлегии научно-производственного журнала «Молочная промышленность» и «Переработка молока».

Литература

1. Бредихин С.А., Юрин В.Н Техника и технология производства сливочного масла и сыра. – М.: КолосС, 2007. – 319 с.
2. Вышемирский Ф.А. Масло из коровьего молока и комбинированное. – СПб.: Гиорд, 2004. – 720 с.
3. Гигиенические требования по применению пищевых добавок. СанПиН 2.3.2.1293–03. – М.: Минздрав России. 2003. – 416 с.
4. Голубева Л.В. Технология молочных консервов и заменителей цельного молока. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 376 с.
5. Голубева Л.В., Пономарев А.Н. Современные технологии и оборудование для производства питьевого молока. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 179 с.
6. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов. – СПб.: Гиорд, 2004. – 320 с.
7. Гудков А.В. Сыроделие: Технологические, биологические и физико-химические аспекты. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 804 с.
8. Диланян З.Х. Основы сыроделия. – М.: Пищевая промышленность. 1980. – 112 с.
9. Донченко Л.В., Надыкта В. – Продукты питания в отечественной и зарубежной истории. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 296 с.
10. Дунченко Н.И., Храмцов А.Г. и др. Экспертиза молока и молочных продуктов. Качество и безопасность. Уч. пособие. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 477 с.
11. Калинина Л.В., Ганина В.И., Дунченко Н.И. Технология цельномолочных продуктов: Учебное пособие для вузов. – СПб.: Гиорд, 2008. – 248 с.
12. Крусь Г.Н. Технология молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусь, А.Г. Храмцов, З.В. Волокитина, С.В. Карпычев; под ред. А.М. Шалыгиной. – М.: КолосС, 2007. – 455 с.
13. Крусь Г.Н., Кулешова И.М., Дунченко Н.И. Технология сыра и других молочных продуктов. – М.: Колос, 1992. – 320 с.
14. Крусь Г.Н., Тиняков В.Г., Фофанов Ю.Ф. Технология молока и оборудование предприятий молочной промышленности. – М.: Агропромиздат, 1986. – 279 с.

15. Кунижев С.М., Шуваев В.А. Новые технологии в производстве молочных продуктов. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 208 с.
16. Лисин П.А. Компьютерные технологии в рецептурных расчетах молочных продуктов. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 102 с.
17. Маршалл Р.Т., Гофф Г.Д., Гартел Р.У. Мороженое и замороженные десерты. – СПб.: Профессия, 2005. – 376 с.
18. Микробиологические основы молочного производства: Справочник / Н.С. Королева, А.Л. Банникова, В.Ф. Семенихина и др. – М.: Агропромиздат, 1987.
19. Оленев Ю.А. и др. Справочник по производству мороженого. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 900 с.
20. Охрименко О.В., Горбатова К.К., Охрименко А.В. Лабораторный практикум по химии и физике молока. – СПб.: Гиорд, 2005. – 256 с.
21. Проектирование предприятий молочной отрасли с основами промстроительства: Учеб. пос. / Л.В. Голубева, Л.Э.Глаголева, В.М. Степанов, Н.А. Тихомирова. – СПб.: Гиорд, 2006. – 288 с.
22. Радаева И.А. Технология молочных консервов и заменителей цельного молока: Справочник / И.А. Радаева, В.С. Гордезиани, С.П. Шулькина; под ред. Я.И. Костина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 351 с.
23. Рогожин В.В. Биохимия молока и молочных продуктов. Учебное пособие. – СПб.: Гиорд, 2006. – 320 с.
24. Рябцева С.А. Технология лактулозы. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 232 с.
25. Сажинов Г.Ю. Технологии и системы контроля качества, применяемые при производстве продуктов детского питания. – М.: ООО «Экспосинтез», 2002. – 731 с.
26. Синельников Б.М., Храмцов А.Г., Евдокимов И.А., Рябцева С.А., Серов А.В. Лактоза и ее производные. – СПб.: Профессия, 2007. – 768 с.
27. Скотт Р., Робинсон Р., Уилби Р. Производство сыра. Научные основы и технологии. – СПб.: Профессия, 2005. – 464 с.
28. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания. Справочник. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.
29. Состав и свойства молока как сырья для молочной промышленности: Справочник / Н.Ю. Алексеева, В.П. Аристова, А.П. Патратий и др.; под ред. Я.И. Костина. – М.: Агропромиздат. – 239 с.
30. Справочник технолога молочного производства. Т.6. Технология детских молочных продуктов. – СПБ.: Гиорд. 2005. – 512 с.
31. Степаненко П.П. Микробиология молока и молочных продуктов.– Сергиев Посад МО: ООО «Все для Вас-Подмосковье», 2006. – 415 с.
32. Степаненко П.П. Руководство к лабораторным занятиям по микробиологии молока и молочных продуктов. – М.: Изд-во Лира, 2005. – 653 с.

33. Степанова Л.И. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т.2. Масло коровье и комбинированное. – СПб.: Гиорд, 2003. – 336 с.
34. Тамим А.Й., Робинсон Р.К. Йогурты и другие кисломолочные продукты. – СПб.: Профессия, 2003. – 664 с.
35. Твердохлеб Г.В. Вологодское маслоделие. История развития: монография / Г.В. Твердохлеб, В.О. Шемякин, Г.Ю. Сажинов, П.В. Никифоров. – СПб.: СПБГУНиПТ, 2002. – 245 с.
36. Твердохлеб Г.В., Раманаускас Р.И. Химия и физика молока и молочных продуктов. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 360 с.
37. Твердохлеб Г.В. Технология молока и молочных продуктов / Г.В. Твердохлеб, З.Х. Диланян, Л.В. Чекулаева, Г.Г. Шиллер. – М.: Агропромиздат, 1991. – 463 с.
38. Тепел А. Химия и физика молока: Пер. с нем. Под ред. Н.А. Горностайской, А.П. Патратий. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 624 с.
39. Технология цельномолочных продуктов и молочнобелковых концентратов: Справочник / Е.А. Богданова, Р.Н. Хандак и др. – М.: Агропромиздат, 1989.
40. Тихомирова Н.А. Природный и рекомбинантный ангиогенин. Свойства и количественный анализ. – М.: Пищевая промышленность, 1999. – 137 с.
41. Тихомирова Н.А. Технология продуктов функционального питания. Изд. 2-е, доп. и перераб. – М.: «Франтера», 2007. – 246 с.
42. Храмцов А.Г. и др. Технология кормовых добавок нового поколения из вторичного молочного сырья. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 288 с.
43. Храмцов А.Г. и Нестеренко П.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 587 с.
44. Храмцов А.Г., Василисин С.В. Промышленная переработка вторичного молочного сырья. Обезжиренное молоко. Молочная сыворотка. Пахта. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 100 с.
45. Храмцов А.Г., Василисин С.В. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т.5. Продукты из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки. – СПб.: Гиорд, 2004. – 576 с.
46. Храмцов А.Г., Евдокимов И.А. Интенсивная технология молочного сахара. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 284 с.
47. Чекулаева Л.В., Чекулаев Н.М. Сгущенные молочные консервы. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 264 с.
48. Шаманова Г.П. Производство продуктов детского питания на молочной основе. – М.: Агропромиздат, 1987. – 272 с.
49. Шалыгина А.М., Калинина Л.В. Общая технология молока и молочных продуктов. – М.: КолосС, 2007. – 200 с.
50. Щербакова О.Е. Заменители молока для молодняка сельскохозяйственных животных. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 103 с.

Содержание

Введение ... 3

Глава 1. Общая технология молока и молочных продуктов ... **12**

1.1. Классификация молочных продуктов, специфическое сырье и материалы, организация подготовительных работ ... 12

1.2. Понятие о молочном скотоводстве ... 14

1.3. Молоко как сырье для молочной промышленности ... 28

1.4. Сепарирование и нормализация молока ... 33

1.4.1. Сепарирование ... 33

1.4.2. Нормализация ... 40

1.5. Гомогенизация и эмульгирование молочного сырья ... 44

1.5.1. Гомогенизация ... 44

1.5.2. Эмульгирование ... 47

1.6. Мембранные методы разделения и концентрирования ... 48

1.7. Термическая обработка молока ... 58

1.8. Кавитационная обработка ... 78

1.9. Мойка и дезинфекция технологического оборудования ... 80

Лабораторные и практические занятия ... 85

Работа 1. Исследование состава, свойств и качества молока как сырья молочной промышленности ... 85

Работа 2. Сепарирование молока ... 91

Глава 2. Технология цельномолочных продуктов ... **95**

2.1. Технология питьевого пастеризованного и стерилизованного молока и сливок ... 95

2.2. Технология заквасок и бактериальных препаратов ... 114

2.3. Технология жидких диетических кисломолочных продуктов ... 118

2.4. Технология сметаны ... 133

2.5. Технология творога и творожных изделий ... 138

2.6. Технология мороженого ... 151

2.7. Десерты ... 169

Лабораторные работы ... 170

Работа 1. Изучение состава и свойств цельномолочных продуктов ... 170

Работа 2. Изучение процесса сквашивания в производстве кисломолочных продуктов ... 173

Работа 3. Изучение технологии мороженого. Оценка качества мороженого ... 175

Глава 3. Технология масла ... **181**

3.1. Виды масла ... 181

3.2. Способы производства масла ... 184

3.3. Производство масла способом сбивания ... 191

3.4. Производство масла способом преобразования высокожирных сливок ... 206

3.5. Технология различных видов масла ... 213

3.6. Упаковка, маркировка и хранение масла ... 232

3.7. Пороки и оценка качества масла ... 233

Лабораторные работы ... 239

Работа 1. Изучение технологии сливочного масла ... 239

Работа 2. Изучение свойств масла, выработанного различными способами ... 241

Приложения ... 244

Нормы предельно допустимых потерь обезжиренного молока ... 246

Нормы предельно допустимых потерь пахты ... 246

Показатели, используемые при расчете норм расхода молока 1 т сливочного масла ... 247

Глава 4. Технология сыра ... **248**

4.1. Общая технология сыра ... 248

4.2. Особенности технологии отдельных видов сыров ... 279

4.3. Технология плавленых сыров ... 297

Лабораторные работы ... 311

Работа 1. Исследование сыропригодности молока ... 311

Работа 2. Изучение технологии мягких сычужных сыров ... 312

Работа 3. Изучение технологии плавленого сыра ... 314

Приложение 1. Норма расхода смеси на 1 т зрелого сыра 318
Приложение 2. Показатели, используемые при расчете норм расхода молока на 1 т сыра 319

Глава 5. Технология молочных консервов 320
5.1. Основные процессы производства молочных консервов 326
5.2. Молочные консервы на основе абиоза 339
5.3. Молочные консервы на основе ксероанабиоза 383
Приложение 1. Ассортимент молочных консервов 411
Приложение 2. Ассортиментные номера молочных консервов 414
Приложение 3. Расчетная таблица для определения СМО, СОМО, Ж/СОМО молока 416
Приложение 4. Нормы расхода сырья при производстве сгущенного молока с сахаром 417
Приложение 5. Нормы расхода сырья при производстве нежирного сгущенного молока с сахаром 418
Приложение 6. Потери при производстве сгущенных и сухих молочных консервов 419
Приложение 7. Расчетная таблица для определения массы компонентов нормализации при выработке сгущенного молока с сахаром 420
Приложение 8. Расчетная таблица для определения массы компонента нормализации при выработке сухого молока 25%-ной жирности 421
Приложение 9. Расчетная таблица для определения массы компонента нормализации при выработке молока сгущенного стерилизованного 422
Приложение 10. Пищевая и энергетическая ценность продукта «Сгущенка с сахаром вареная» 423

Глава 6. Технология продуктов детского питания 424
6.1. Виды молочных продуктов детского питания и требования к сырью для их производства 424
6.2. Технология жидких стерилизованных и кисломолочных продуктов детского питания 435
6.3. Технология сухих продуктов детского питания 456
Лабораторная работа. Изучение состава и свойств жидких молочных продуктов для детского питания 459

Глава 7. Технология продуктов из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки 461
7.1. Промышленные ресурсы обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки: характеристика и структура использования 461
7.2. Технология продуктов из обезжиренного молока и пахты 473
7.3. Технология продуктов из молочной сыворотки 481
7.4. Технология получения биологически активных белков молока 492
Практическая работа. Определение энергетической и биологической ценности вторичного молочного сырья 493
Лабораторная работа. Изучение выделения и фракционирования белков молока методом высаливания 495
Приложение 497

Глава 8. Технология продуктов функционального питания на молочной основе 498
8.1 Сухие продукты 499
8.2. Жидкие молочные продукты 517
8.3. Продукты для профилактики и лечения дисбактериозов на основе лактулозы 521
8.4. Пищевые добавки 524

Глава 9. Технологические расчеты при производстве молока и молочных продуктов. Проектирование технологических процессов 527
Продуктовый расчет производства питьевого молока стерилизованного и пастеризованного 529
Продуктовый расчет производства кефира 531
Продуктовый расчет производства ряженки 532
Продуктовые расчеты производства молочных консервов 533
Продуктовый расчет сыродельных заводов 536
Продуктовые расчеты продуктов переработки подсырной сыворотки 538
Продуктовый расчет маслодельных заводов 541
Продуктовые расчеты продуктов переработки обезжиренного молока 543

Заключение 549
Об авторе 552
Литература 553

Учебное издание

Тихомирова Наталья Александровна

Технология и организация производства молока и молочных продуктов

Главный редактор *О. В. Саламаха*
Заместитель редактора *Г. И. Елагин*
Художественный редактор *Н. И. Смирнова*
Редактор *О. Д. Хилиль*
Художник *Л. Б. Саламаха*

Подписано в печать 06.09.07. Формат 60×90 1/16.
Бумага офсет № 1. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 35,0. Уч.-изд. л. 32,3.
Тираж 2000 экз. Заказ № 2727.

Издательство «ДеЛи принт».
123181, г. Москва, а/я 42, тел. (495) 265-7145; www.deli.ru
Отпечатано в ООО ПФ «Полиграфист»
160001, г. Вологда, ул. Челюскинцев, 3.