

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А. А. Бренч, В. С. Ветров

ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

В двух частях

Часть 1

ПЕРЕРАБОТКА МОЛОКА И ПРОИЗВОДСТВО МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением
по образованию в области сельского хозяйства
в качестве учебно-методического пособия для студентов
высших учебных заведений специальности 1-74 06 02
«Техническое обеспечение процессов хранения
и переработки сельскохозяйственной продукции»*

Минск
БГАТУ
2011

УДК 637.1/3(07)
ББК 36.95я7
Б87

Рецензенты:

кафедра товароведения продовольственных товаров
Белорусского государственного экономического университета;
кандидат технических наук, заведующий лабораторией сыроделия
и маслоделия РУП «Институт мясо-молочной промышленности
НАН Беларуси» *К. В. Объедков*

Бренч, А. А.
Б87 Технологии переработки продукции животноводства :
учеб.-метод. пособие : в 2 ч. Ч. 1. Переработка молока и
производство молочной продукции / А. А. Бренч, В. С. Вет-
ров. – Минск : БГАТУ, 2011. – 156 с.
ISBN 978-985-519-482-9 .

Рассмотрены современные технологии производства ассортимента пище-
вой продукции из молока. Изложены технологические особенности производства
разных видов продукции, требования к исходному сырью, пищевые и биологиче-
ские ценности молочных продуктов, их химический состав, основные виды техно-
логического оборудования.

Пособие содержит практические занятия по технологиям производства
продукции, оценки свойств исходного сырья и получаемых продуктов.

Издание предназначено для студентов агроинженерского профиля
сельскохозяйственных учебных заведений.

УДК 637.1/3(07)
ББК 36.95я7

ISBN 978-985-519-482-9

© БГАТУ, 2011

ВВЕДЕНИЕ

Концепция государственной политики в области здорового питания населения Республики Беларусь предусматривает значительное повышение качества, пищевой ценности и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. За последние годы расширились научные представления о физико-химических, биохимических и других процессах, протекающих в сырье и пищевых продуктах в процессе производства и технологической обработки и оказывающих существенное влияние на их пищевую ценность и безопасность. Постоянно меняются и ужесточаются гигиенические требования, предъявляемые к качеству сырья и продуктов питания.

Решение проблемы повышения качества, пищевой ценности и безопасности пищевых продуктов неразрывно связано с формированием государственной системы контроля качества продовольственного сырья и пищевых продуктов на всех стадиях их производства и реализации, совершенствованием технологий производства.

Молоко в Республике Беларусь является одним из основных видов пищевого сырья. Животноводческая республика, с давними традициями производства молочной и мясной продукции, Беларусь в ближайшие годы произведет более 7 млн т молока в год. По уровню производства молока на душу населения Беларусь занимает одно из лидирующих мест в мире. Молоко образует основной экспортный потенциал пищевой продукции страны.

Многим странам мира известны произведенные в Беларуси продукты: сухое молоко, сыры, масло сливочное, молочные консервы, продукты детского питания на молочной основе, цельномолочная продукция, казеин. Развитию и совершенствованию молочной отрасли Беларуси уделяется особое внимание.

Молоко – продукт повседневного спроса. В основном в Беларуси и в других странах используется коровье молоко. Молоко и продукты, вырабатываемые из него, обладают высокой пищевой ценностью и хорошо усваиваются организмом человека. Молоко вхо-

дит в рецептуры многих видов изделий, используется при производстве пищевых концентратов, продуктов детского и диетического питания. Молоко содержит 87–89 % влаги и 11–13 % сухих веществ. Из них 2,8–6,0 % приходится на молочный жир; 2,8–3,2 % составляют белки, 0,04 % – небелковые азотистые соединения (в том числе свободные аминокислоты); 4,0–5,6 % – лактоза и 0,6–0,7 % – минеральные вещества. Кроме перечисленных основных компонентов, в молоке содержатся витамины, ферменты и др. Молоко представляет собой сложную полидисперсную систему, состоящую из нескольких фаз. Молочный сахар и большая часть солей растворены в молоке, образуя истинные растворы (молекулярная и ионно-дисперсная система), белки и некоторые соли находятся в состоянии коллоидного раствора (коллоидная система), жир – в виде эмульсии. Раствор солей поддерживает белки молока в коллоидном состоянии. Нарушение состояния одной из систем вызывает изменение других. В молоке и молочных продуктах содержится как свободная, так и связанная влага. Большая часть воды в молоке находится в свободном состоянии. Свободная вода является растворителем для всех водорастворимых веществ, содержащихся в молоке: молочного сахара, минеральных веществ, водорастворимых витаминов и др. Связанная вода входит в состав различных гидрофильных коллоидов молока – белков, фосфолипидов.

Молочный жир состоит преимущественно из триглицеридов. В нем содержатся также фосфолипиды (лецитин и кефалин), свободные жирные кислоты, стерины (холестерин), жирорастворимые витамины (A, D) и β -каротин. В состав молочного жира входит около 20 жирных кислот.

Свойства молочного жира определяются составом и структурой входящих в его состав жирных кислот. Это в основном насыщенные жирные кислоты – пальмитиновая, стеариновая, миристиновая, из ненасыщенных жирных кислот в незначительных количествах входят олеиновая (мононенасыщенная), линолевая, линоленовая и арахидоновая (полиненасыщенные) кислоты, а также в небольшом количестве свободные жирные кислоты. При хранении молока в процессе гидролиза триглицеридов под действием липаз количество их возрастает за счет появления масляной, капроновой и других кислот, в результате чего молоко приобретает привкус прогорклости и качество его снижается. Молочный жир содержится в молоке в виде жировых шариков диаметром 1–5 мкм. Жировые шарики покрыты белково-лецитиновой оболочкой, обеспечивающей стой-

кость жировой эмульсии, которая не разрушается даже при технологической переработке молока (нагревании, охлаждении, механическом воздействии). Молочный жир прекрасно усваивается организмом человека, так как имеет низкую температуру плавления (28–30 °С) и находится в тонкодиспергированном состоянии. Кроме того, в молоке в небольшом количестве содержатся жироподобные вещества – фосфатиды и стеринны. Из фосфатидов в молоке присутствует лецитин и кефалин, из стериннов – холестерин и эргостерин. Эргостерин под действием ультрафиолетовых лучей в организме коровы превращается в витамин Д, поэтому в молоке летнего удоя этого витамина содержится больше, чем в молоке зимнего удоя.

В молоке содержится в среднем 3,3 % белков, в том числе 2,7 % казеина, 0,4 % лактоальбумина и 0,2 % лактоглобулина. Казеин в молоке представлен в виде сложного комплекса с солями кальция и фосфорной кислоты. Важным свойством казеина является способность к коагуляции, при которой происходит разрушение его коллоидного состояния. При выработке молочных продуктов коагуляцию казеина проводят с помощью кислот, сычужного фермента и хлорида кальция.

Основную часть сывороточных белков составляют β -лактоглобулины, α -лактоальбумины и иммуноглобулины, содержащиеся в молоке в тонко диспергированном состоянии. Казеин и сывороточные белки несколько отличаются по аминокислотному составу. Так, в казеине больше содержится, чем в сывороточных белках, глутаминовой кислоты, в то время как в сывороточных белках значительно больше такой важной аминокислоты, как цистин. Сывороточные белки не осаждаются ни сычужным ферментом, ни кислотой. Нагревание молока до 60 °С вызывает частичное, а до 85–100 °С – полное свертывание α -лактоальбумина. Лактоглобулин из растворенного состояния, в котором он находится в молоке, в слабокислой среде при нагревании свыше 75 °С осаждается. Благодаря значительному содержанию незаменимых аминокислот белки молока являются полноценными. Особенно богаты незаменимыми аминокислотами сывороточные белки, в которых содержание таких дефицитных аминокислот, как лизин, триптофан, метионин и треонин, наиболее высоко. Белки молока обладают высокой усвояемостью (95–96 %). Небелковые азотистые соединения, в том числе свободные аминокислоты, содержатся в молоке в незначительных количествах.

Лактоза – основной углевод молока, который положительно влияет на организм человека: помогает усвоению кальция и фосфора из пищи, улучшает состав микрофлоры кишечника благодаря тому, что образующаяся при сбраживании лактозы молочная ки-

слота подавляет развитие гнилостных бактерий. Кроме того, составной ее компонент – галактоза необходим для построения нервных и мозговых тканей человека.

Лактоза подвергается сбраживанию после предварительного расщепления галактозидазой на составляющие ее моносахара: глюкозу и галактозу.

При нагревании молока до температуры 95 °С и выше может происходить изменение его цвета, обусловленное реакцией меланоидинообразования, проходящей между лактозой и аминокислотами. Наиболее активно эта реакция протекает при стерилизации, сгущении и сушке молока.

Минеральные вещества представлены в молоке кальцием, натрием, калием, фосфором и хлором. Содержание кальция в молоке составляет в среднем 120 мг/л. Кальций имеет большое значение в технологии переработки молока. Например, низкое содержание кальция замедляет сычужное свертывание казеина при выработке сыра и творога, а его избыток вызывает свертывание белков молока при тепловой обработке. Кальций и фосфор находятся в молоке в легкоусвояемой и хорошо сбалансированной форме. Из микроэлементов молоко содержит ионы меди, цинка, марганца, йода, кобальта и др. Количество микроэлементов зависит от рационов кормления, стадии лактации, состояния здоровья животных и т. д. В молоке микроэлементы связаны с белками или оболочками жировых шариков.

Ферменты молока подразделяют на истинные, или нативные, которые образуются в клетках молочной железы или переходят в молоко из крови животного, и ферменты микроорганизмов. Наиболее важными в технологии переработки молока являются представители оксидоредуктаз: редуктаза, пероксидаза, каталаза и гидролаз: липаза, фосфатаза, β -галактозидаза.

Редуктаза накапливается в молоке по мере обсеменения его микроорганизмами, потому редуктазная проба служит показателем общей бактериальной обсемененности молока. Пероксидаза – нативный фермент, который характеризуется термостабильностью и инактивируется при температуре около 80 °С. Каталаза – нативный фермент, переходящий в молоко из тканей молочной железы. В молоке может присутствовать также каталаза бактериального происхождения. Каталаза окисляет пероксид водорода с образованием молекулярного кислорода. По количеству выделившегося кислорода судят о содержании каталазы в молоке. В молоке, полученном от здоровых животных, каталазы мало, а в молоке, полученном от больных животных, каталазы много.

Молоко содержит нативную и микробную липазу. Нативная липаза связана с казеином и оболочками жировых шариков и не обладает высокой активностью, в то время как микробная очень активна и может вызвать прогорклый вкус молока и молочных продуктов. Некоторые плесневые липазы обуславливают образование вкуса и аромата сыров, например рокфор, камамбер и др.

Фосфатаза – нативный фермент молока. Высокая чувствительность ее к температуре положена в основу метода контроля эффективности пастеризации молока и молочных продуктов. Лактаза (β -галактозидаза) выделяется молочнокислыми бактериями и некоторыми дрожжами. Она катализирует расщепление лактозы на глюкозу и галактозу. В молоке содержатся также нативные и бактериальные протеазы. В сыром молоке содержатся активные протеазы, которые могут вызвать различные пороки молока и молочных продуктов.

Витамины в молоке представлены достаточно широко. Их содержание колеблется в зависимости от времени года, стадии лактации, кормового рациона, породы и индивидуальных особенностей животных. Из водорастворимых витаминов в молоке содержатся: тиамин (B_1), рибофлавин (B_2), ниацин (PP), пиридоксин (B_6), цианкобаламин (B_{12}), аскорбиновая кислота (C) и биотин (H). Содержание витаминов B_1 , B_2 , PP, C в молоке относительно постоянно и практически не зависит от вида корма, так как эти витамины синтезируются микрофлорой рубца и кишечника животных. Из жирорастворимых витаминов в молоке присутствуют ретинол (A), кальциферол (D) и токоферол (E). Летом содержание токоферола в молоке выше, чем зимой. Окраска молока и молочного жира обусловлена наличием в нем пигмента оранжевого цвета – каротина. Содержание каротина в молоке зависит от состава корма, времени года и породы животного. Желто-зеленая окраска молочной сыворотки объясняется наличием в ней рибофлавина.

Все молоко, поступающее на переработку и в торговую сеть для непосредственного потребления, проходит пастеризацию или стерилизацию. Качество молока оценивают органолептически и с помощью физико-химических методов анализа.

Цель настоящего учебно-методического пособия – обучение студентов современным наиболее эффективным технологиям производства, хранения и переработки молочного сырья и пищевых продуктов из него, органолептическому и теххимическому контролю качества сырья и продукции. Данное пособие содержит практические занятия по отдельным темам, связанные с технологиями производства продукции из молока, а также оценкой их качества.

1. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИТЬЕВОГО МОЛОКА

1.1. СБОР, ПРИЕМКА И ОБРАБОТКА МОЛОКА

Сбор, первичная обработка и транспортирование молока.

Молочные продукты высшего сорта можно выработать только из сырого молока высокого качества. Под качеством сырого молока понимают совокупность свойств (химический состав, физико-химические и микробиологические показатели), определяющих его пригодность к переработке. Изменение свойств и особенно микробиологических показателей сырого молока в значительной степени обусловлено жизнедеятельностью микроорганизмов, которые попадают в молоко при несоблюдении санитарно-гигиенических правил дойки, содержания животных, мойки оборудования для дойки, хранения и транспортирования молока. Для предотвращения бактериального загрязнения сырья необходимо не только соблюдать санитарные и ветеринарные правила получения молока, но и подвергать его первичной обработке. Цель первичной обработки – обеспечить стойкость молока при его транспортировании и хранении.

Молоко, полученное от ферм и индивидуальных хозяйств, принимается в основном предприятиями низовой сети. Первичная обработка включает следующие процессы: приемку, очистку, охлаждение или тепловую обработку с последующим охлаждением и хранение до отправки на переработку или реализацию.

При приемке молока на низовых предприятиях определяют количество по массе и качество по физико-химическим показателям (кислотность, плотность и др.) в соответствии с требованиями действующего стандарта. В процессе взвешивания для удаления механических примесей молоко фильтруют, пропуская через ткань, а затем направляют на дальнейшую очистку. Для очистки применяют фильтры разных систем, где в качестве рабочих элементов используют ватные диски, марлю, синтетические материалы, металличе-

ские сетки и пр. В настоящее время предприятия низовой сети оснащаются сепараторами-молокоочистителями. После очистки молоко следует немедленно охладить.

При поступлении на низовые предприятия молока с повышенной кислотностью (19–20 °Т) или при необходимости его длительного хранения (свыше 6 ч) молоко подвергается тепловой обработке при температуре 76 °С с выдержкой 15–20 с и охлаждению до температуры 4–6 °С на пластинчатых охлаждающих установках.

Охлажденное (не выше 10 °С) молоко транспортируют на крупные молочные предприятия в автомобильных цистернах.

Приемка и оценка качества молока. На молокоперерабатывающих предприятиях и заводах низовой сети существует определенный порядок приемки и оценки качества молока. Приемка должна осуществляться в соответствии с требованиями СТБ 1598-2006 «Молоко коровье. Требования при закупках». Согласно СТБ молоко коровье должно быть получено от здоровых животных, отфильтровано и охлаждено в хозяйстве не позднее чем через 2 ч после дойки до температуры не выше 10 °С. При сдаче-приемке на предприятиях молочной промышленности оно должно иметь температуру не выше 10 °С.

Основные изменения в молоке после его выдаивания, накопления и первичных операций перед отправкой на перерабатывающее предприятие происходят под действием микрофлоры, обуславливающей его скисание и появление различных пороков, оказывающих негативное воздействие на здоровье человека. Свежее (парное) молоко в своем составе имеет природные биологически активные вещества с антибактериальным действием, однако в течение 2–4 часов их активность прекращается. В последующем молоко загрязняется (контаминируется) различными видами микроорганизмов, попадающих в него из всевозможных источников. Соблюдение санитарно-гигиенических правил производства молока в значительной мере снижает его бактериальную обсемененность. Для предотвращения загрязнения молока, борьбы с микрофлорой принимается ряд мер, в частности его обезвреживание с использованием тепловой обработки.

В зависимости от физико-химических и микробиологических показателей сырое молоко подразделяется на четыре сорта в соответствии с требованиями СТБ 1598-2006, указанными в табл. 1.

Таблица 1

Показатели закупаемого молока (различных сортов)

Наименование показателей	Нормы для молока сорта			
	экстра	высшего	первого	второго
Цвет	Белый или белый со слегка желтоватым или кремовым оттенком.			
Консистенция	Однородная жидкость без осадка, сгустков, хлопьев белка, включений подмороженного молока, вытопленного или подвзбитого жира			
Вкус и запах	Чистые, свойственные коровьему молоку, без посторонних привкуса и запаха		Чистые, свойственные коровьему молоку, без посторонних привкуса и запаха. Допускаются в зимне-весенний период слабовыраженные кормовые привкус и запах	
Титруемая кислотность, °Т	от 16 до 18 включ.		от 16 до 20 включ.	
Степень чистоты, группа	первая		первая-вторая	
Плотность (при температуре молока 20 °С), не менее, кг/м ³	1028,0		1027,0	1027,0
Точка замерзания, °С	–0,520		–0,520	–0,520
Общее количество микроорганизмов, КОЕ/см ³	–	до 300 тыс. включ.	до 500 тыс. включ.	до 4 млн включ.
Количество соматических клеток в 1 см ³ , не более	3×10 ⁵	5×10 ⁵	7,5×10 ⁵	1×10 ⁶

При приемке молока определяют в каждой партии органолептические показатели, температуру, плотность, массовую долю жира, кислотность и эффективность тепловой обработки, а массовую долю белка, бактериальную обсемененность и сычужно-бродильную пробу – не реже 1 раза в декаду.

Способы и условия очистки молока. Очистку проводят для того, чтобы удалить механические загрязнения и естественные примеси (микроорганизмы). Она осуществляется способом фильтрования под действием сил тяжести или давления и центробежным способом на сепараторах-молокоочистителях. При фильтровании молоко должно преодолеть сопротивление, оказываемое перегородкой фильтра, выполненной из металла или ткани. При прохождении жидкости через фильтрующую перегородку на ней задерживаются загрязнения в количестве, пропорциональном объему жидкости, прошедшей через фильтр.

Периодически через каждые 15–20 мин необходимо удалять загрязнения из фильтра. Эффективность очистки в значительной мере зависит от давления, при котором происходит процесс фильтрования. Обычно в цилиндрические фильтрационные аппараты молоко поступает при давлении $2 \cdot 10^5$ Па.

Наиболее эффективна очистка молока с помощью сепараторов-молокоочистителей, состоящих из барабана с тарелками, приводного механизма и станины. Центробежная очистка в них осуществляется за счет разницы между плотностями частиц плазмы молока и посторонних примесей. Посторонние примеси, обладая большей плотностью, чем плазма молока, отбрасываются к стенке барабана и оседают на ней в виде слизи.

Схема процесса очистки, представленная на рис. 1, заключается в следующем. Молоко, подвергаемое очистке, поступает по центральной трубке в тарелкодержатель, из которого направляется в шламовое пространство между кромками пакета тарелок и крышкой. Затем молоко поступает в межтарелочные пространства, по зазору между тарелкодержателем и верхними кромками тарелок поднимается вверх и выходит через отверстия в крышке барабана. Процесс очистки начинается в шламовом пространстве, а завершается в межтарелочных пространствах.

Традиционно в технологических линиях центробежная очистка молока осуществляется при $35\text{--}40^\circ\text{C}$, так как в этих условиях происходит более эффективное осаждение механических загрязнений

вследствие увеличения скорости движения частиц. При центробежной очистке молока вместе с механическими загрязнениями удаляется значительная часть микроорганизмов, что объясняется различием их физических свойств. Бактериальные клетки имеют размеры в пределах $0,8\text{--}6,0$ мкм, а размеры белковых частиц молока значительно меньше: наиболее крупные из них достигают размера $0,1\text{--}2,0$ мкм.

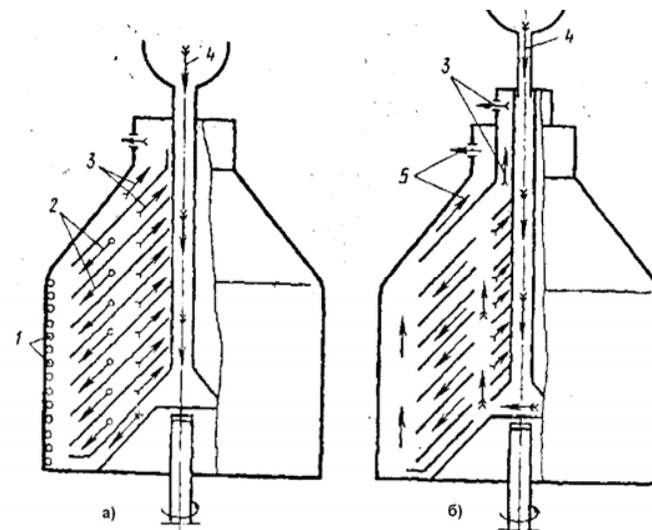


Рис. 1. Схема работы сепарирующего устройства:

- а) – молокоочиститель; б) – сливоотделитель; 1 – осадок (слизь); 2 – частицы, образующие осадок; 3 – легкая фракция (очищенное молоко или сливки); 4 – исходное молоко; 5 – тяжелая фракция (обезжиренное молоко)

Для достижения наибольшей степени удаления микробных клеток предназначен сепаратор-бактериоотделитель. Эффективность выделения микроорганизмов на нем достигает 98 %.

Сепаратор-бактериоотделитель конструктивно не отличается от сепаратора-молокоочистителя. Однако выгрузка жидкого осадка из сепаратора-бактериоотделителя осуществляется через сопла непрерывно, поэтому с осадком удаляется около 1,5 % жидкой фазы молока.

Режимы охлаждения молока. Качество молока, особенно его бактериологические показатели, в значительной степени зависит от длительности и температуры его хранения. Известно, что свежевы-

доенное молоко содержит особые бактерицидные вещества, которые не только препятствуют росту бактерий, но и уничтожают их. Однако эти бактерицидные вещества очень нестойки при высоких температурах и легко распадаются, если молоко не подвергается немедленному охлаждению. В неохлажденном молоке быстро развиваются микроорганизмы, вызывающие его скисание. Так, при температуре 32 °С через 10 ч кислотность молока повышается в 2,8 раза, а число бактерий возрастает в 40 раз. В молоке, охлажденном до 12 °С в течение 10 ч, кислотность не увеличивается, а общее число бактерий изменяется незначительно. Значит, охлаждение молока является одним из основных факторов, способствующих подавлению развития нежелательной микрофлоры и сохранению качественных показателей молока.

Размножение большинства микроорганизмов, встречающихся в молоке, резко замедляется при охлаждении его ниже 10 °С и почти полностью прекращается при температуре около 2–4 °С.

Оптимальные сроки хранения молока, охлажденного до 4–6 °С, не более 12 ч. При более длительном хранении молока в условиях низких температур возникают пороки вкуса и консистенции.

1.2. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МОЛОКА

Сепарирование и нормализация молока. *Сепарирование молока – это разделение его на две фракции различной плотности: высокожирную (сливки) и низкожирную (обезжиренное молоко).* Процесс сепарирования осуществляется под действием центробежной силы в барабане сепаратора. Молоко, распределяясь в барабане между тарелками в виде тонких слоев, перемещается с небольшой скоростью, что создает благоприятные условия для наиболее полного отделения высокожирной фракции (жировых шариков) за короткое время.

Скорость выделения жировой фракции из молока находится в прямой зависимости от размеров и плотности жировых шариков, габаритов и скорости вращения барабана и в обратно пропорциональной зависимости от вязкости молока. С увеличением размеров жировых шариков и плотности молока ускоряется процесс сепарирования и отделения сливок. Однако повышение вязкости молока приводит к снижению скорости выделения жировой фракции.

Кроме того, существенное влияние на процесс сепарирования оказывают кислотность и температура молока. Повышение кислотности молока приводит к изменению коллоидного состояния его белков, сопровождающемуся иногда выпадением хлопьев, в результате нарастает вязкость, что затрудняет сепарирование. Изменение температуры молока также обуславливает изменение его вязкости.

При повышенной температуре жировые шарики молока переходят в жидкое состояние, что способствует улучшению процесса сепарирования. Оптимальной температурой сепарирования является 35–45 °С.

Наряду с сепарированием при температуре 35–45 °С иногда применяют высокотемпературное сепарирование при температуре 60–85 °С.

Исходя из массового соотношения сливок и обезжиренного молока, можно определить требуемую жирность сливок. Определив расчетным путем соотношение между массами сливок и обезжиренного молока, устанавливают это соотношение при помощи регулировочного устройства.

На молочные предприятия молоко поступает с разным содержанием жира и сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), а в готовом продукте жир и СОМО должны содержаться в определенном количестве или соотношении. В этой связи необходима нормализация сырья.

Нормализация – это процесс регулирования состава сырья для получения готового продукта, отвечающего требованиям стандарта.

При нормализации исходного (цельного) молока по жиру могут быть два варианта: жира в цельном молоке больше, чем требуется в производстве, и жира в цельном молоке меньше, чем требуется. В первом варианте жир частично отбирают путем сепарирования или к исходному молоку добавляют обезжиренное молоко. Во втором варианте для повышения жирности исходного молока добавляют к нему сливки. Массы сливок и обезжиренного молока, необходимых для добавления к исходному молоку, рассчитываются по уравнениям материального баланса, который можно составить для любой составной части молока.

Гомогенизация молока. *Гомогенизация – это процесс обработки молока (сливок), заключающийся в раздроблении (диспергировании) жировых шариков путем воздействия на молоко значительных внешних усилий.* Известно, что при хранении свежего мо-

лока и сливок из-за разницы в плотности молочного жира и плазмы происходит всплывание жировой фракции, или ее отстаивание. Скорость отстаивания жира зависит от размеров жировых шариков, вязкости, от возможности соединения жировых шариков друг с другом. Как известно, размеры жировых шариков колеблются в широких пределах – от 0,5 до 18 мкм. Согласно формуле Стокса, скорость выделения (всплывания) жирового шарика прямо пропорциональна квадрату его радиуса. В процессе гомогенизации размеры жировых шариков уменьшаются примерно в 10 раз (до 0,5–1,0 мкм), а скорость всплывания их соответственно уменьшится примерно в 100 раз. В процессе дробления жирового шарика происходит перераспределение его оболочечного вещества. При высокой дисперсности жировых шариков гомогенизированное молоко практически не отстаивается.

В настоящее время применяют два вида гомогенизации: одно- и двухступенчатую. При одноступенчатой гомогенизации могут образовываться агрегаты мелких жировых шариков, а при двухступенчатой происходит разрушение этих агрегатов и дальнейшее диспергирование жировых шариков.

Раздельная гомогенизация предназначена для получения гомогенизированного молока с требуемым содержанием жира, повышенной стабильностью жировой дисперсной фазы и белков.

Способ раздельной гомогенизации применяют для того, чтобы увеличить производительность гомогенизации и ограничить нежелательное механическое воздействие на молочный белок при выработке питьевого молока, кисломолочных продуктов и сыров. Полученное при раздельной гомогенизации молоко по своим физико-химическим и органолептическим свойствам не отличается от обычного гомогенизированного молока при условии, если содержание жира в сливках, используемых при гомогенизации, не превышает 12 %. В молоке, полученном из сливок с повышенным содержанием жира и гомогенизированном раздельным способом, наблюдается усиленное отстаивание жира.

Мембранные методы разделения и концентрирования молока.

К мембранным методам обработки молока относятся ультрафильтрация, обратный осмос и электродиализ.

Ультрафильтрация – это процесс фильтрации под давлением с помощью полупроницаемых мембран. Для ультрафильтрации применяют мембраны с порами размером 50–100 нм. Такие мембраны

задерживают молекулы с размерами большими, чем размеры пор, и пропускают мелкие молекулы. При ультрафильтрации приходится преодолевать осмотическое давление фильтруемого раствора, так как растворитель переносится в направлении, противоположном возрастанию концентрации растворенного вещества, задерживаемого фильтром, поэтому ультрафильтрация проводится под давлением 0,1–0,5 МПа.

В молочной промышленности ультрафильтрацию используют для выделения белков из молока или молочной сыворотки.

Обратный осмос – это фильтрация растворов через полупроницаемые мембраны с порами размером менее 50 нм при давлении 1–10 МПа. При обратном осмосе через мембраны проходит только вода, а все остальные части молочного сырья задерживаются мембраной. Происходит концентрирование молочного сырья.

Электродиализ – это перенос ионов из одного раствора в другой, который осуществляется через мембрану, под действием электрического поля, создаваемого электродами, расположенными по обе стороны мембраны. Электродиализу подвержены только те вещества, которые при растворении диссоциируют на ионы или образуют заряженные комплексы. Электронейтральные вещества, молекулы которых при растворении не несут какого-либо заряда, в электродиализном процессе не участвуют.

В молочной промышленности электродиализной обработке подвергают молочную сыворотку с целью ее деминерализации. В молочной сыворотке, кроме белков и лактозы, содержится повышенное количество минеральных солей, что затрудняет ее переработку на продукты питания, особенно для детей.

1.3. ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА МОЛОКА

Влияние тепловой обработки на свойства молока. Тепловая обработка молочного сырья проводится с целью его обеззараживания. Она должна обеспечить не только надежное подавление жизнедеятельности микроорганизмов, но и максимально возможное сохранение исходных свойств молока. Любое тепловое воздействие на молоко нарушает его первоначальный состав и физико-химические свойства. Степень физико-химических изменений составных частей молока зависит главным образом от температуры и продолжительности тепловой обработки. Молочные белки под дей-

ствием тепла денатурируют. Наиболее чувствительны к нагреванию сывороточные белки, которые денатурируют при температурах выше 65 °С, казеин же обладает высокой тепловой стойкостью. При температурах выше 100 °С начинается частичное разложение лактозы, в результате которого молоко приобретает специфический вкус, запах и цвет. Молочный жир при нагревании до 100 °С практически не меняется. В процессе тепловой обработки частично разрушаются витамины, особенно водорастворимые, а также инактивируются ферменты. Минеральные соли в результате перехода растворимых солей кальция и фосфора в нерастворимое состояние частично выпадают в осадок. К видам тепловой обработки относятся пастеризация, стерилизация и термизация.

Пастеризация молока. *Пастеризация молока – это тепловая обработка молока с целью уничтожения вегетативных форм микрофлоры, в том числе патогенных.* Режим пастеризации должен обеспечить также получение заданных свойств готового продукта, в частности органолептических показателей (придать вкус, нужную вязкость, плотность сгустка).

Эффект пастеризации, обусловленный степенью гибели патогенной микрофлоры, влияет на выбор режимов и способов пастеризации. Из патогенных микроорганизмов более устойчивыми к тепловой обработке являются бактерии туберкулеза. Поскольку работа по определению возбудителей туберкулеза сложна, то эффективность пастеризации принято определять по гибели не менее стойкой кишечной палочки. Эффект пастеризации зависит от температуры и продолжительности тепловой обработки. В зависимости от этих факторов различают три режима пастеризации: длительная пастеризация – при температуре 60–63 °С с выдержкой 30 мин; кратковременная – при температуре 74–78 °С с выдержкой 20 с; моментальная – при температуре 85–87 °С или 95–98 °С без выдержки.

Наиболее распространенным способом в производстве пастеризованного молока является кратковременная пастеризация. Этот способ также надежен для инактивации микробов и максимального сохранения исходных свойств молока. Моментальная пастеризация по воздействию на микробы и свойства молока аналогична кратковременной. Таким образом, все способы пастеризации позволяют получить продукт, безвредный для непосредственного употребления в пищу, но обладающий ограниченным сроком хранения.

Одновременно с процессом пастеризации для улучшения органолептических показателей молока проводится их дезодорация. Изменение органолептических показателей происходит вследствие наличия в молоке летучих веществ и газов, особенно кислорода, обуславливающих нежелательные вкус и запах. Кислород, присутствующий в молоке, при хранении способствует окислению жировой фракции и разрушению витаминов. Для удаления из молока этих нежелательных веществ используют вакуум-дезодорационные установки. Дезодорация осуществляется обычно при температуре 65–70 °С и разрежении 0,04–0,06 МПа в течение 4–6 с. При этих условиях молоко закипает, и вместе с парами удаляются нежелательные газы и летучие вещества.

Одной из разновидностей пастеризации является термизация – тепловая обработка молока с целью увеличения продолжительности его хранения путем снижения общей бактериальной обсемененности. Ее проводят при температуре 65 °С в течение 15 с.

Стерилизация молока. *Стерилизация молока – это тепловая обработка молока (выше 100 °С) с целью повышения стойкости в хранении путем уничтожения как вегетативных, так и споровых форм микроорганизмов.* Эффективность стерилизации находится в прямой зависимости от температуры и продолжительности ее воздействия, как и при пастеризации. Стерилизация (по сравнению с пастеризацией) проводится при более высоких температурах, но с менее продолжительной выдержкой, поэтому физико-химические свойства молока претерпевают почти такие же изменения, как при пастеризации.

В зависимости от особенностей производства и фасования продукта различают периодическую и непрерывную стерилизацию в таре и в потоке с асептическим розливом. Периодическая стерилизация в таре осуществляется после фасования и герметического укупоривания продукта при температуре 110–120 °С в течение 15–30 мин. Для одноступенчатой стерилизации в таре служат стерилизаторы периодического действия – автоклавы. При периодической стерилизации продукт в таре загружают в стерилизатор, нагревают паром, выдерживают определенное время и охлаждают водой или воздухом до 40–50 °С. Периодический способ стерилизации обеспечивает высокую стойкость продукта при хранении даже в неблагоприятных условиях (при 50 °С) в течение 12 мес. и более. Однако этот способ малопроизводителен и вызывает физико-химические изменения со-

ставных частей молока вследствие продолжительного теплового воздействия. В результате этих изменений молоко приобретает сильно выраженный кипяченый вкус, буровато-кремовую окраску.

Наибольшее распространение получила непрерывная стерилизация с одноступенчатым и двухступенчатым режимами. При одноступенчатой стерилизации в потоке продукт подвергают кратковременной ультравысокотемпературной обработке (УВТ) при температуре 130–150 °С в течение нескольких секунд, после чего фасуют в асептических условиях в стерильную тару. Стерилизация в потоке может осуществляться прямым или косвенным нагревом. Прямой нагрев осуществляется путем смешивания теплоагента (пара) с продуктом, а косвенный нагрев – через теплопередающую поверхность. При смешивании с паром происходит практически мгновенное нагревание продукта, что позволяет использовать молоко более низкой термоустойчивости. Кроме того, мгновенное тепловое воздействие вызывает наименьшие физико-химические изменения. К существенным недостаткам указанного способа относятся низкий коэффициент регенерации тепла, повышенные требования к качеству пара, используемого для нагревания продукта.

Непрерывная стерилизация при двухступенчатом режиме осуществляется в следующей последовательности: первоначально продукт стерилизуют в потоке при 130–150 °С в течение нескольких секунд, затем после розлива и укуповивания вторично стерилизуют продукт в таре при температуре 110–118 °С в течение 15–20 мин. Двухступенчатый режим стерилизации предназначен не только для уничтожения микроорганизмов, имеющихся в сырье, но и попавших в продукт при его фасовании. Продукт, полученный при двукратном режиме стерилизации, обладает высокой стойкостью при длительном хранении.

1.4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИТЬЕВОГО МОЛОКА НА МОЛОЧНЫХ ЗАВОДАХ

Молоко питьевое. Пастеризованное молоко. Пастеризованное коровье молоко представляет собой нормализованное по массовой доле жира или сухих веществ молоко, обработанное при определенных температурных режимах и предназначенное для непосредственного употребления в пищу.

В зависимости от содержания жира, сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), наполнителей, а также способов тепло-

вой обработки питьевое молоко вырабатывают в широком ассортименте. Вырабатывают пастеризованное молоко с массовой долей жира 1,5; 2,5; 3,2; 3,5 и 6,0 %; с массовой долей СОМО 8,5–8,3 %; белковое молоко нежирное и с массовой долей жира 1,0 и 2,5 % и СОМО 11,6 %; топленое молоко нежирное и с массовой долей жира 1,0; 4,0; 6,0 %, а СОМО – 8,6 и 8,1 %; молоко с витамином С нежирное и с массовой долей жира 2,5 и 3,2 %; молоко с какао и кофе жирностью 3,2 %. Кислотность пастеризованного молока с разным содержанием жира должна быть не более 21 °Т, а для белкового молока – 25 °Т; степень чистоты – не ниже первой группы.

Технологический процесс производства пастеризованного молока состоит из следующих операций: приемка и подготовка сырья (сепарирование), нормализация, очистка, гомогенизация, пастеризация, топление (для топленого молока), охлаждение, фасование, упаковывание и хранение. В качестве сырья для производства пастеризованного молока используют цельное и обезжиренное натуральное молоко, сливки, сухое цельное и обезжиренное молоко, пахту, стуженное обезжиренное молоко, препарат витамина С и наполнители (сахар, какао, кофе).

Отобранное по качеству натуральное молоко и сливки нормализуют по массовой доле жира и СОМО (для белкового молока до стандартной плотности).

При выработке пастеризованного восстановленного молока сухие компоненты растворяют в воде при температуре 38–42 °С, фильтруют и охлаждают до 5–8 °С. С целью достижения требуемой плотности восстановленное молоко выдерживают при температуре охлаждения в течение 3–4 ч.

Нормализованное молоко и сливки подогревают до 40–45 °С и очищают на центробежных молокоочистителях. Затем молоко гомогенизируют при температуре 45–55 °С и давлении 10–15 МПа, а сливки – при температуре 45–85 °С, при давлении 10–15 МПа.

После гомогенизации молоко пастеризуют при температуре (76 ± 2) °С с выдержкой 20 с. При выработке топленого молока нагрев осуществляют при температуре 95–99 °С в трубчатых или пластинчатых пастеризаторах. Выдержку при данной температуре или процесс топления молока проводят в закрытых емкостях в течение 3–4 ч. После топления молоко охлаждают.

Пастеризованное молоко охлаждают до температуры 4–6 °С, затем разливают и упаковывают в полимерную тару. Хранят пастеризованное молоко при температуре от 0 до 8 °С в течение 36 ч с момента окончания технологического процесса.

Стерилизованное молоко. Стерилизованное молоко – это молоко, подвергнутое тепловой обработке при температуре выше 100 °С и предназначенное для непосредственного употребления. В зависимости от массовой доли жира и наполнителей вырабатывают следующие виды стерилизованного молока: молоко стерилизованное с массовой долей жира 1,5; 2,5; 3,2; 3,5 % и другими показателями; витаминизированное молоко с массовой долей жира 3,2 %. Кислотность стерилизованного молока не должна превышать 20 °Т, степень чистоты – не ниже первой группы.

Сырьем для стерилизованного молока является: коровье молоко не ниже первого сорта, обезжиренное молоко и сливки, цельное или обезжиренное сухое молоко высшего сорта.

Технологический процесс производства стерилизованного молока включает приемку и подготовку сырья, пастеризацию или подогрев, внесение солей-стабилизаторов (при необходимости), то есть операции, которые характерны для всех применяемых способов производства. Способы, режимы стерилизации и упаковывания продукта различны в зависимости от применяемых видов оборудования.

Технология стерилизованного молока предусматривает два способа стерилизации: одноступенчатый и двухступенчатый. При одноступенчатом способе стерилизация осуществляется один раз или в таре, или в потоке путем высокотемпературного нагрева с асептическим розливом продукта в пакеты. Одноступенчатый способ стерилизации в потоке при прямом нагревании (рис. 2) осуществляется после проведения общих операций в следующей последовательности: предварительный нагрев, стерилизация, вакуумирование, гомогенизация, охлаждение, асептический розлив (упаковывание), хранение.

Подготовленное к стерилизации молоко нагревают до температуры 74–78 °С с выдержкой 20 с, при необходимости охлаждают до 2–6 °С и хранят или направляют на стерилизацию. Молоко стерилизуют путем инъекции пара при температуре 140–142 °С с выдержкой 2–4 с, затем молоко направляется в вакуум-камеру, где при разрежении (0,06 ± 0,01) МПа температура молока снижается до 76–78 °С вследствие самоиспарения части воды. После вакуумирования оно поступает на асептический гомогенизатор, в котором гомогенизируется при давлении (22,5 ± 2,5) МПа, охлаждается до (18 ± 2) °С и направляется на розлив в асептических условиях в пакеты из комбинированного материала. Хранить стерилизованное молоко следует при температуре от 1 до 20 °С не более 10 суток со дня выработки.

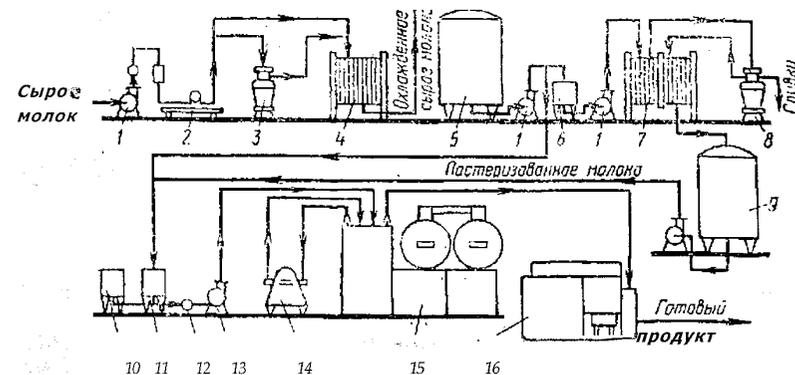


Рис. 2. Схема технологической линии производства стерилизованного молока (одноступенчатый способ):

1 – центробежный насос; 2 – счетчик для молока или весы; 3 – сепаратор-молокоочиститель; 4 – пластинчатый охладитель; 5 – емкость для сырого молока; 6, 11 – балансирующие бачки для молока; 7 – пастеризационно-охлаждающая установка; 8 – сепаратор-нормализатор; 9 – емкость для пастеризованного молока; 10 – уравнивательный бак для воды; 12 – фильтр; 13 – насос; 14 – гомогенизатор; 15 – стерилизатор; 16 – автомат асептического розлива

Одноступенчатый способ стерилизации в таре (полимерных бутылках) применяют с использованием стерилизаторов периодического действия. Нормализованное молоко нагревают до (75 ± 5) °С, гомогенизируют при этой температуре и давлении (22,5 ± 2,5) МПа, разливают в бутылки. Стерилизация укупоренных бутылок проводится в автоклавах при температуре (116 ± 1) °С с выдержкой 20–30 мин или при температуре (120 ± 1) °С с выдержкой 15 мин. После стерилизации молоко в бутылках охлаждается водой в автоклаве до температуры (65 ± 5) °С и направляется в камеру для доохлаждения. Хранить стерилизованное молоко в бутылках следует при температуре от 1 до 20 °С не более 2 мес. со дня выработки.

Двухступенчатый способ стерилизации молока состоит в следующем (рис. 3). Подготовленное для стерилизации молоко подогревают до (65 ± 5) °С, гомогенизируют при указанных режимах, затем стерилизуют в потоке при температуре (137 ± 2) °С с выдержкой 20 с, охлаждают до (35 ± 5) °С и резервируют в промежуточной емкости. Перед розливом молоко нагревают до 70–80 °С и направляют на розлив в нагретые бутылки (60–70 °С).

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Занятие 1. Отбор средних проб молока и подготовка их для анализа. Органолептическая оценка молока. Определение кислотности и плотности молока

Цель занятия: освоить методики: отбора средних проб молока и подготовки их для анализа, органолептической оценки молока и определения его кислотности и плотности.

Общие сведения

Молоко – это высококачественный продукт питания. Однако при несоблюдении правил технологии и нарушении санитарно-гигиенических условий производства, первичной обработки и транспортировки оно утрачивает свою питательность и может отрицательно влиять на здоровье человека и молодняка сельскохозяйственных животных.

При определении качества молока отдельных животных или группы коров пробы отбирают строго пропорционально удою. Перед взятием пробы молоко тщательно перемешивают и погружают в него пробник вертикально до дна сосуда (верхнее отверстие пробника закрывают пальцем), затем его с пробой вынимают из сосуда и выливают молоко в подготовленный флакон. На флаконе должна быть этикетка с данными коровы (номер и т. д.).

Для отбора пробы пропорционально удою от группы коров, обслуживаемых оператором машинного доения, из каждой фляги надоенного молока отбирают одинаковое количество проб во время каждого доения.

Объем пробы молока определяют в зависимости от того, какие анализы намечено проводить.

Для предохранения пробы молока от скисания его консервируют 40%-ным формалином из расчета 1–2 капли на 100 мл молока. Отобранные пробы молока до анализа хранят в закрытых флаконах в специальном ящике с гнездами.

Для оценки качества молока, продаваемого заводу, его тщательно перемешивают и отбирают пробу не менее 250 мл. Перед исследованием проб с отстоявшимся слоем сливок, а также консервированных их подогревают до 40 °С в водяной бане (45–50 °С), перемешивают и охлаждают до 20 °С.

Органолептические свойства – это свойства, оцениваемые с помощью органов чувств человека. К ним относятся вкус, запах, цвет

Укупоренные бутылки поступают на стерилизацию в башенный стерилизатор непрерывного действия. В секциях нагрева водой бутылки со стерилизованным продуктом подогревают до 90 °С, затем они поступают в секцию стерилизации, в которой нагреваются до температуры $(117 \pm 1) ^\circ\text{C}$ с выдержкой (13 ± 1) мин и охлаждаются водой в секциях охлаждения до $(45 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Охлажденные бутылки с продуктом направляют в камеру хранения для доохлаждения до 20 °С.

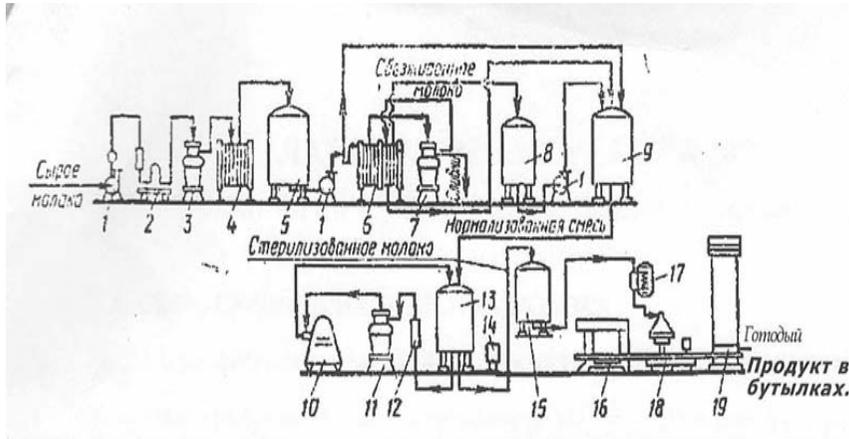


Рис. 3. Схема технологической линии производства

стерилизованного молока в бутылках (двухступенчатый способ):

1 – центробежный насос; 2 – счетчик для молока; 3 – сепаратор-молокоочиститель; 4 – пластинчатый охладитель; 5 – емкость для сырого молока; 6 – пастеризационно-охладительная установка; 7 – сепаратор-сливкоотделитель; 8 – емкость для обезжиренного молока; 9 – емкость для нормализованного молока; 10 – гомогенизатор; 11 – центробежный очиститель; 12 – выдерживатель; 13 – трубчатый стерилизатор; 14 – емкость для мойки трубчатого стерилизатора; 15 – емкость для промежуточного хранения стерилизованного молока; 16 – бутылкомоечная машина; 17 – трубчатый подогреватель; 18 – фасовочно-укупорочный автомат; 19 – башенный стерилизатор

В настоящее время на многих предприятиях используют разные способы стерилизации молока в различной упаковке. Это определяется техническими возможностями заводов и спросом на различные виды продукции.

Типичные пороки молока в зависимости от причин, их вызывающих

Порок	Причины
<i>Цвет:</i> излишне желтый	Заболевание животных желтухой, маститом, туберкулезом вымени. При скармливании коровам зубровки, тыквы
синий и голубой оттенки	Маститы, туберкулез вымени. Микроорганизмы, вырабатывающие синий и голубой пигменты. Скармливание коровам хвоща полевого, пролески, марьянника полевого. Хранение молока в цинковой посуде. Разбавление молока водой и удаление жира
красноватый оттенок	Геморрагический мастит, пироплазмоз, сибирская язва. Нарушение в технологии доения животных
<i>Запах:</i> лекарственный	Пахнущие лекарственные средства: креолин, карболовая кислота, деготь и др.
хлевный	Плохое санитарное состояние фермы, несоблюдение ветеринарно-санитарных правил получения молока
затхлый	Анаэробные микроорганизмы в плотно закрытом неохлажденном молоке
кормовой	Избыток в рационе животных силоса, капусты и других кормов, имеющих резкий запах
гнилостный	Гнилостные бактерии в продукте
<i>Вкус:</i> горький	Горькие растения в корме — полынь, лук, полевая горчица, гнилые корнеплоды. Гнилостные бактерии, дрожжи
прогорклый	Действие прямых солнечных лучей, болотистые пастбища. Флюоресцирующие бактерии, разлагающие жир
соленый	Примесь молозива, мастит
мыльный	Микроорганизмы, хранение неохлажденного молока в закрытых флягах, туберкулез вымени, нейтрализация молока содой
рыбный	Излишек в рационе коров рыбной муки, поение водой с водорослями

и консистенция молока. Определимся, какими должны быть органолептические свойства молока в норме.

Цвет нормального молока, полученного от здоровых коров, — белый или слегка желтоватый. Желтоватый оттенок молоку придают каротин и липохромы, содержащиеся в молочном жире. Цвет молока определяют в стеклянном цилиндре из бесцветного стекла при отражающем дневном свете.

Запах молока приятный, специфический. Его определяют при переливании молока из доильного ведра в молокомер или во время открывания сосуда, в котором оно хранилось или доставлено. Лучше запах ощущается в подогретом молоке.

Вкус молока, полученного от здоровых коров, слегка сладковатый. Слабые привкусы лучше выявляются в слегка подогретом (до 30°C) молоке.

Отклонения от нормальных органолептических свойств характеризуются как пороки. Причины пороков молока разные, они могут зависеть от многочисленных факторов и существенно менять органолептические характеристики молока. Например, при нагревании молока, особенно при повышенных температурах, может происходить изменение его цвета, обусловленное реакцией меланоидинообразования, вызванной химическим взаимодействием двух основных компонентов молока: белка и углевода — лактозы.

На органолептические показатели молока — сырья, а также на произведенные из него разного вида молочные продукты по различным технологиям влияют тип кормления животных, состояние их здоровья, санитарно-гигиенические условия содержания, способы лечения и вид применяемых препаратов, технологии доения и ряд других факторов. В молоко (сырье) могут попадать моющие и дезинфицирующие средства, применяемые на производстве, другие примесные продукты. В связи с этим строгое соблюдение всех технологических инструкций, правил производства является непременным условием получения высококачественной продукции — молока высших сортов. Недопустима фальсификация молока — сознательное изменение его показателей путем добавления определенных химических веществ, долива воды. Некоторые наиболее типичные пороки молока и причины, их вызывающие, приведены в табл. 2.

Порок	Причины
Консистенция: водянистая	Туберкулез, катаральное воспаление вымени. Избыток в рационе барды, свеклы и других водянистых кормов
слизистая, тягучая	Ящур, мастит. Примесь молозива. Слизеобразующие бактерии (ацидофильная палочка и др.)
творожистая	Мастит. Микроорганизмы, вырабатывающие сычужный фермент (микрোকки, маммоки)

Получение доброкачественного молока невозможно без соблюдения санитарно-ветеринарных правил его получения, то есть условий кормления и содержания животных, получения и первичной обработки молока. Ветеринарная санитария на ферме сводится к наведению порядка. Занавоженность фермы и двора, наличие грязи и насекомых способствуют загрязнению молока и обсеменению его микробами. Качественное молоко получают при условии озеленения и асфальтирования территории фермы.

На ферме должны быть молочная, комната отдыха, душевая и моечная. Работники молочных ферм обязаны проходить медицинский осмотр. Оператор машинного доения должен следить за чистотой рук, одежды, обуви. В доильном зале и молочной запрещается находиться посторонним лицам, курить, принимать пищу.

Состояние здоровья животных имеет прямое отношение к получению качественного молока. Поэтому при заболевании коров молоко от них необходимо хранить в отдельной посуде до выяснения характера заболевания. Недопустимо попадание маститного молока в общий удой. Необходимо строго соблюдать инструкции при подозрении на такие заболевания, как бруцеллез, туберкулез.

Молочную посуду, доильные аппараты, молокопровод, охладитель, другое оборудование и инвентарь необходимо ежедневно тщательно обрабатывать и правильно хранить.

Стены помещения следует белить свежегашеной известью, один раз в неделю проводить санитарный день.

Кислотность молока – это основной показатель качества нормального молока. Под кислотностью понимают число миллилитров 0,1 н. раствора щелочи, которое надо внести в 10 мл молока, чтобы получить нейтральную реакцию при индикаторе фенолфталеине.

Выражается титруемая кислотность в градусах Тернера (°Т).

Кислотность свежего натурального молока в норме составляет 16–18 °Т. Она изменяется у отдельных животных в зависимости от особенностей, периода их лактации и др.

Для определения кислотности в колбу вместимостью 100 мл отмеривают пипеткой 10 мл исследуемого молока, 20 мл дистиллированной воды и 2–3 капли 1%-го спиртового раствора фенолфталеина. Воду вливают для того, чтобы отчетливее уловить изменение цвета при титровании.

Из бюретки по каплям прибавляют в колбу при постоянном помешивании 0,1 н. раствора едкого натра до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение минуты.

Отсчитывают количество щелочи (в мл), необходимой для титрования молока. Количество щелочи, израсходованной на 10 мл молока, умножают на 10, то есть делают пересчет на 100 мл молока. Расхождение между параллельными определениями не должно быть более 1 °Т.

На нейтрализацию 100 мл только что выдоенного сборного молока требуется 16–17 мл 0,1 н. раствора щелочи. Отсюда кислотность его равна 16–17 °Т.

При благоприятных для развития микроорганизмов условиях, вследствие брожения молочного сахара и образования молочной кислоты, кислотность молока быстро повышается. Технологические свойства такого молока понижаются. Молоко с повышенной кислотностью при нагревании свертывается.

Плотность молока характеризуется отношением массы молока при температуре 20 °С к массе воды такого же объема при температуре 4 °С и выражается в г/см³. В зависимости от содержания сухих веществ плотность молока может быть разной. Плотность цельного коровьего молока колеблется в пределах 1,027–1,032 г/см³. В среднем она принята за постоянную величину, равную 1,030 г/см³.

Плотность молока определяют через 2 ч после доения. За это время улетучиваются газы из парного молока. Температура его должна быть в пределах 15–20 °С.

В стеклянный цилиндр по стенке, во избежание образования пены, наливают 200 мл перемешанного молока. Цилиндр устанавливают на горизонтальной поверхности. Ареометр должен свободно плавать в молоке, не касаясь стенок сосуда.

Погружают ареометр в молоко до деления 1,030 мл и оставляют в покое. Затем производят два отсчета: один – по шкале термометра

(в верхней части прибора), второй – по шкале ареометра. Последний отсчет делают с точностью до половины наименьшего деления шкалы.

Если температура молока 20 °С, показание шкалы ареометра соответствует физической плотности молока.

При температуре выше или ниже 20 °С нужно ввести поправку, пользуясь следующим расчетом. Каждый градус, отклоняющийся от +20 °С, соответствует поправке, равной $\pm 0,2^\circ$ ареометра. (Граду-сом ареометра называют сотые и тысячные доли истинной плотности молока.) Например, истинная плотность 1,0305. Плотность мо-лока, выраженная в градусах ареометра, будет 30,5. При температу-ре молока выше 20 °С плотность его меньше, поправку надо прибавить; при температуре ниже 20 °С – вычесть.

Если установлено, что ареометр имеет хотя бы небольшую неточ-ность, то после отсчета показаний необходимо ввести уже две поправки: на температуру и на систематическую ошибку ареометра.

Контрольные вопросы:

1. Как осуществляется отбор средней пробы молока для анализа?
2. Как предохранить пробы молока от скисания?
3. Какие показатели определяются при органолептической оценке молока?
4. Что такое кислотность молока, как она определяется?
5. Что такое плотность молока, сущность ее определения?

Занятие 2. Изучение нормативной документации по качеству молока

Цель занятия: изучить нормативную документацию по качеству молока и молочных продуктов.

На молоко коровье сырое и молоко коровье, закупаемое пред-приятиями перерабатывающей промышленности, распространяется стандарт Республики Беларусь СТБ 1596-2006 «Молоко коровье. Требования при закупках».

1. Технические требования

Молоко должно быть получено от здоровых животных в соот-ветствии с правилами ветеринарного законодательства и по качест-ву соответствовать требованиям настоящего стандарта (табл. 3).

2. Характеристики

Молоко после дойки должно быть профильтровано (очищено) и охлаждено в хозяйстве не позднее чем через 2 ч после дойки.

Молоко сырое при сдаче-приемке на предприятиях молочной промышленности должно иметь температуру не выше 10 °С.

Молоко должно быть натуральным. Замораживание молока не допускается.

Сырое молоко подразделяют на 4 сорта – экстра, высший, пер-вый и второй.

По органолептическим и физико-химическим показателям мо-локо сырое всех сортов должно соответствовать показателям, ука-занным в табл. 3.

Таблица 3

Органолептические и физико-химические показатели молока

Наименование показателей	Нормы для молока (сорт)			
	Экстра	Высший	Первый	Второй
1	2	3	4	5
<i>Органолептические:</i>				
– цвет	– белый или белый со слегка желтоватым или кремовым оттенком.			
– консистенция	– однородная жидкость без осадка, сгустков, хлопьев белка, включений подмороженного молока, вытопленного или подвзбитого жира			
– вкус и запах	– чистые, свойствен-ные коровьему моло-ку, без посторонних привкуса и запаха	– чистые, свойствен-ные коровьему моло-ку, без посторонних привкуса и запаха. Допускаются в зимне-весенний период сла-бовыраженные кормо-вые привкус и запах		
<i>Физико-химические:</i>				
– титруемая кислот-ность, °Т	от 16 до 18 включ.		от 16 до 20 включ.	
– степень чистоты, группа	первая		первая-вторая	
– плотность (при температуре молока 20 °С), не менее, кг/м ³	1028,0		1027,0	1027,0
– точка замерзания, °С	–0,520		–0,520	–0,520

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5
<i>Микробиологические:</i> – общее количество микроорганизмов, КОЕ/см ³	–	до 300 тыс. включ.	до 500 тыс. включ.	до 4 млн включ.
– количество соматических клеток в 1 см ³ , не более	3×10 ⁵	5×10 ⁵	7,5×10 ⁵	1×10 ⁶

В молоке не допускается содержание ингибирующих (моющие, дезинфицирующие, консервирующие вещества; формалин, перекись водорода) и нейтрализующих веществ (сода, аммиак).

По показателям безопасности молоко сырое экстра, высшего, первого и второго сорта должно соответствовать требованиям, указанным в табл. 4.

Таблица 4

Показатели безопасности молока

Показатели безопасности, единицы измерения	Предельно допустимый уровень
Токсичные элементы, мг/кг, не более:	
свинец	0,1 (0,05)
мышьяк	0,05
кадмий	0,03 (0,02)
ртуть	0,005
медь	1,0
цинк	5,0
Микотоксины, мг/кг, не более:	
афлатоксин М ₁	0,0005 (< 0,00002)
антибиотики, ед/г, менее:	
левомицетин (не допускается)	0,01 (0,01)
антибиотики тетрациклиновой группы	0,01
стрептомицин	0,5
пенициллин	0,01
Пестициды, мг/кг, не более:	
гексахлорциклогексан (α-, β-, γ-изомеры)	0,05 (0,02)
ДДТ и его метаболиты	0,05
Радионуклиды, Бк/кг, не более:	
цезий-137	370,0
стронций-90	18,0

Примечание. В скобках указаны предельно допустимые уровни для молока, предназначенного для производства детских продуктов.

Базисная норма массовой доли жира в молоке (для Республики Беларусь) составляет 3,4 %.

Молоко, полученное от коров в неблагополучных хозяйствах по инфекционным болезням и разрешенное для использования в пищу, должно приниматься и использоваться согласно действующим инструкциям по конкретным видам заболеваний.

Не допускается смешивание такого молока с сырым молоком, полученным от здоровых животных.

Молоко плотностью 1026,0 и 1026,5 кг/м³, кислотностью 15 и 21 °Т и бактериальной обсемененностью свыше 4×10⁶ КОЕ в 1 см³, соответствующее по остальным показателям требованиям действующего СТБ, относят к несортовому. Определение сорта молока, принятого на основании акта контрольной пробы, необходимо проводить по показателям степени чистоты и бактериальной обсемененности.

При приемке несортового молока его направляют на сепарирование с последующей переработкой сливок на масло и обезжиренного молока на кормовые цели. Приемка и переработка несортового молока должны осуществляться на отдельной линии или после переработки сортового молока.

Молоко, не соответствующее требованиям органолептических, физико-химических и микробиологических показателей, установленных к несортовому молоку, на переработку не допускается.

Контрольные вопросы:

1. Какие технические требования предъявляются к молоку?
2. Дайте характеристику молоку сортов: экстра, высшего, первого, второго.
3. Какие требования предъявляются к молоку по показателям безопасности?

Занятие 3. Определение плотности молока

Плотностью называется отношение массы вещества к его объему. Масса вещества является величиной постоянной для всех географических точек. Показатель плотности используют для пересчета молока, выраженного в килограммах, в литры и, наоборот,

для установления натуральности молока, расчета по формулам количества сухих веществ и сухого обезжиренного остатка молока и других компонентов его при использовании специальных коэффициентов.

Плотность молока определяют при температуре $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и относят к плотности воды при 4° . Плотность цельного коровьего молока колеблется в пределах $1,027\text{--}1,032$ (у отдельных коров от $1,026$ до $1,034$), а в среднем она для сборного коровьего молока принята за постоянную величину, равную $1,030$. Плотность обезжиренного молока (обрата) выше, чем цельного молока, и достигает $1,036$. Плотность сливок близка к единице, и в зависимости от их жирности колеблется от $1,005$ до $1,025$. Плотность молока повышается при подсытии сливок или прибавлении обезжиренного молока к цельному. От добавления воды плотность молока уменьшается.

Ареометр. Для определения плотности служит прибор – ареометр (лактоденсиметр). Принцип устройства ареометра основан на законе Архимеда, заключающегося в том, что на всякое тело при погружении его в жидкость действует сила, направленная снизу вверх и равная весу вытесняемой телом жидкости. В нижней расширенной части прибора находится дробь для придания определенного веса и устойчивого вертикального положения при погружении в молоко; средняя часть представляет собой шкалу с делениями. Цифры шкалы показывают истинную плотность молока ($1,015; 1,030; 1,035$ и т. п.). Иногда они обозначают плотность молока в так называемых градусах ареометра ($^{\circ}\text{A}$), что соответствует сотым и тысячным долям истинной плотности. Например, истинная плотность $1,030$ обозначается в градусах ареометра числом 30 ; 28 градусов ареометра соответствуют истинной плотности $1,028$ и т. д. Выражение плотности молока в градусах ареометра упрощает расчеты поправок на температуру и применяется в некоторых формулах. Числа на шкале ареометра увеличиваются сверху вниз (чем глубже погружается ареометр, тем меньше плотность молока). Верхняя часть прибора заканчивается шкалой термометра. Определение плотности молока можно вести лишь при температуре в пределах от $+10$ до $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ с приведением показаний ареометра к 20° . Плотность молока следует определять не раньше чем через 2 часа после доения: за это время улетучивается часть газов, растворенных в парном молоке, жир из жидкого состояния переходит в твердое. Плотность только что выдоенного молока ниже, чем плотность молока через несколько часов после выдаивания.

Порядок выполнения работы:

1. В цилиндр по стенке налить $170\text{--}200$ мл хорошо размешанного молока, после чего поставить цилиндр на ровное место.

2. Чистый сухой ареометр медленно погрузить в цилиндр (рис. 4) с молоком до деления $1,030$ и оставить в покое на $1\text{--}2$ мин. Ареометр не должен прикасаться к стенке цилиндра. Между ареометром и стенками цилиндра должно быть расстояние не менее $0,5$ см.

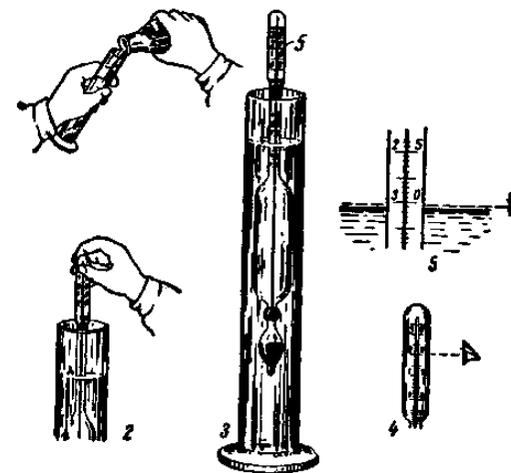


Рис. 4. Определение плотности молока:

1 – наполнение цилиндра молоком; 2 – погружение ареометра в молоко; 3, 5 – цилиндры с молоком и погруженным ареометром; 4 – визуальный отсчет температуры молока

3. Делают два отсчета: один по верхней шкале термометра (показывающий температуру), а другой – по нижней шкале ареометра (плотность). При отсчете глаза определяющего должны быть на уровне мениска молока. Отсчет делают по верхнему мениску с точностью до половины наименьшего деления шкалы. Если температура молока во время отсчета $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, то фактическая плотность его соответствует отсчитанному по шкале показателю. Если температура выше или ниже $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, то вводят поправку на температуру, для чего пользуются следующими расчетами: на каждый градус отклонения от указанной температуры берут поправку $\pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ареометра. При температуре молока выше $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ поправку берут со знаком плюс, а при температуре молока ниже указанной поправку берут со знаком минус.

Пример 1

Показания по шкале термометра – 16 °С, по шкале ареометра – 1,0295, или 29,5 °А. Поправка на температуру:

$$20 - 16 = 4 \text{ °С}; \quad 4 \cdot 0,2 = 0,8.$$

Плотность молока с поправкой, выраженная в градусах ареометра:

$$29,5 - 0,8 = 28,7 \text{ °А}.$$

Истинная плотность молока – 1,0287.

2. Показания по шкале термометра – 24 °С, по шкале ареометра – 1,0295, или 29,5 °А. Поправка на температуру:

$$24 - 20 = 4 \text{ °С}; \quad 4 \cdot 0,2 = 0,8.$$

Плотность молока с поправкой, выраженная в градусах ареометра:

$$29,5 + 0,8 = 30,3 \text{ °А}.$$

Истинная плотность молока – 1,0303.

Пример 2

Данные отсчета: температура – 17 °С, плотность – 1,029, или 29 °А. По специальной таблице (не приведена) находим на пересечении линий, идущих от 29 °А и 17 °С, плотность молока при 20 °С. Она равна 28,3 °А, или 1,0283.

Факторы, влияющие на точность анализа:

- наличие механических примесей в молоке и исследование проб ранее чем через 2 часа после доения;
- недостаточное перемешивание молока перед анализом или слишком сильное взбалтывание его, приводящее к образованию жировых комков и воздушных пузырьков;
- консервирование проб 10%-ным хромпиком. Пробы, исследуемые на плотность, надо консервировать 5%-ным раствором хромпика.

Контрольные вопросы:

1. Что такое плотность молока?
2. Какие показатели соответствуют сортовому молоку?
3. Каким прибором определяется плотность?

2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СЛИВОЧНОГО МАСЛА

2.1. ХАРАКТЕРИСТИКА СЛИВОЧНОГО МАСЛА, СЫРЬЯ ДЛЯ МАСЛОДЕЛИЯ

Общая характеристика сливочного масла. Сливочное масло – пищевой продукт, вырабатываемый из коровьего молока, состоящий преимущественно из молочного жира и обладающий специфическим, свойственным ему вкусом. Кроме жира, в масло частично переходят все составные части молока – фосфатиды, белки, молочный сахар, витамины, вода.

Характер структуры сливочного масла определяет консистенцию готового продукта, которая может быть достаточно пластичной или крошливой, слоистой, нетермоустойчивой. В формировании структуры сливочного масла участвуют вещества, находящиеся в различных агрегатных состояниях: твердом и жидком – жир; газообразном – воздух, коллоидном – белки.

На структуру, качество, стойкость масла во время хранения влияет однородность распределения и размер капель воды, размер пузырьков воздуха и пр.

Вкусовыми компонентами сливочного масла являются диацетил, жирные кислоты, некоторые эфиры жирных кислот, лецитин, белок, жиры, молочная кислота. В совокупности они придают маслу приятные вкус и запах.

Каротин (естественное красящее вещество) придает маслу желтую окраску. В зависимости от содержания каротина масло имеет сочную, с темно-желтым оттенком, или бледно-желтую окраску, а иногда почти белую. В ряде стран для придания маслу желтого цвета используют пищевые красители.

Пищевая ценность сливочного масла обусловлена его химическим составом: молочным жиром, жирными кислотами, фосфолипидами и др. Молочный жир восполняет энергетические затраты организма человека.

Таблица 5

Состав сливочного масла различных видов, %

Масло	Жир (в т. ч. растительный)	Вода	СОМО	Сухие вещества наполнителя	Хлорид натрия	Сахароза, сахар, мед
1	2	3	4	5	6	7
Вологодское						
<i>сладкосливочное:</i>						
несоленое	82,5	16,0	1,5	–	–	–
соленое	81,5	16,0	1,5	–	1,0	–
Любительское						
<i>сладкосливочное:</i>						
несоленое	78,0	20,0	2,0	–	–	–
соленое	77,0	20,0	2,0	–	1,0	–
<i>кислосливочное:</i>						
несоленое	78,0	20,0	2,0	–	–	–
соленое	77,0	20,0	2,0	–	1,0	–
Крестьянское						
<i>сладкосливочное:</i>						
несоленое	72,5	25,0	2,5	–	–	–
соленое	71,0	25,0	2,5	–	1,5	–
<i>кислосливочное:</i>						
несоленое	72,0	25,0	2,5	–	–	–
Бутербродное:						
<i>сладкосливочное</i>	61,5	35,0	3,5	–	–	–
<i>кислосливочное</i>	61,5	35,0	3,5	–	–	–
Шоколадное	62,0	16,0	4,0	–	–	18,0
Фруктовое	62,0	18,0	4,0	–	–	16,0
Медовое	52,0	18,0	5,0	–	–	125,0
Масло сливочное с наполнителями:						
с какао	52,0	27,0	8,5	2,5	–	10,0
с кофе	52,0	27,0	10,6	0,4	–	10,0
с фруктово-ягодными наполнителями	52,0	27,0	9,0	2,0	–	10,0
с облепихой	52,0	33,0	8,3	1,7	–	5,0

Жирные кислоты используются в организме человека для синтеза незаменимых аминокислот и других веществ. В молочном жире жирных кислот содержится значительно больше, чем в любом другом пищевом жире. Наибольшее значение имеют полиненасыщенные жирные кислоты (арахидоновая, линолевая, линоленовая), которые входят в состав липидов жировых клеток и фосфолипидов и являются наиболее активными.

Пищевую ценность сливочного масла повышают содержащиеся в нем фосфолипиды, особенно лецитин, попадающий в масло вместе с оболочками жировых шариков. Холестериновый обмен в организме регулируется наличием лецитина, которого в молоке и сливках несколько больше, чем холестерина. Пищевая ценность сливочного масла обусловлена также наличием в нем минеральных веществ, лактозы, водорастворимых витаминов.

Низкая температура плавления (27–34 °С) и отвердевания (18–23 °С) способствует переходу молочного жира в пищеварительном тракте в наиболее удобное для усвоения жидкое состояние. В связи с этим сливочное масло рекомендуют больным функциональными расстройствами пищеварительных органов, а также для детского питания.

Энергетическая ценность традиционного сливочного масла с массовой долей жира 82,5 % составляет 31 130 кДж/кг, крестьянского – 27 660 и бутербродного – 23 785 кДж/кг. (В табл. 5 дан состав сливочного масла разных видов.)

Способы производства масла. Технологический процесс производства масла включает концентрирование жира молока, разрушение эмульсии жира и формирование структуры продукта с заданными свойствами. Различают 2 способа производства масла: сбивание сливок (традиционный способ) и преобразование высокожирных сливок.

При выработке масла способом сбивания концентрирование жировой фазы достигается сепарированием молока и последующим разрушением эмульсии молочного жира при сбивании полученных сливок. Регулирование влаги осуществляется во время обработки масла. Кристаллизация глицеридов молочного жира завершается во время физического созревания до механической обработки масла.

При получении масла способом преобразования высокожирных сливок концентрирование жировой фазы молока осуществляется сепарированием. Нормализация высокожирных сливок по влаге проводится до начала термомеханической обработки. Разрушение эмульсии жира сливок и кристаллизация глицеридов молочного жира происходят главным образом во время термомеханической обработки.

Окончание табл. 5

1	2	3	4	5	6	7
Ярославское	52,0	30,0	14,2	0,8	—	Ксилит,
Чайное	60,0	27,0	13,0	—	—	Сорбит
Десертное	65,0	26,0	—	—	—	3,0
Десертное шоколадное	55,0	25,0	7,5	2,5	—	—
Кулинарное:						
несоленое	80,0/32,0*	18,5	1,5	—	—	10,0
соленое	79,0/31,6*	18,5	1,5	—	—	—
Детское	50,0/10,0*	42,0—	8,0—	—	—	—
		35,0	8,3	—	0,8	—
Топленое	98,0	1,0	1,0	—	—	—
Молочный жир	99,8	0,2	—	—	—	—

* Массовая доля растительного жира

Технологический процесс производства масла способом сбивания сливок состоит из следующих последовательно осуществляемых операций: приемка молока, охлаждение, хранение, подогревание, сепарирование молока, тепловая обработка сливок, низкотемпературная их подготовка (физическое созревание сливок), сбивание сливок, промывка масляного зерна, посолка масла (только для соленого масла), механическая обработка, фасование, хранение масла.

Из перечисленных операций можно исключить охлаждение и хранение принятого молока на молочных заводах, где организована быстрая переработка принятого молока. Чем короче продолжительность технологического процесса, тем больше возможностей повысить качество готового продукта.

Кроме того, из технологического процесса производства масла способом преобразования высокожирных сливок можно исключить сепарирование сливок, если на предприятии имеется высокопроизводительное оборудование для получения высокожирных сливок непосредственно из молока.

Схемы технологического процесса могут изменяться в зависимости от вида вырабатываемого масла, когда требуется включение или исключение отдельных операций.

Для производства масла перечисленными способами существуют различные технологические линии (рис. 5, 6).

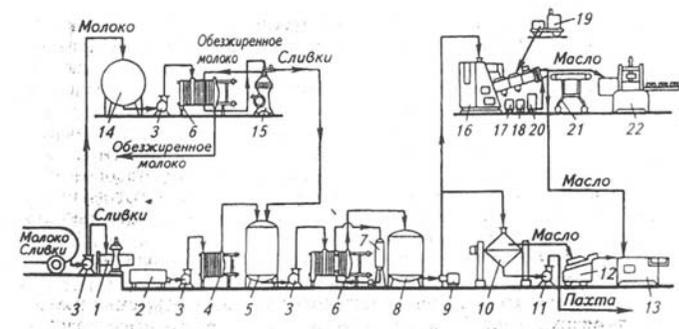


Рис. 5. Схема технологической линии производства масла способом сбивания: 1 – весы; 2 – приемная ванна; 3 – насос; 4 – пластинчатый теплообменник; 5 – емкость для сливок; 6 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 7 – дезодоратор; 8 – емкость для созревания сливок; 9 – винтовой насос; 10 – маслоизготовитель периодического действия; 11 – насос для пахты; 12 – гомогенизатор-пластификатор; 13 – машина для фасования масла в короба; 14 – емкость для молока; 15 – сепаратор-сливкоотделитель; 16 – маслоизготовитель непрерывного действия; 17 – бачок для пахты; 18 – бачок для промывной воды; 19 – устройство для посолки масла; 20 – устройство для дозирования воды в масло; 21 – конвейер для масла; 22 – автомат для фасования

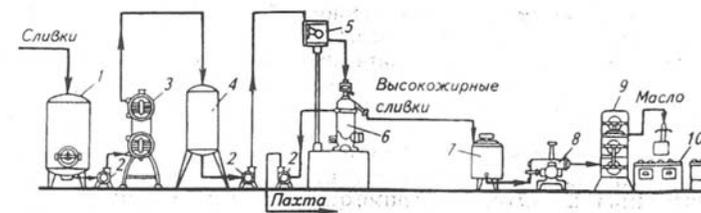


Рис. 6. Схема технологической линии производства масла способом преобразования высокожирных сливок: 1 – емкость для сливок; 2 – насос; 3 – трубчатая пастеризационная установка; 4 – дезодоратор; 5 – напорный бачок; 6 – сепаратор для высокожирных сливок; 7 – емкость для нормализации; 8 – насос-дозатор; 9 – цилиндрический маслообразователь; 10 – весы

Линия для осуществления технологического процесса тем или иным способом имеет характерное оборудование. Например, в линию производства масла способом сбивания включены емкости для

физического созревания сливок, которых нет в линии производства масла способом преобразования высокожирных сливок. В эту же линию включены маслоизготовители непрерывного или периодического действия. В линию производства масла способом преобразования высокожирных сливок включены сепараторы для высокожирных сливок, которые отсутствуют в линии производства масла способом сбивания. В эту линию включают для преобразования высокожирных сливок в масло маслообразователи различных типов и конструкций, например: цилиндрические (трех-, четырехцилиндровые и пластинчатые).

Требования к качеству молока и сливок. Для производства масла используют молоко и сливки. Сливки получают на сепараторных пунктах, куда с ферм доставляют молоко, которое сепарируют, а сливки пастеризуют, охлаждают и доставляют на молочный завод. Получение сливок на сепараторных пунктах нежелательно. Наилучшим по качеству можно выработать масло из сливок, полученных непосредственно на молочном заводе. Поэтому предпочтительнее доставлять молоко непосредственно с фермы на молочный завод. Требования к молоку, поступающему в переработку на масло, регламентируются действующим СТБ 1598-2006 «Молоко коровье. Требования при закупках». При производстве масла, помимо стандартных, к молоку выдвигают особые требования: содержание жира в молоке и химический состав молочного жира.

С повышением жирности молока увеличивается выход масла и улучшается использование жира – относительно меньшее количество жира остается в обезжиренном молоке и пахте. Для производства масла целесообразно использовать молоко повышенной жирности. На технологические режимы производства масла влияет химический состав молочного жира. От содержания в молочном жире различных жирных кислот зависит температура плавления и отвердевания масла. Зимой в молочном жире увеличивается количество насыщенных жирных кислот, вследствие чего масло приобретает твердую консистенцию. Летом в жире значительно возрастает содержание ненасыщенных жирных кислот и жидких фракций жира, масло имеет более мягкую консистенцию. Производство масла осуществляется согласно СТБ 1890-2008 «Масло из коровьего молока. Общие технические условия».

Сливки для производства масла делят на два сорта. Сливки первого сорта должны иметь чистый, свежий, слегка сладковатый вкус,

без посторонних привкусов и запахов, однородную консистенцию. В сливках первого сорта не допускаются механические загрязнения, наличие комочков жира и хлопьев белка. Бактериальная обсемененность сливок первого сорта по пробе на редуктазу должна соответствовать требованиям I класса.

Ко второму сорту относят сливки, у которых обнаружены слабо-выраженные кормовой вкус и запах, в небольшом количестве комочки жира, отдельные хлопья белка. Бактериальная обсемененность сливок второго сорта по пробе на редуктазу не должна быть ниже II класса.

Температура сливок первого и второго сортов во время приемки должна быть не выше 10 °С. Кислотность сливок с массовой долей жира 27–55 % для первого и второго сортов составляет 18–10 °Т. Для сортировки сливок с различной массовой долей жира по кислотности пользуются данными табл. 6.

Таблица 6

Физико-химические показатели сливок

Массовая доля жира в сливках, %	Кислотность сливок, °Т	
	первого сорта	второго сорта
27–35	14–15	17–18
36–45	12–14	15–17
46–55	10–11	12–13

Подготовка сырья к переработке на масло. Принятое на предприятие молоко по СТБ 1598-2006 «Молоко коровье. Требования при закупках» сепарируют при температуре 35–40 °С для получения сливок с желаемой массовой долей жира. Для выработки масла способом сбивания в маслоизготовителях непрерывного действия рекомендуется использовать сливки с массовой долей жира 36–50 %, такая концентрация жира способствует ускорению образования масляного зерна и повышает производительность маслоизготовителя. При выработке масла способом сбивания в маслоизготовителях периодического действия и способом преобразования высокожирных сливок используют сливки средней жирности с массовой долей жира 32–37 %.

Использование сливок с массовой долей жира ниже указанных пределов не рекомендуется. Повышение массовой доли жира в сливках выше 40 % не оказывает влияния на качество масла, обес-

печивает снижение потерь жира и повышение производительности оборудования. Однако при высокой массовой доле жира в сливках замедляется отвердевание жира вследствие быстрого повышения вязкости в процессе охлаждения сливок, что необходимо учитывать при выборе режимов физического созревания.

Сливки фильтруют при их приемке на завод для удаления механических примесей, пропуская через марлевые или лавсановые фильтры. Сливки, массовая доля жира в которых не соответствует желаемой, нормализуют. Если массовая доля жира в сливках выше желаемой, то их нормализуют, смешивая с цельным или обезжиренным молоком. Сливки, массовая доля жира в которых ниже желаемой, нормализуют на сепараторе-нормализаторе.

Все сливки, предназначенные для производства масла, подвергают тепловой обработке. При необходимости исправляют пороки сливок.

Выбирая режим тепловой обработки сливок, учитывают влияние не только на микрофлору, но и на микробную липазу и пероксидазу.

Инактивируют липазу и пероксидазу, нагревая сливки до 85 °С без выдержки при этой температуре. Поэтому тепловая обработка сливок ниже этой температуры не допускается. При выборе режима тепловой обработки учитывают качество сливок и вид вырабатываемого масла. Сливки первого сорта при выработке сладкосливочного масла пастеризуют летом при температуре 85–90 °С, а сливки второго сорта пастеризуют при температуре 92–95 °С. При выработке вологодского масла используют сливки только первого сорта, а тепловую обработку проводят при температуре 105–110 °С, чтобы продукт имел специфические вкус и запах.

При переработке сливок со слабо выраженными посторонними привкусами и запахами температуру тепловой обработки сливок повышают и устанавливают в зависимости от массовой доли влаги в пределах 103–108 °С для весенне-летнего периода года и 103–115 °С для осенне-зимнего. Для исправления пороков сливки дезодорируют или заменяют плазму сливок. Дезодорацию сливок обычно совмещают с тепловой обработкой.

При дезодорации удаляют посторонние запахи и привкусы, обусловленные наличием легколетучих жиро- или водорастворимых веществ, которые концентрируются в жировой фазе или плазме сливок.

Для дезодорации сливки сначала нагревают до температуры 80 °С, затем направляют в вакуум-дезодорационную установку, где

сливки кипят при разрежении 0,04–0,06 МПа и температуре 65–70 °С. Продолжительность пребывания сливок в дезодораторе при нормальной работе 4–5 с. На выходе из дезодоратора сливки нагревают до температуры 95 °С, при этом устраняется невыраженный вкус, который имеется в сливках после дезодорации.

2.2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МАСЛА СПОСОБОМ СБИВАНИЯ СЛИВОК

Низкотемпературная обработка сливок. После тепловой обработки сливки быстро охлаждают до температуры ниже точки отвердевания молочного жира и выдерживают определенное время (физическое созревание).

В результате физического созревания сливок происходит отвердевание молочного жира внутри жировых шариков, изменяются оболочка жировых шариков и свойства сливок.

Отвердевание молочного жира является основной целью низкотемпературной обработки сливок и играет важную роль в процессе маслообразования. Только при наличии отвердевшего жира при сбивании сливок можно выделить молочный жир в виде масляного зерна и обеспечить хорошую консистенцию сливочного масла и нормальный отход жира в пахту.

В охлажденных сливках только часть жидкого жира переходит в твердое состояние. *Отношение количества отвердевшего жира к первоначальному его количеству в процентах называют степенью отвердевания жира.* Каждой температуре охлаждения сливок соответствует максимально возможная степень отвердевания молочного жира. Для получения масла хорошей консистенции необходимо, чтобы степень отвердевания жира составляла не менее 30–35 %.

Появление кристаллов молочного жира внутри жировых шариков существенно влияет на состояние оболочек жировых шариков. Жировой шарик деформируется, вследствие чего происходит десорбция некоторой части веществ из оболочки в плазму сливок. Оболочки жировых шариков в созревших сливках становятся более тонкими и хрупкими, легче разрушаются при сбивании сливок в масло. Переход части вещества оболочки в плазму сливок при отвердевании жира приводит к снижению электрического заряда. Различают длительную и ускоренную низкотемпературную подготовку сливок к сбиванию.

Режимы созревания могут быть одно- и многоступенчатыми. Под ступенью понимают длительную выдержку сливок при постоянной или переменной температуре. В промышленности преимущественно используют одноступенчатые режимы физического созревания сливок.

Для обеспечения необходимой степени созревания сливок рекомендуются определенные режимы (табл. 7).

Таблица 7

Режимы созревания сливок в зависимости от периода года

Массовая доля влаги в масле, %	Весенне-летний период, йодное число жира более 39		Осенне-зимний период, йодное число менее 39	
	температура, °С	выдержка, ч	температура, °С	выдержка, ч
16	4–6	5	5–7	7
20	5–9	7	6–10	8
25	6–10	8	7–11	10
35	6–12	8	8–14	10

Основой ускоренной подготовки сливок является интенсификация механического и температурного воздействия на сливки.

Ускоренную подготовку сливок к сбиванию целесообразно использовать при выработке масла на маслоизготовителях непрерывного действия.

Сбивание сливок. Сущность сбивания сливок заключается в разрушении оболочек и агрегации (слипанию) жировых шариков, заканчивающейся образованием масляного зерна.

При сбивании сливок в маслоизготовителях непрерывного действия необходимо правильно выбрать температуру сбивания с тем, чтобы обеспечить возможно низкое содержание жира в пахте и упругую консистенцию масляного зерна, правильно установить частоту вращения мешалки сбивателя.

Температуру сбивания сливок устанавливают с учетом химического состава жира, зависящего от времени года, жирности сливок, степени отвердевания жира.

В весенне-летний период года при повышенном содержании ненасыщенных жирных кислот в молочном жире сливки сбивают при 7–15 °С. В осенне-зимний период года, когда молочный жир состоит главным образом из высокоплавких глицеридов, содержащих насыщенные жирные кислоты, сливки следует сбивать при температуре 8–16 °С (табл. 8).

Температура сбивания сливок в зависимости от периода года при выработке сливочного масла в различных маслоизготовителях, °С

Массовая доля влаги в масле, %	Весенне-летний период		Осенне-зимний период	
	Маслоизготовитель непрерывного действия	Маслоизготовитель периодического действия	Маслоизготовитель непрерывного действия	Маслоизготовитель периодического действия
16	7–12	7–12	8–14	8–14
20	8–12	9–13	9–14	10–16
25	9–12	13–15	10–14	14–16
35	11–15	–	12–16	–

О правильности выбора температуры сбивания можно судить по консистенции и размерам масляного зерна, по массовой доле жира в пахте, по повышению температуры сбиваемых сливок. При правильно выбранной температуре сбивания масляное зерно получается упругой консистенции размером 1–3 мм. Массовая доля жира в пахте должна быть минимальной и составлять по существующим нормативам 0,7 %. Если температура сбивания выбрана правильно, повышение температуры сбиваемых сливок не должно превышать 2–3 °С.

Для каждого типа маслоизготовителя устанавливают соответствующую частоту вращения мешалки сбивателя, а также производительность. С увеличением частоты вращения мешалки продолжительность сбивания сливок уменьшается, производительность маслоизготовителя увеличивается и наоборот.

Сливки до начала сбивания охлаждают или подогревают в емкостях до температуры сбивания и выдерживают при этой температуре в течение 30–40 мин. В течение выдержки устанавливается необходимое равновесие между твердым и жидким жиром.

Перед тем как линия начнет работать, для регулирования температуры сбивания сливок в рубашку сбивателя (2–4 °С) подают холодную воду. Необходимо следить за тем, чтобы температура и давление воды, подаваемой в рубашку сбивателя, были постоянными. В противном случае трудно обеспечить стабильное содержание влаги в масле. В зимнее время не следует охлаждать сбиватель. Во избежание пенообразования следует перекачивать сливки из резервуара для их выдержки в изготовитель насосами (ротационными, винтовыми и др.).

При сбивании сливок в маслоизготовителях периодического действия важными являются такие факторы, как температура сбивания сливок, степень заполнения маслоизготовителя и частота вращения маслоизготовителей.

Оптимальной считается степень заполнения маслоизготовителя 40–50 %. При степени заполнения маслоизготовителя более 50 % нарушается нормальный процесс сбивания сливок, что приводит к повышению содержания жира в пахте. Процесс сбивания тормозится из-за уменьшения пограничной поверхности воздух – сливки. Минимальная степень заполнения маслоизготовителя составляет 25 % от общего объема. При степени заполнения маслоизготовителя менее 25 % центробежная сила прижимает их к стенке маслоизготовителя тонким слоем. Прекращается перемешивание сливок, и в результате сбивания сливок не происходит.

О правильности выбранных условий сбивания сливок можно судить по тем показателям, которые указаны для маслоизготовителей непрерывного действия.

Для заполнения маслоизготовителей сливками применяют высокопроизводительные насосы, чтобы процесс был кратковременным. Для заполнения маслоизготовителей можно создавать в них разрежение, допускается подача сливок самотеком. В течение 3-5 мин сбивания маслоизготовитель останавливают 1-2 раза для выпуска воздуха. Сбивание заканчивают, когда размер зерна достигает 3-5 мм.

Промывка масляного зерна. При выработке сливочного масла из сливок первого сорта при строгом соблюдении технологических и санитарных режимов производства масляное зерно не промывают водой. В непромытом масляном зерне лучше сохраняются все компоненты плазмы, обладающие антиокислительными свойствами, обусловленными наличием сульфгидрильных групп, токоферолов (витамин Е), каротина, фосфолипидов и др. Исключение промывки не влияет отрицательно на стойкость масла в случае, если плазма хорошо диспергирована во время механической обработки. Непромытое сливочное масло имеет более выраженные вкус и запах и повышенное содержание СОМО.

При использовании для выработки масла сливок, обладающих выраженными кормовыми привкусом и запахом, которые концентрируются в плазме (силосный, нечистый и др.), масляное зерно необходимо промывать. При промывке вместе с плазмой удаляются вещества, обусловившие жизнедеятельность посторонней микрофлоры, что повышает стойкость масла в процессе хранения.

Промывка масляного зерна в маслоизготовителях непрерывного действия обычно осуществляется дважды. Сначала промывают масляное зерно в первой шнековой камере с помощью специально приспособления, затем промывают пласт масла во второй шнековой камере струями охлажденной воды. В маслоизготовителях с разделительным цилиндром масляное зерно промывают в разделительном цилиндре в секции промывки. Для промывки используют воду, предварительно охлажденную до 0–8 °С.

В маслоизготовителях периодического действия масляное зерно промывают обычно дважды после удаления пахты. Температуру промывной воды выбирают в зависимости от консистенции масляного зерна.

Посолка масла. Посолка придает маслу умеренно соленый вкус и повышает стойкость масла при хранении. Растворяясь в плазме масла, соль повышает осмотическое давление, вследствие чего прекращается развитие микрофлоры.

Стойкость соленого масла в процессе хранения зависит от температуры. При низких положительных температурах хранения соленое масло сохраняется лучше несоленого, так как соль тормозит развитие микрофлоры. При отрицательных температурах несоленое масло более стойко в хранении, чем соленое, так как плазма несоленого масла замерзает, а соленого – не замерзает, и в ней могут происходить химические процессы, может развиваться микрофлора, малочувствительная к соли и низким температурам.

При выработке масла на маслоизготовителях непрерывного действия посолку осуществляют рассолом с массовой долей соли 25 % с помощью специальных дозирующих устройств.

При использовании маслоизготовителей периодического действия возможны 2 способа посолки: сухой солью и рассолом.

Механическая обработка масла. Механическую обработку применяют для формирования из разрозненных масляных зерен сплошного пласта масла, регулирования содержания влаги в соответствии с требованиями стандарта, равномерного распределения и диспергирования влаги, получения масла требуемой структуры и консистенции.

Несоленое масло обрабатывают сразу после промывки, соленое – после посолки или параллельно с ней.

Процесс механической обработки масла в маслоизготовителях непрерывного и периодического действия можно условно разделить на три стадии.

На первой стадии происходит постепенное соединение разрозненных масляных зерен в сплошной рыхлый пласт. На этой стадии удаляется влага с поверхности масляных зерен и, частично, механически связанная влага, находящаяся в микрокапиллярах. По истечении некоторого времени прекращается выpressовывание влаги из пласта масла. Момент обработки, соответствующий минимальному содержанию влаги в масле, называется критическим, что соответствует массовой доле влаги в масле 11 %. В критический момент влага выделяется и поглощается в одинаковых количествах.

На второй стадии масло способно удерживать влагу, при этом больше вырабатывается влаги в масло, чем отжимается из него. На второй стадии, наряду с выработкой влаги, происходят диспергирование в первую очередь крупных капель влаги и равномерное распределение ее в объеме масла, капсулирование капиллярной влаги и частичное разрушение структуры, которая сформировалась на первой стадии.

На третьей стадии обработки увеличивается содержание влаги в масле и почти полностью прекращается ее отжатие, продолжается диспергирование капель плазмы и равномерное их распределение. Третья стадия заканчивается после прекращения механического воздействия. Структура масла должна быть однородной и пластичной. Одним из показателей завершенности процесса механической обработки является степень дисперсности капель плазмы. В производственных условиях для определения размеров капель и распределения их используют индикаторные бумажки. При отсутствии отпечатков на индикаторной бумажке распределение влаги считается хорошим. При малых размерах капель влаги поверхность масла становится матовой, что также указывает на завершенность механической обработки.

Среди параметров сбивания сливок и обработки масла для регулирования содержания влаги используют температуру сбивания сливок, температуру масляного зерна в первой шнековой камере, уровень пахты в первой шнековой камере, производительность маслоизготовителя, частоту вращения мешалки сбивателя и частоту вращения шнеков. При повышении температуры сбивания сливок получается масляное зерно мягкой консистенции, которое хорошо удерживает влагу. Для увеличения содержания влаги в масле

повышают температуру масляного зерна во время его пребывания в первой шнековой камере, а для снижения – наоборот. При изменении температуры масляного зерна на 1 °С массовая доля влаги в масле изменяется на 0,5–1,0 %.

Содержание влаги в масле регулируют изменением производительности маслоизготовителя. При увеличении производительности маслоизготовителя возрастает степень заполнения первой шнековой камеры маслом, повышается прессующее давление шнеков, ускоряется выpressовывание пахты. Это приводит к уменьшению влаги в масле, а при уменьшении производительности содержание влаги в масле повышается. Уменьшение производительности маслоизготовителя на 10% приводит к повышению массовой доли влаги в масле на 1 %.

Масло, выработанное в маслоизготовителях непрерывного действия, содержит больше газовой фазы по сравнению с маслом, полученным на маслоизготовителях периодического действия (соответственно, $5-10 \cdot 10^{-5}$ м³/кг и $2-3 \cdot 10^{-5}$ м³/кг). Содержание газовой фазы в масле, выработанном на маслоизготовителе непрерывного действия, регулируют вакуумированием масла, а также изменением параметров сбивания и обработки масла.

Для того чтобы снизить содержание газовой фазы в масле, желательно получать при сбивании масляное зерно размером 1–2 мм, повышать степень заполнения обработчика маслом и поддерживать повышенный уровень пахты в первой шнековой камере.

2.3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МАСЛА СПОСОБОМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВЫСОКОЖИРНЫХ СЛИВОК

Получение и нормализация высокожирных сливок. Высокожирные сливки – промежуточный продукт при получении масла. Процесс получения высокожирных сливок включает следующие стадии: сближение жировых шариков в результате сепарирования молока (45 °С) и получение сливок, уплотнение жировой фазы при сепарировании сливок (65–70 °С) и получение высокожирных сливок (30–35 %). На первой стадии концентрирование жира протекает быстрее, чем на второй. Замедление процесса на второй стадии объясняется тем, что скорость фильтрации плазмы через мелкие поры слоя сливок меньше, чем скорость движения жировых шариков.

Температуру сепарирования на второй стадии предпочтительно поддерживать на уровне 65–70 °С, так как повышение температуры способствует увеличению количества деэмульгированного жира в высокожирных сливках; что является следствием снижения стабильности оболочек жировых шариков в результате быстрой потери влаги при интенсивном ее испарении с поверхности продукта.

При сепарировании следует получать высокожирные сливки с заданным содержанием влаги, что позволяет исключить их последующую нормализацию. Нормализация приводит к понижению производительности маслообразователя и ухудшению консистенции масла.

Если массовая доля влаги в высокожирных сливках больше, чем требуется, их нормализуют молочным жиром или высокожирными сливками с более низкой массовой долей влаги, чем в нормализуемых сливках.

Необходимое для нормализации количество пахты или молока вносят в ванну с высокожирными сливками, тщательно перемешивая. Не следует допускать длительной выдержки высокожирных сливок в ваннах для нормализации. Выдержка допускается не более 30–40 мин. При выработке соленого масла посолку осуществляют рассеиванием соли по поверхности горячих (не ниже 65 °С) высокожирных сливок до их нормализации по влаге.

В осенне-зимний период в высокожирные сливки можно вносить краситель для подкрашивания масла. В качестве красителя используют каротин. Каротин вносят в высокожирные сливки тонкой струей при непрерывном перемешивании в течение 4–8 мин.

Термомеханическая обработка высокожирных сливок. Термомеханическая обработка высокожирных сливок осуществляется с целью преобразования структуры высокожирных сливок в структуру сливочного масла. Для этого необходимо обеспечить обращение жировой фазы. Достигается это путем охлаждения и механической обработки высокожирных сливок в маслообразователе. Во время термомеханической обработки глицириды молочного жира кристаллизуются и осуществляется регулирование структуры и консистенции сливочного масла.

Процесс термомеханической обработки высокожирных сливок в маслообразователе условно разделяют на три стадии.

Первая стадия – охлаждение высокожирных сливок до температуры начала кристаллизации основной массы глициридов молочного

жира (22–23 °С). Стадия заканчивается достижением высокожирными сливками средней температуры, равной температуре начала дестабилизации жировой эмульсии.

Вторая стадия – дестабилизация жировой эмульсии и кристаллизация глициридов. Обращение жировой фазы начинается при достижении высокожирными сливками температуры 22 °С при массовой доле твердого жира в них от 1,5 до 2,0 %.

Третья стадия – кристаллизация молочного жира и формирование структуры. Переход от стадии обращения фаз в высокожирных сливках к формированию структуры начинается при массовой доле жира в продукте 4–7 % и степени дестабилизации жировой эмульсии 60–85 %. Это совпадает с резким увеличением вязкости высокожирных сливок, что указывает на начало массовой кристаллизации глициридов. Скорость обращения фаз постепенно снижается, и дестабилизация практически заканчивается. В состоянии неразрушенной эмульсии находится лишь незначительная часть жира (2–6 %) в виде наиболее мелких жировых шариков. На этой стадии формируется структура продукта. Интенсивное механическое перемешивание предупреждает образование крупных кристаллов жира и раздробляет ранее образовавшиеся, обуславливает равномерное распределение жидкой и твердой фаз жира и всех других компонентов.

Для термомеханической обработки высокожирных сливок используют цилиндрические и пластинчатые маслообразователи.

Основными параметрами, характеризующими процесс маслообразования в аппаратах цилиндрического типа, являются режим охлаждения высокожирных сливок и продолжительность механической обработки продукта в зоне кристаллизации.

Температура высокожирных сливок на входе в маслообразователь (независимо от времени года) должна составлять от 60 до 70 °С, а масла на выходе из аппарата: в осенне-зимний период – 13–15 °С и 16–17 °С в весенне-летний (для масла с массовой долей влаги 16 %).

Продолжительность механической обработки в аппарате должна быть достаточной для кристаллизации глициридов в количестве, необходимом для формирования структуры, обуславливающей в необходимой степени твердую и пластичную консистенцию масла.

Регулировать температуру масла на выходе из маслообразователя можно путем изменения количества или температуры хладоносителя (рассола, ледяной воды), используемого для охлаждения при постоян-

ной производительности маслообразователя. Уменьшение количества хладоносителя или повышение его температуры приводит к повышению температуры продукта на выходе из аппарата. Увеличение подачи хладоносителя или снижение его температуры влечет за собой снижение температуры продукта на выходе из маслообразователя.

2.4. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ МАСЛА

Сладкосливочное масло. Подобное масло различных видов имеет выраженный вкус и запах пастеризованных сливок, однородную, пластичную, плотную консистенцию и однородный светло-желтый цвет.

Вологодское масло вырабатывают способом сбивания сливок и преобразования высокожирных сливок. Для производства вологодского масла используют молоко высшего сорта, которое сепарируют непосредственно на заводе, а сливки немедленно перерабатывают в масло. Массовая доля жира в сливках должна составлять около 32 %, кислотность – не выше 14 °Т.

Для получения вологодского масла с хорошо выраженным вкусом и ароматом применяют высокие температуры тепловой обработки сливок. При таком режиме тепловой обработки сливок происходит изменение белков с освобождением сульфгидридных групп, образование некоторых ароматических соединений, придающих сливкам, а затем и маслу специфический вкус и аромат. Для улучшения выраженности вкуса и аромата вологодского масла допускается использование сливок пониженной жирности при содержании жира 25, 30 и 35 %, тепловая обработка соответственно при 115, 110 и 105 °С.

При производстве вологодского масла способом сбивания сливки после тепловой обработки быстро охлаждают до 4–7 °С и выдерживают при этой температуре 4–5 ч, затем сбивают. Это способствует лучшему сохранению вкусовых и ароматических веществ. Масляное зерно при выработке вологодского масла не промывают. При использовании маслоизготовителей непрерывного действия сбивание сливок регулируют так, чтобы получить масляное зерно размером 1–3 мм.

При выработке масла способом преобразования высокожирных сливок после тепловой обработки сливки охлаждают до 85–90 °С

и направляют на дальнейшую переработку. Высокожирные сливки рекомендуется нормализовать пастеризованными сливками.

Подсырное масло. Его вырабатывают из сливок, полученных в результате сепарирования молочной сыворотки. Подсырные сливки немедленно охлаждают до температуры физического созревания и направляют в емкости. Поскольку жир сыворотки содержит преимущественно легкоплавкие глицериды, то для получения оптимальной степени отвердевания жира все температурные режимы (физического созревания и сбивания сливок, обработки масла) должны быть ниже, чем при выработке сладкосливочного масла с массовой долей влаги 16%.

Для сбивания подсырных сливок используют маслоизготовители периодического и непрерывного действия. Масляное зерно получают размером 3–5 мм и промывают дважды, количество промывной воды – 70–80 % от массы сливок. Подсырное масло используют для промышленной переработки, в частности для выработки топленого масла.

Кислосливочное масло. Производство кислосливочного масла различных разновидностей (с традиционным составом, любительского, крестьянского, бутербродного) основано на предварительном биологическом созревании сливок, для проведения которого используют чистые культуры молочнокислых бактерий *S. lactis*, *S. cremoris*, *S. lactis subsp. Diacetilactis*.

В процессе жизнедеятельности молочнокислых бактерий в плазме сливок накапливаются вкусовые и ароматические вещества: молочная кислота, диацетил, летучие кислоты (муравьиная, пропионовая, масляная), этанол и некоторые эфиры, которые обуславливают вкус и запах готового продукта.

В процессе биологического созревания сливок накопление вкусовых и ароматических веществ зависит от степени нарастания кислотности. Чем выше кислотность, тем больше накапливается ароматических веществ (до определенного предела кислотности). Оптимальные условия накопления диацетила в закваске: рН 4,4 в процессе биологического созревания сливок 4,5, титруемая кислотность – 80 °Т, температура биологического созревания – 25 °С.

Молочная кислота, накапливаясь в плазме сливок, влияет не только на накопление ароматических веществ в масле, но и на его стойкость при хранении. Поэтому, чтобы получить масло с харак-

терным для него вкусом, а также стойкое в хранении при низких положительных температурах, сливки подвергают биологическому созреванию до высокой кислотности плазмы (60 °Т). Масло, предназначенное для хранения при отрицательных температурах, вырабатывают из сливок с невысокой кислотностью (40–50 °Т). При отрицательных температурах микробиологические процессы в масле задерживаются, а химические, хотя и медленно, но протекают, и тем интенсивнее, чем выше кислотность плазмы.

Возможны три способа биологического созревания сливок: длительное, краткое и раздельное.

При длительном биологическом созревании в весенне-летний период сливки после пастеризации быстро охлаждают до 16–20 °С, вносят закваску в количестве 2–5 % массы сливок и выдерживают при этой температуре не менее 4–6 ч для развития микробиологических процессов. После достижения желаемой кислотности сливки охлаждают до 4–6 °С и выдерживают при этой температуре не менее 3 ч для физического созревания сливок. Затем сливки подогревают до температуры сбивания.

В осенне-зимний период сливки после пастеризации быстро охлаждают до температуры массовой кристаллизации глицеридов 5–7 °С и выдерживают при этой температуре не менее 2 ч. Затем сливки медленно (в течение 50–70 мин) подогревают до 16–20 °С и вносят в них закваску в количестве 2–5 % массы сливок и оставляют для биологического созревания. После достижения заданной кислотности сливки охлаждают до температуры сбивания.

Способ длительного биологического созревания сливок имеет следующие недостатки:

- частое изменение температуры, что связано с дополнительными затратами холода, тепла, электроэнергии;
- низкая степень использования оборудования;
- потребность в больших производственных площадях;
- длительность производственного цикла.

Способ краткого биологического созревания сливок заключается в обогащении сливок молочной кислотой и ароматическими веществами путем смешивания их с большим количеством закваски.

В этом случае необходимо брать более жирные сливки, так как они разбавляются закваской. Закваска должна иметь температуру сливок.

Закваску вносят после окончания физического созревания за 30 мин до начала сбивания сливок в таком количестве, чтобы сразу

получить требуемую кислотность плазмы, которая должна быть в пределах 45–75 °Т. Преимуществами краткого биологического созревания сливок являются сокращение продолжительности созревания и простота регулирования кислотности; недостатками – необходимость использования большого количества закваски (до 20 % и более от массы сливок) и недостаточная выраженность вкуса свежеработанного масла.

Раздельный способ биологического созревания сливок заключается в том, что только часть сливок подвергают биологическому созреванию и используют их в качестве закваски для второй части сливок, которая подвергается физическому созреванию.

Раздельный способ биологического созревания сливок особенно эффективен при производстве масла способом сбивания на маслоизготовителях непрерывного действия.

Для улучшения аромата и повышения длительности хранения вносят закваску в пласт масла при его обработке. Активные расы молочнокислых бактерий, распределяясь в крупных каплях плазмы масла, развиваются в первые дни хранения и подавляют развитие посторонней микрофлоры. В результате обогащения плазмы закваской масло приобретает выраженные вкус и запах, свойственные кисломолочному маслу. Массовая доля закваски, вносимой в пласт масла, должна быть 2,5–3,5 %, содержание влаги в пласте масла должно быть таким, чтобы обеспечить после внесения закваски стандартное содержание влаги в готовом продукте.

Этот способ внесения закваски позволяет значительно повысить стойкость масла в хранении, улучшить его вкусовые показатели, сократить расход закваски, устранить биологическое созревание сливок и повысить производительность труда.

При выработке кисломолочного масла, предназначенного для хранения в течение длительного времени и дальних перевозок, используют дрожжи. Они предупреждают плесневение масла, задерживают окислительные процессы. Положительное влияние дрожжей на стойкость масла обусловлено антагонистическим отношением их к гнилостным бактериям и плесням – выделением антибиотиков.

При выработке кисломолочного масла способом преобразования высокожирных сливок закваску вносят в высокожирные сливки. Для активизации молочнокислого процесса можно повысить дозу закваски до 4 %, а также использовать лимонную кислоту или закваски, в которые входят энергичные кислотообразователи.

Масло с вкусовыми наполнителями. Наполнители содержат такие виды сливочного масла, как шоколадное, медовое, фруктовое, которое вырабатывают без добавления обезжиренных веществ молока способом преобразования высокожирных сливок. Массовая доля влаги в готовом продукте должна быть: для шоколадного масла – 16,0 %, фруктового – 18 %; медового – 17,5 %. Наполнители добавляют в высокожирные сливки сразу после их получения. Какао, сахар, ванилин вносят в сухом виде, фруктово-ягодные наполнители – в виде прозрачных соков (вишни, малины, клюквы, черники, клубники, яблок), в виде соков с мякотью (сливы, абрикоса, черной смородины, кизила) и в виде сиропов.

При выработке шоколадного и медового масла смесь нагревают до 70 °С и выдерживают в течение 20 мин. Если мед имеет повышенную вязкость, его предварительно нагревают до 45–50 °С, а затем фильтруют и вносят в высокожирные сливки.

Смесь, содержащую фруктово-ягодные соки, нагревают до 65 °С и выдерживают при этой температуре в течение 20 мин. Нагревание до 65–70 °С нежелательно во избежание ухудшения аромата и уменьшения содержания витаминов.

Готовая смесь подвергается термомеханической обработке в маслообразователе, параметры обработки соблюдают такие же, как и при выработке сладкосливочного масла традиционного состава.

Топленое масло. Такой вид масла представляет собой молочный жир с небольшим содержанием плазмы, массовая доля жира в нем составляет не менее 98%, сухих обезжиренных веществ – до 1%, влаги – не более 1%. Получают топленое масло путем тепловой обработки сливочного, подсырного и сборного топленого масла. Сырье должно быть натуральным, незагрязненным, непрогорклым, без посторонних привкусов и запахов. Получают топленое масло двумя способами: отстоем и сепарированием, сепарированием.

Технологический процесс производства топленого масла отстоем и сепарированием включает следующие операции:

- плавление масла;
- частичный отстой жира и сепарирование плазмы масла;
- тепловая обработка, промывка и отстой жира.

Плавление масла осуществляют в плавителе, снабженном пакетом труб и металлическим фильтр-ситом, куда периодически загружают масло, предназначенное для перетопки. После расплавления масло выдерживают 1 ч в ванне-плавителе при температуре 50–

60 °С для частичного отделения плазмы масла от свободного жира. Отделившуюся плазму сепарируют, а полученный жир направляют в плавитель.

Жир, освобожденный от большей части плазмы, подвергают тепловой обработке при 90–95 °С и подают в емкости для отстоя и выдержки при температуре тепловой обработки в течение 2–4 ч. Затем плазму отделяют от жира. Отстоявшееся масло проверяют пробой на осветление. Если масло в стакане прозрачное по внешнему виду, отстой закончен.

Технологический процесс производства топленого масла сепарированием включает следующие операции: плавление масла и частичное отделение плазмы; тепловая обработка, очистка и первое сепарирование; выдержка и второе сепарирование.

Плавление масла осуществляется так же, как и при выработке топленого масла способом отстоя и сепарирования. Плазму, полученную после отстоя жира, отделяют, а частично осветленный продукт нагревают до 95 или 110 °С, очищают от механических примесей и коагулированного белка на сепараторе-молокоочистителе, а затем сепарируют. При этом удаляется значительная часть белков. Если пастеризация проводилась при 95 °С, то после сепарирования промежуточный продукт выдерживают в емкостях при 95 °С в течение 1–2 ч, если при 110 °С, то выдержка исключается.

2.5. ПОДГОТОВКА МАСЛА К РЕАЛИЗАЦИИ

Масло всех видов фасуют в виде монолитов массой продукта 20 кг в картонные ящики, высланные внутри упаковочным материалом – пергаментом или кашированной фольгой. Маслодельные заводы, имеющие фасовочные автоматы, выпускают мелкофасованное масло.

Масло сладкосливочное, кислосливочное, вологодское, любительское, крестьянское, шоколадное, медовое, фруктовое фасуют в брикеты различной массы – 10, 15, 20, 30, 100, 200, 250, 500 г в зависимости от вида.

Масло бутербродное, с кофе и какао, фруктово-ягодными наполнителями, десертное фасуют в брикеты, а также в коробочки (стаканчики) из полимерных материалов.

Масло, выработанное способом сбивания на маслоизготовителях непрерывного действия, фасуют в потоке, без выдержки,

чтобы избежать возможного выделения плазмы при фасовании. Масло, выработанное в маслоизготовителях периодического действия, перед фасованием желательно подвергать механической обработке на гомогенизаторе-пластификаторе. Крестьянское масло обязательно гомогенизируют и фасуют сразу после выработки.

Масло, выработанное способом преобразования высокожирных сливок, в жидком состоянии поступает из маслообразователя непосредственно в ящик, выстланный упаковочным материалом или на автомат для фасования в коробочки (стаканчики). При фасовании в брикеты масло предварительно выдерживают в холодильной камере при температуре не выше 5 °С не более 24 ч для отвердевания и стабилизации структуры.

После фасования масло сразу помещают в камеру хранения масла, где его хранят до отправки на базу или холодильник при относительной влажности не более 80 % во избежание плесневения продукта.

Ящики с маслом укладывают штабелями и прокладывают рейками, а между рядами оставляют промежутки в 5–10 см. Это обеспечивает необходимую циркуляцию холодного воздуха для ускорения охлаждения продукта и предупреждения отсыревания тары. Маслохранилище должно быть чистым, сухим, с хорошей вентиляцией. Его емкость должна соответствовать 4–5-суточной производительности завода.

Мелкофасованное масло хранят в холодильной камере при температуре 0–5 °С не более 3 суток, при отрицательных температурах – не более 5 суток. Мелкофасованное крестьянское масло хранят при температуре минус 5 °С, а мелкофасованное диетическое – при температуре не выше 5 °С не более 3 суток.

Транспортировать масло можно всеми видами транспорта с соблюдением соответствующих санитарных правил. Чтобы предохранить масло в процессе транспортирования от возможных загрязнений, предупредить повышение его температуры используют авторефрижераторы с машинным (компрессорным) охлаждением, машины с изотермическим кузовом.

Независимо от вида используемого транспорта, нельзя перевозить сливочное масло совместно с другими продуктами и материалами, имеющими резко выраженные запахи.

2.6. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ПОРОКИ СЛИВОЧНОГО МАСЛА

Система оценки качества масла. Основой оценки качественных показателей масла по СТБ 1890 является 20-балльная шкала, где каждому показателю отводят предельное количество баллов: вкус и запах – 10, консистенция и внешний вид – 5, цвет – 2, качество упаковывания и маркировки масла – 3.

В зависимости от балльной оценки масло относят к одному из сортов: высший – при оценке качества масла от 16 до 20 баллов, первый сорт – при оценке 12–15 баллов (с оценкой за вкус и запах не менее 5 баллов).

Для экспертизы (дегустации) выделяют специальную чистую, светлую комнату, температуру в которой необходимо поддерживать на уровне 10–15 °С. Образцы масла в момент органолептической оценки должны иметь температуру 10–12 °С.

В масле могут быть выражены различные пороки: вкуса и запаха, консистенции, цвета, обусловленные, как правило, качеством используемого сырья и нарушением технологических режимов производства и условий хранения и транспортирования.

Пороки вкуса и запаха масла. Причинами пороков вкуса и запаха масла может быть использование некондиционного сырья, нарушение технологических режимов и санитарных условий производства, несоблюдение условий транспортирования и хранения масла.

Кормовые привкусы. При использовании некачественного силоса, поедании животными пахучих растений (лука, чеснока, полыни и др.), несоблюдении кормового рациона в масле появляются кормовые привкусы.

Для предупреждения порока необходимо перерабатывать сливки с кормовыми привкусами отдельно от сливок первого сорта, дезодорировать сливки, повышать температуру тепловой обработки.

Нечистый, затхлый, гнилостный вкус. Причиной порока является развитие в масле посторонней микрофлоры и накопление продуктов расщепления белков плазмы и жира. Развитию пороков способствует длительное хранение сливок на заводе до начала их переработки, недостаточно высокая температура тепловой обработки, плохое диспергирование влаги в масле, низкий санитарно-гигиенический уровень производства.

Кислый вкус. Одной из причин порока для сладкосливочного масла является интенсивное развитие молочнокислой микрофлоры в сливках и масле, вследствие чего происходит излишнее накопление молочной кислоты. Для предупреждения порока необходимо соблюдать требуемый режим тепловой обработки сливок и необходимые условия хранения масла.

Прогорклый вкус. Порок появляется в масле вследствие гидролиза жира с окислением продуктов гидролиза и образованием низкомолекулярных кислот, альдегидов, кетонов и других продуктов под действием липаз, а также кислорода воздуха.

Для предупреждения данного порока следует обрабатывать сливки при высокой температуре, хранить масло при низкой температуре, соблюдать санитарно-гигиенические условия производства.

Горький вкус. Обусловлен накоплением горьких пептонов вследствие гидролиза белков протеолитическими ферментами различных микроорганизмов: бактерий, дрожжей и плесеней. Для предупреждения порока необходимо проводить тепловую обработку сливок при температуре не ниже 85–90 °С, строго соблюдать санитарно-гигиенические режимы производства.

Плесневелый привкус. Обусловлен развитием плесени на поверхности масла. Во избежание плесневения масла следует предупредить возможность обсеменения продукта плесенями. Для этого необходимо строго соблюдать режимы обработки сливок и масла, плотно набивать монолит во избежание воздушных прослоек, быстро и глубоко охлаждать его, хранить продукт при низких температурах и относительно низкой влажности воздуха, соблюдать санитарно-гигиенические условия производства.

Штафф (поверхностное окисление масла). Вызывается полимеризацией глицеридов и окислением молочного жира из-за развития на поверхности аэробных бактерий и плесеней. При этом на поверхности монолита образуется полупрозрачный слой, имеющий специфический запах и неприятный горьковатый, а иногда приторно-едкий вкус. Окраска масла в слое штаффа значительно темнее остальной массы продукта. Образованию штаффа продукта способствует действие солнечного света, высокой влажности и кислорода воздуха.

Предупредить порок можно, используя упаковочные материалы с низкой газо-, влаго- и светопроницаемостью, а также хранением масла при отрицательных температурах.

Пороки консистенции сливочного масла. Консистенция сливочного масла является одним из основных показателей его качества и оценивается как хорошая, удовлетворительная и неудовлетворительная. Консистенция обусловлена химическим составом жировой фазы, характером кристаллизации глицеридов, соотношением твердого и жидкого жиров, количеством и дисперсностью плазмы в масле, содержанием газовой фазы и характером ее распределения в монолите.

Крошливая консистенция. Порок определяется главным образом состоянием жировой фазы — степенью ее отвердевания, формой образующихся кристаллов, равномерностью их распределения, а также преобладанием в масле структуры кристаллизационного типа и недостатком свободного жидкого жира.

Причинами крошливости масла могут быть длительное созревание сливок при пониженных температурах, низкая температура промывной воды, неправильные режимы хранения масла и др.

При выработке масла способом преобразования высокожирных сливок причиной крошливости может быть недостаточная термомеханическая обработка продукта в аппарате, поэтому необходимо путем снижения производительности аппарата увеличить продолжительность обработки масла, чтобы интенсифицировать кристаллизацию жира непосредственно в маслообразователе.

При использовании маслоизготовителей непрерывного действия для усиления кристаллизации молочного жира увеличивают удельные затраты энергии на механическую обработку масла путем увеличения частоты вращения шнеков.

Мягкая, мажущаяся консистенция. Характеризуется низкой термоустойчивостью вследствие преобладания коагуляционной структуры из-за избытка низкоплавких глицеридов в составе отвердевших глицеридов.

Причина порока заключается в недостаточной степени отвердевания молочного жира во время физического созревания, а также в нарушении температурного режима при сбивании и обработке масла. Для предупреждения порока используют ступенчатые режимы физического созревания сливок, а сбивание сливок и механическую обработку масляного зерна проводят в установленных режимах.

При выработке масла способом преобразования высокожирных сливок причиной данного порока может быть излишне длительная механическая обработка сливок при снижении темпера-

туры масла, выходящего из аппарата. Предупреждают порок снижением удельных затрат энергии на механическую обработку высокожирных сливок путем увеличения производительности маслообразователя или уменьшения частоты вращения рабочих органов маслообразователя. Кроме того, целесообразно термостатировать масло при 8–10 °С в течение 2–3 суток.

Мучнистая консистенция. Если масло охлаждается медленно, в масле появляются крупные кристаллы жира. Образующиеся крупные кристаллоагрегаты жира отличаются повышенной по сравнению с остальной массой тугоплавкостью. Указанный порок масла чаще встречается в производстве масла способом преобразования высокожирных сливок, вызывается нарушением установленной температуры масла, выходящего из маслообразователя, а также образованием свободного жидкого жира в процессе тепловой обработки, сепарирования и нормализации высокожирных сливок.

Для предупреждения образования мучнистой консистенции следует избегать повышения температуры масла, выходящего из маслообразователя, выше установленных величин, не допускать на производство масла подмороженные и с повышенной кислотностью сливки, длительную выдержку сливок при высокой температуре перед сепарированием, а также длительную выдержку высокожирных сливок в ваннах для нормализации.

Пороки цвета масла. Цвет масла влияние на его товарные показатели. В последние годы освоено промышленное производство провитамина А, который можно использовать для подкрашивания масла. Пороком является белый цвет (бледное масло), обусловленный неравномерным диспергированием рассола в соленом масле, наличием крупных капель плазмы, смешиванием масла различной окраски, недостаточной зачисткой штаффа при фасовании на холодильнике. Для предупреждения порока необходимо диспергировать плазму в монолите при выработке соленого масла; при фасовании масла на базах и холодильниках следует подбирать однородные по цвету партии масла, лучше зачищать поверхность монолитов и др.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Занятие 4. Определение содержания жира в молоке, механической и бактериальной загрязненности молока. Определение жира и кислотности сливок, сметаны

Цель занятия: освоить методики: определения жира в молоке, сливках, сметане, кислотности сливок, сметаны, механической и бактериальной загрязненности молока.

Посуда, оборудование, реактивы: жиромеры, резиновые пробки для жиромеров, пипетки емкостью 10,77 мл для молока, автомат емкостью 10 мл для серной кислоты, автомат на 1 мл для изоамилового спирта, водяная баня с термометром, деревянный или металлический штатив для жиромеров, центрифуга, серная кислота плотностью 1,81–1,82 и изоамиловый спирт плотностью 0,810–0,812.

Для определения содержания жира в молоке пользуются методом Гербера.

Порядок выполнения работы

Если молоко исследуют вскоре после отбора, его достаточно хорошо перемешать, переворачивая до 6 раз закрытые флаконы. При этом не допускают образования пены, которая приводит к неправильному отмериванию. Особенно тщательно нужно подготовить пробы долго стоявшего молока. Иногда их нужно прогреть в воде, чтобы смыть жировой слой, приставший к стенкам флаконов, а затем перемешать.

В штатив устанавливают нужное количество пронумерованных жиромеров. Нумеруют их путем загибания вокруг шкалы жестяных пластинок с высеченными номерами.

В каждый жиромер отмеривают дозатором 10 мл серной кислоты. Потом отбирают пипеткой 10,77 мл хорошо перемешанного молока. Осторожно, по стенке вливают молоко в жиромер во избежание преждевременного разогревания; слой молока должен расположиться над слоем кислоты. При этом конец пипетки не должен касаться серной кислоты.

Чтобы молоко полностью стекло из пипетки, прикладывают кончик ее к горлышку жиромера и выдерживают несколько секунд. Выдувать молоко из пипетки не следует.

Отмеривают дозатором 1 мл изоамилового спирта, стараясь не смочить горлышко жиросмера, что в последующем может привести к выскакиванию пробки.

Заполненные жиросмеры закрывают резиновыми пробками. При этом жиросмер держат в кулаке за расширенную часть (не за шкалу), завернув в полотенце. Пробку вводят винтообразным движением правой руки до тех пор, пока конец ее не коснется поверхности спирта.

Жиросмеры устанавливают на 5 мин в водяную баню с температурой 65 °С. Затем их вставляют в центрифугу пробками в патрон. Жиросмеры в центрифуге должны располагаться симметрично. Иногда для равновесия ставят в центрифугу жиросмер с водой.

Привинчивают крышку центрифуги и центрифугируют 5 мин со скоростью около 1000 об/мин. По окончании центрифугирования жиросмеры на 5 мин устанавливают пробками вниз в водяную баню при 65 °С.

Вынув жиросмер из бани и осушив его салфеткой, начинают отсчитывать количество жира по шкале. Для этого подводят нижнюю границу столбика жира к ближайшему целому делению шкалы, что достигается ввинчиванием или вывинчиванием пробки. Удерживая столбик жира пробкой, производят отсчет. За верхнюю границу столбика жира принимают нижний край мениска. Большие деления шкалы с цифрой соответствуют целым, малые – десятым долям процента жира.

Отсчитывают, чтобы избежать ошибок, 2 раза. Если отсчеты не сходятся, жиросмер снова ставят в водяную баню и через 3 мин отсчитывают повторно.

Если у некоторых проб столбик жира отделился нечетко, их встряхивают, прогревают в бане и центрифугируют второй раз. Иногда в нижней части жирового столбика появляется рыхлый осадок. Это может быть из-за недостаточного центрифугирования или малого количества спирта, прилитого в жиросмер. Появление после центрифугирования под столбиком жира «пробки» темного цвета, мешающей отсчету, объясняется или большей, чем нужно, плотностью серной кислоты, или излишним количеством консервирующих веществ, которые прибавляют к пробам молока. Чтобы предотвратить образование пробок, рекомендуются добавить в жиросмер с пробой молока каплю формалина. Расхождение между параллельными определениями не должно быть более 0,05 %.

Определение содержания жира и кислотности сливок, сметаны. В сливочный жиросмер отвешивают 5 г сливок или сметаны, затем вливают 5 мл воды, 10 мл серной кислоты и 1 мл изоамилового спирта. Жиросмер закрывают пробкой, смесь взбалтывают, центрифугируют в течение 5 мин, после чего производят отсчет жира.

При отсутствии сливочных жиросмеров для определения жирности сливок и сметаны используют молочные жиросмеры. Отвешивают в стаканчик, вставленный в жиросмер, 10 г сливок (сметаны) и приливают 50 мл воды. Содержимое перемешивают, нагревают на водяной бане до 40 °С, снова перемешивают и охлаждают до 20 °С. Из полученной жидкости берут пробу для анализа; определяют жир так же, как и в молоке. Результат жирности умножают на 6 (на число, показывающее, во сколько раз сливки или сметана разбавлены водой).

Для определения кислотности сливок в колбу отмеривают 10 мл сливок, 20 мл дистиллированной воды и 2–3 капли 1%-ного спиртового раствора фенолфталеина. Из бюретки по каплям прибавляют в колбу при постоянном помешивании 0,1 н. раствора едкого натра до появления слабозащелочного окрашивания, не исчезающего в течение минуты. Отсчитывают количество щелочи, которое пошло на титрование 10 мл сливок, умножают на 10.

Группа чистоты молока. Большое количество механических примесей в молоке (шерстинки, частицы песка, навоза) свидетельствует об антисанитарных условиях получения, хранения или транспортировки продукта.

Вместе с механическими примесями в молоко попадают микроорганизмы, вызывающие его порчу. В связи с этим необходимо выполнять санитарно-гигиенические и зооветеринарные правила получения молока, его обработки и хранения.

Чистоту молока (наличие в нем механических примесей) определяют фильтрованием. С этой целью фильтруют 250 мл молока и осадок сравнивают с эталоном, на основании чего устанавливают группу чистоты молока. К 1-й группе относят молоко, после фильтрования которого на фильтре отсутствуют частицы механических примесей; ко 2-й группе – если на фильтре имеются отдельные их частицы и к 3-й группе относят молоко, если на фильтре заметен осадок мелких или крупных частиц примесей (волоски, частицы сена, песка).

Приборы и оборудование: мерный черпак (кружка с длинной ручкой), цилиндр на 250 мл, ватные кружки или фланелевая лента, эталон для установления степени чистоты молока, прибор ЦНИИМСП.

Порядок выполнения работы

На сетку прибора поместить ватный или фланелевый фильтр и прикрепить его при помощи гайки к суженной части цилиндра. Цилиндр установить в штатив, под цилиндр поставить сосуд для сбора профильтрованного молока.

Вылить в цилиндр 250 мл молока. Когда все молоко профильтруется, снять фильтр, положить его на лист бумаги и обсушить.

Просушенный фильтр сравнить с эталоном и установить группу чистоты.

Содержание бактерий. Этот показатель, характеризующий санитарное состояние молока, определяют по редуктазной пробе (табл. 9). Сущность ее заключается в том, что бактерии, попавшие в молоко, в результате развития выделяют ферменты, в частности редуктазу и другие продукты жизнедеятельности. В только что выдоенном молоке редуктаза отсутствует. Поэтому об общей бактериальной обсемененности молока можно судить по наличию данного фермента.

Таблица 9

Установление класса молока по бактериальной обсемененности

Класс молока по бактериальной обсемененности	Качество молока	Цвет содержимого пробирки	
		через 20 мин	через 60 мин
I	хорошее	сине-стальной	сине-стальной
II	удовлетворительное	сине-стальной	сине-фиолетовый
III	плохое	сине-стальной и розоватый	розовый
IV	очень плохое	белый	белый

При нарушении санитарно-гигиенических правил получения и хранения молока количество бактерий в нем возрастает, следовательно, увеличивается содержание фермента. Редуктаза способна обесцвечивать добавленные к молоку слабые органические красители – раствор метиленовой сини или резазурина. Если к молоку прибавить раствор метиленовой сини, смесь окрасится в голубой цвет, при использовании резазурина – в сине-стальной, который исчезает под действием редуктазы. Обесцвечивание окраски происходит тем быстрее, чем больше в молоке находится редуктазы, а, следовательно, бактерий.

Приборы и реактивы: аналитические весы, редуктазник или водяная баня с термометром, стерильные пробирки и пипетки на 1 и 10 мл, раствор резазурина.

Порядок выполнения работы

В пробирку отмерить пипеткой 1 мл рабочего раствора резазурина и 10 мл молока, закрыть стерильной резиновой пробкой и, трехкратно перевернув пробирку, размешать содержимое. После этого поместить пробирку в водяную баню (температура воды 38–40 °С) так, чтобы уровень воды был выше уровня содержимого пробирки. Через 20 мин с момента установки пробирки в водяную баню осмотреть ее, следующий осмотр – через час. В зависимости от степени обесцвечивания содержимого пробирки, пользуясь табл. 9, установить класс молока.

Контрольные вопросы:

1. Каково содержание жира в сливках, сметане? Как оно определяется?
2. Что принимается за показатель группы бактериальной чистоты молока?
3. Сколько таких групп принято в настоящее время?
4. Как определяется кислотность сливок и сметаны?
5. Что такое редуктаза, для чего она определяется, о чем свидетельствует ее наличие?

3. ТЕХНОЛОГИЯ СЫРОДЕЛИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЫРА

3.1. ХАРАКТЕРИСТИКА СЫРОВ И СЫРЬЯ ДЛЯ СЫРОДЕЛИЯ, СОСТАВ И СВОЙСТВА СЫРА

Пищевая и энергетическая ценность сыра. Сыр представляет собой пищевой продукт, вырабатываемый из молока путем коагуляции белков, обработки полученного белкового сгустка и последующего созревания сырной массы.

Белковый сгусток удерживает воду, жировые шарики и другие составные части молока. При обработке сгустка часть воды, молочного сахара, минеральных веществ, витаминов и ферментов переходит в сыворотку.

При созревании все составные части сырной массы подвергаются глубоким изменениям, в результате которых приобретаются свойственные данному виду сыра консистенция и рисунок. Пищевая ценность сыра определяется высоким содержанием в нем необходимых человеку составных частей пищи: белка, молочного жира, а также минеральных солей и витаминов в хорошо сбалансированных соотношениях и легкоперевариваемой форме. В 100 г жирного сыра содержится 28–30 г белка, 32–33 г жира, около 1 г кальция, 0,8 г фосфора. В сыре содержится большое количество свободных аминокислот, в том числе все незаменимые.

По энергетической ценности сыры занимают среди продуктов питания одно из первых мест. Так, энергетическая ценность 100 г советского сыра составляет 1674 кДж, голландского брускового – 1510 кДж. С пищевыми продуктами животного происхождения человек получает в среднем не менее 30 % суточной потребности в белке и жире, 60 % – в кальции, 50 % – в фосфоре и железе. Этому количеству пищевых веществ экви-

валентны 140–150 г жирного зрелого сыра. При замене сыра другой пищей потребовалось бы соответственно 250–300 г мяса или 300–350 г рыбы.

Общая схема технологического процесса. Технологический процесс производства сыра включает следующие операции:

- подготовка молока к выработке сыра;
- контроль качества и сортировка молока, резервирование молока;
- созревание молока;
- нормализация;
- тепловая обработка;
- вакуумная обработка;
- ультрафильтрация молока;
- перекисно-катализная обработка, подготовка молока к свертыванию;
- внесение в молоко хлорида кальция;
- внесение в молоко нитрата калия или натрия;
- применение бактериальных заквасок и препаратов, получение и обработка сгустка;
- свертывание молока;
- обработка сгустка и сырного зерна, формование сыра.
- самопрессование и прессование сыра, его посолка и созревание.

Схема типовой технологической линии производства сыра приведена на рис. 7.

Длительность и режимы технологических операций различны для различных видов сыра. В зависимости от вида вырабатываемого сыра некоторые технологические операции могут отсутствовать или неодинаково выполняться. Формование твердых сыров осуществляется различными способами. На рис. 7 показана подготовка молока к выработке сыра, которая может осуществляться различными способами. Молоко направляют насосом через уравнильный бак в секцию рекуперации пастеризационно-охладительной установки. Подогретое молоко подают на сепаратор-нормализатор для очистки и нормализации. Затем после тепловой обработки в секции пастеризации и охлаждения в секции рекуперации до температуры свертывания молоко через счетчик направляют в аппарат выработки сырного зерна (рис. 7, вар. А).

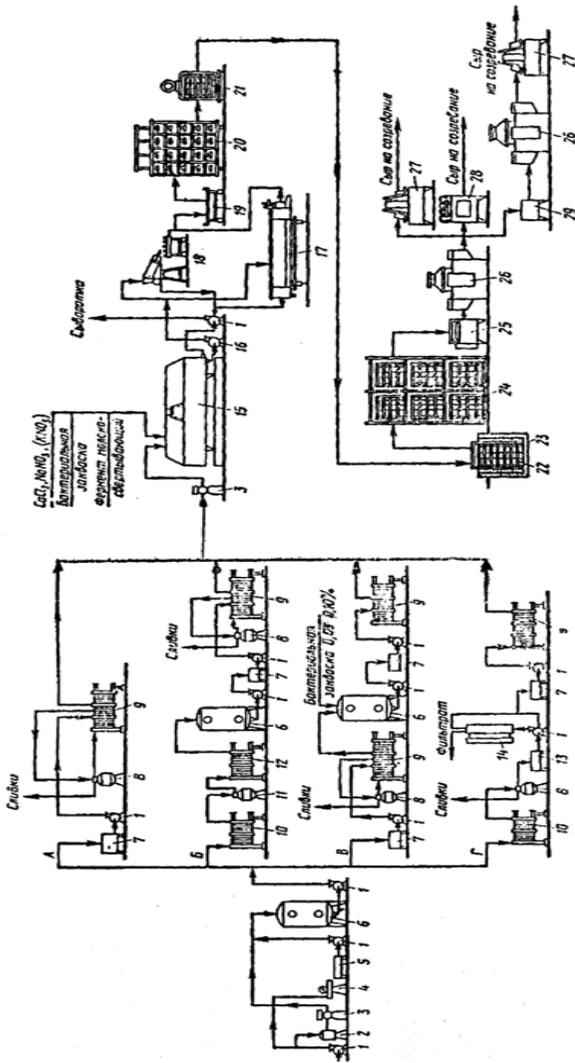


Рис. 7. Схема типовой технологической линии производства сыра.

1 – насос; 2 – воздухоотделитель; 3 – счетчик для молока; 4 – весы для молока; 5 – ванна для молока; 6 – емкость для хранения молока; 7 – бак уравнительный; 8 – сепаратор-нормализатор; 9 – пастеризационно-охлаждающая установка; 10 – подогреватель; 11 – бак уравнительный; 12 – охладитель; 13 – емкость для промежуточного хранения; 14 – ультрафильтрационная установка; 15 – аппарат для выработки сырного зерна; 16 – насос для перекачивания сырного зерна; 17 – аппарат для формирования сырной массы; 18 – отделитель сыворожки; 19 – тележка для самопрессования; 20 – пресс; 21 – весы для сыра; 22 – контейнер для посолки; 23 – бассейн соляный; 24 – контейнеры (стеллажи) для созревания сыра; 25 – машина для мойки сыра; 26 – сушилка для сыра; 27 – парафинер; 28 – вакуум-упаковочная машина; 29 – машина для нанесения латексного покрытия на сыры

Свежее незрелое молоко направляют на созревание в сыром виде. Пастеризованное и охлажденное до температуры свертывания молоко через счетчик подают в аппарат выработки сырного зерна (рис. 7, вар. Б). Свежее незрелое молоко с повышенной бактериальной обсемененностью направляют на созревание после термизации. Пастеризованное и охлажденное до температуры свертывания молоко через счетчик добавляют в аппарат выработки сырного зерна (рис. 7, вар. В). Если в производстве сыра применяют ультрафильтрацию, в схему подготовки молока к выработке сыра включается ультрафильтрационная установка (рис. 7, вар. Г). Молоко насосом направляют на подогреватель, затем – на сепаратор-нормализатор. Очищенное и нормализованное молоко подают через промежуточную емкость на ультрафильтрационную установку. Молочный концентрат поступает в секцию пастеризации, а затем – в секцию охлаждения пастеризационно-охлаждающей установки. Молочный концентрат, охлажденный до температуры свертывания, направляют в аппарат выработки сырного зерна, а охлажденный до $(6 \pm 2)^\circ\text{C}$ – на промежуточное хранение.

Требования к качеству молока в сыроделии. Сыроделие предъявляет особые требования к качеству молока.

Молоко должно иметь чистые вкус и запах, быть без посторонних, не свойственных свежему молоку привкусов и запахов. По внешнему виду и консистенции оно должно представлять собой однородную жидкость без осадка и хлопьев, цветом от белого до слабо-желтого.

Сыропригодному молоку свойственны определенные физико-химические и гигиенические показатели. Так, плотность молока должна быть не менее 1027 кг/м^3 , титруемая кислотность $-16-18^\circ\text{T}$, массовая доля жира – не менее 3,2 %, белка – не менее 3,0 %. Температура поступающего на завод молока должна быть не выше 10°C . Высокие требования предъявляют к молоку по гигиеническим показателям: степени чистоты, бактериальной обсемененности, наличию ингибирующих веществ, количеству спор мезофильных, анаэробных, лактатсбраживающих, маслянокислых бактерий; определяется класс молока по сычужно-бродильной пробе; количеству соматических клеток.

На выработку сыра допускается направлять молоко с оценкой по степени чистоты по эталону не ниже I группы, бактериальной обсемененностью по пробе на редуктазу – не ниже I класса, то есть в 1 см^3 молока должно содержаться не более 500 тыс. клеток бактерий.

Не допускается переработка на сыр молока с наличием веществ, ингибирующих рост молочнокислых микроорганизмов (остатков моющих и дезинфицирующих средств, консервантов, антибиотиков и других лекарственных средств, химических средств защиты животных и растений).

Молоко не должно содержать значительного количества газообразующей микрофлоры (маслянокислых бактерий, кишечной палочки). Маслянокислые бактерии образуют споры, которые не погибают при пастеризации. Развиваясь в сыре, эти микроорганизмы вызывают образование неприятной по вкусу масляной кислоты и водорода, который приводит к появлению многочисленных глазков, трещин и вспучиванию сыра.

Одним из важнейших свойств является способность молока свертываться под действием сычужного фермента. Часто свертывание молока происходит медленно, для ускорения его требуются увеличенные дозы сычужного фермента.

Для характеристики молока по его способности свертываться сычужным ферментом и определения наличия в молоке бактерий группы кишечной палочки проводят сычужно-бродильную пробу, основанную на контроле качества сгустка. По результатам сычужно-бродильной пробы молоко делят на III класса. Для производства сыра пригодно молоко I и II класса.

Многие заболевания коров приводят к изменению состава и свойств молока, поэтому по существующим санитарным и ветеринарным правилам сдача молока от больных коров на заводы категорически запрещается.

К приемке на завод допускается молоко, доставленное в опломбированном виде в транспортных средствах, имеющих санитарный паспорт. Приемка молока заключается в определении массы молока, его качества и проведении сортировки.

3.2. ПОДГОТОВКА МОЛОКА К ВЫРАБОТКЕ СЫРА

Резервирование и созревание молока. Механизация и автоматизация производства сыра могут быть осуществлены только при использовании одинакового по составу и свойствам сырья. Однако состав и свойства партий молока, поступающих на завод, неодинаковы. С целью получения однородного сырья на сутки работы завода молоко резервируют.

Для резервирования молока устанавливают емкости для хранения молока и охлаждающие установки.

Созревание молока заключается в выдержке его при температуре $(10 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение (12 ± 2) ч с добавлением или без добавления закваски молочнокислых бактерий. Во время созревания изменяется состав и свойства молока. Процесс происходит при низкой температуре и длительной выдержке.

Созревание молока сопровождается повышением титруемой кислотности на $(1,5 \pm 0,5)^\circ\text{T}$.

При созревании молока происходит ферментативный распад белков, в результате чего в молоке увеличивается содержание различных азотистых соединений. Созревание сопровождается снижением окислительно-восстановительного потенциала молока.

Все изменения состава и свойств молока при созревании положительно влияют на свертывание молока, развитие микробиологических и биохимических процессов в сыре и на его качество.

Значительно улучшается свертываемость молока сычужным ферментом, активнее развивается микрофлора закваски, что обеспечивает нормальную обработку сгустка. При этом ускоряется выделение сыворотки из зерна, и энергичнее нарастает кислотность. Ускоряются процессы выработки и созревания сыра.

Нормализация молока. Для того чтобы получить стандартные по составу сыры, молоко необходимо нормализовать. В нормализованном молоке требуется получить такое соотношение массовых долей жира и белка, чтобы обеспечить стандартное соотношение этих частей в готовом продукте. Регулирование соотношения в сыре проводят путем увеличения или уменьшения массовой доли жира в молоке. Нормализацию молока проводят в потоке с использованием сепаратора-нормализатора или путем смешения цельного молока с рассчитанной массой сливок или обезжиренного молока.

Тепловая обработка молока. Тепловую обработку молока проводят для уничтожения технически вредной для сыроделия патогенной микрофлоры, вирусов и бактериофагов.

В результате тепловой обработки изменяются свойства молока. Продолжительность свертывания увеличивается с повышением температуры пастеризации. Поэтому в сыроделии приняты не очень высокие температуры пастеризации: от 70 до 72°C с выдержкой от 20 до 25 с.

В случае повышенной бактериальной обсемененности молока допускается повышение температуры пастеризации до 76 °С с той же выдержкой. Молоко пастеризуют непосредственно перед переработкой на сыр.

Поскольку режимы пастеризации молока, применяемые в сыроделии, таковы, что споровые формы микроорганизмов и часть термофильной микрофлоры не уничтожаются, то целесообразно сочетать обработку молока на сепараторе-бактериоотделителе с последующей пастеризацией. Обработка молока на нем позволяет очистить молоко от вегетативных клеток спорообразующих бактерий, термофильных микроорганизмов и спор маслянокислых бактерий. Такая очистка молока с последующей пастеризацией при температуре от 70 до 72 °С снижает содержание общего количества бактерий до 99,9 % первоначального количества бактерий в молоке.

Вакуумная обработка и ультрафильтрация молока. Присутствие газа в молоке влияет на процесс производства сыра. Кроме того, некоторые газы и летучие соединения, находящиеся в молоке, могут обуславливать посторонние привкусы и запахи молока, а затем и готового продукта. Уменьшение объема газовой фазы в исходном молоке способствует сокращению продолжительности свертывания молока и обработки сырного зерна, что дает возможность сократить расход сычужного фермента, положительно влияет на выход и качество готового продукта.

Удалить из молока мелкодисперсную газовую фазу и летучие соединения можно в процессе вакуумной обработки молока, которую сочетают с пастеризацией, используя для этого дезодораторы.

В производстве твердых сыров ультрафильтрацию применяют для концентрирования сухих веществ молока с целью достижения оптимальной для каждого вида сыра массовой доли белка в молочном концентрате. Ультрафильтрация осуществляется при температуре (50 ± 5) °С после нормализации молока по жиру перед его пастеризацией.

Массовая доля сухих веществ в концентрате, получаемом при ультрафильтрационной обработке молока, должна быть (14 ± 2) % в зависимости от вида сыра, кислотность концентрата – 23 °Т, не более

3.3. ПОДГОТОВКА МОЛОКА К СВЕРТЫВАНИЮ

Внесение в молоко хлорида кальция, нитрата калия или натрия.

Добавление в пастеризованное молоко хлорида кальция является обязательной операцией, так как пастеризованное молоко медленно свертывается под действием молокосвертывающих ферментов и не образует плотного сгустка, плохо отделяется сыворотка из сырного зерна. Хлорид кальция в известной мере восстанавливает исходный солевой состав молока, нарушенный во время пастеризации, и улучшает сычужную свертываемость молока. Его вносят в пастеризованное молоко в количестве от 10 до 40 г безводной соли на 100 кг молока. Оптимальную дозу хлорида кальция устанавливают в зависимости от свойств молока.

Чтобы предупредить раннее вспучивание сыра при использовании подозрительного на наличие газообразующей микрофлоры молока, допускается использовать химически чистый нитрат калия или натрия, образующиеся нитриты подавляют развитие газообразующей микрофлоры. Молочнокислые бактерии менее чувствительны к нитритам, чем газообразующие. В сырах нитриты распадаются до аммиака, то есть становятся безвредными для здоровья человека.

Применение бактериальных препаратов и заквасок. Бактериальные закваски и бактериальные препараты представляют собой концентрат клеток бактерий, участвующих в свертывании молока и созревании сыра.

Формирование вкуса, запаха и консистенции сыров происходит в результате микробиологических и биохимических процессов. Во время выработки и созревания сыра микроорганизмы развиваются в сыре и воздействуют на сырную массу.

В производстве сыров используют различные микроорганизмы: молочнокислые бактерии, пропионовокислые бактерии, сырную слизь, плесени. Ведущая роль принадлежит молочнокислым бактериям: они преобразуют основные составные части молока (лактозу, белки, жир) в соединения, обуславливающие вкусовые и ароматические свойства сыра, его пищевую и биологическую ценность; активизируют действие молокосвертывающих ферментов и интенсифицируют синергизм сычужного сгустка; принимают участие в формировании рисунка сыра и его консистенции; создают неблагоприятные условия для развития посторонней микрофлоры путем

быстрого сбраживания лактозы», повышения активной кислотности и снижения окислительно-восстановительного потенциала сырной массы; подавляют развитие технически вредных и патогенных микроорганизмов за счет образования соединений, обладающих антибактериальным действием. Конкретную дозу закваски выбирают в зависимости от вида сыра, скорости нарастания кислотности и обсушки зерна в аппарате выработки сырного зерна, зрелости и физико-химических свойств молока.

Некоторые сыры с низкой температурой второго нагревания (обработки сырного зерна) созревают с участием сырной слизи, образующейся на поверхности сыра. В микрофлору сырной слизи входят дрожжи, микрококки и неспоровые палочки. Микрофлора сырной слизи выделяет ферменты, образует большое количество продуктов распада белка, что приводит к снижению кислотности в поверхностных слоях сыра и гидролизу казеина и жира с образованием специфических вкусовых и ароматических веществ, придающих сыру острые аммиачные вкус и запах.

В созревании отдельных видов мягких сыров наряду с молочно-кислыми бактериями принимают участие и плесени. В созревании сыра камамбер участвуют белые плесени, специально культивируемые на поверхности сыров. Эти сыры созревают постепенно от корки к центру сыра. С развитием белой плесени появляется специфический грибной (шампиньонный) привкус сыра.

В производстве сыра рокфор используют зелено-голубую плесень, развивающуюся внутри сырной массы. Споры плесени вносят в молоко или сырную массу при ее формовании. Плесень, развиваясь внутри сыра, выделяет фермент липазу, которая расщепляет молочный жир на ряд жирных кислот, придающих сыру специфические острые, пикантные, слегка перечные вкус и аромат.

3.4. ПОЛУЧЕНИЕ И ОБРАБОТКА СГУСТКА

Свертывание молока. Для свертывания молока в сыроделии применяют молокосвертывающие ферменты животного происхождения: сычужный фермент и пепсин, а также ферментные препараты на их основе.

Сычужный фермент получают из желудков (сычужков) молочных телят, ягнят и козлят. Он представляет собой смесь ферментов химозина (реннина) и пепсина. Количественное соотношение химозина

и пепсина в сычужном ферменте зависит от возраста и индивидуальных особенностей животного. В сычужках телят 1–2-месячного возраста преобладает реннин (70 %), в дальнейшем соотношение ферментов меняется, и в желудках взрослых животных содержится преимущественно пепсин. Промышленный препарат сычужного фермента содержит 30–40 % пепсина.

Оптимальная кислотность молока для действия сычужного фермента соответствует рН 6,3. Оптимальная температура свертывания молока сычужным ферментом от 38 до 41 °С.

Пепсин получают из желудков взрослых животных: крупного рогатого скота, овец, коз, свиней и птицы. Свертывающая способность препаратов пепсина такая же, как и сычужного порошка.

В сыродельной промышленности применяют также ферментные препараты, являющиеся смесью различных молокосвертывающих ферментов. Молокосвертывающий препарат вносят в молоко в виде раствора, приготовленного за (25 ± 5) мин до использования. Для равномерного распределения ферментного препарата по всему объему молоко после внесения препарата тщательно перемешивают в течение (6 ± 1) мин, а затем оставляют в покое до образования сгустка. Продолжительность свертывания молока устанавливают в зависимости от вида сыра. При выработке твердых сыров продолжительность свертывания должна составлять (30 ± 5) мин, для сыров пониженной жирности – (35 ± 5) мин. Для обеспечения развития молочнокислого процесса в производстве мягких сыров продолжительность свертывания увеличивается и составляет от 50 до 90 мин.

Температура свертывания молока зависит от свойств молокосвертывающего фермента. При температуре выше 50 °С активность сычужного фермента снижается, ниже 10 °С – фермент практически не свертывает молоко. При температуре от 10 до 20 °С свертывание молока замедляется и получается непрочный, хлопьевидный сгусток. Свертывание молока при оптимальных температурах (от 38 до 41 °С) действия сычужного фермента нецелесообразно, так как образуется быстро уплотняющийся сгусток, обработка которого затруднена. Свертывание молока в сыроделии проводят при температуре от 28 до 35 °С. Конкретную температуру свертывания молока устанавливают в зависимости от вида вырабатываемого сыра, времени года и свойств молока. Главным фактором является способность свертываться под действием молокосвертывающего препарата. При пониженной способности молока к свертыванию температуру повышают в допустимых для каждого вида сыра пределах.

В первые 5–15 мин после внесения молокосвертывающего препарата изменений молока, видимых невооруженным глазом, не происходит. Затем вязкость молока быстро повышается, что свидетельствует об изменении состояния белка, белковые частицы начинают укрупняться, образуя мелкие хлопья. Затем появляется очень нежный сгусток, в дальнейшем происходит его упрочение. Установлено, что мицеллы казеина при формировании сгустка образуют тонкие нити, затем хлопья и в дальнейшем – трехмерную сетчатую структуру. Сгусток напоминает губку с мельчайшими порами, в которых удерживаются другие составные части молока. Слишком нежный и слишком прочный сгусток одинаково непригодны для дальнейшей обработки. В первом случае происходит значительный отход белка и жира в сыворотку, и, следовательно, снижается выход продукта. Образование слишком прочного сгустка затрудняет постановку зерна, требует применения повышенных скоростей вращения режущего инструмента, что также приводит к получению неоднородного и излишне мелкого зерна и пыли.

Обработка сгустка и сырного зерна. Цель обработки сгустка – удаление не связанной с белками влаги (сыворотки) с растворенными в ней составными частями молока. От количества воды в сырной массе зависит развитие микробиологических и биохимических процессов при созревании сыра. Если массовая доля воды в сгустке составляет в среднем 57,5 %, то в свежей сырной массе должно содержаться оптимальное для каждого вида сыра количество влаги. Так, массовая доля влаги в свежей сырной массе твердых сыров после прессования должна составлять от 38 до 47 %, мягких после самопрессования – от 47 до 65 %, а для отдельных видов мягких сыров – от 70 до 80 %. Допустимы незначительные отклонения в содержании влаги. При резком изменении содержания влаги может измениться процесс созревания, что повлияет на видовые особенности и качество сыра. Для удаления избыточного количества влаги из сгустка служат следующие технологические операции: разрезка сгустка, постановка зерна, вымешивание зерна, тепловая обработка сырного зерна (второе нагревание), обсушка зерна.

Разрезка сгустка. По мере старения происходит сжатие сгустка, и из него через поры начинает выделяться сыворотка. Это явление называется синерезисом. Для ускорения выделения сыворотки увеличивают поверхность сгустка путем его разрезки. Сгусток разрезают сначала вдоль, а затем поперек устройством с вертикально

расположенными режущими элементами. В результате получаются столбики квадратного сечения со сторонами 7–10 мм в зависимости от вида сыра.

Постановка зерна. Чем мельче зерно, тем больше общая суммарная поверхность для синерезиса, тем быстрее происходит обезвоживание сырного зерна, и наоборот, чем крупнее зерно, тем медленнее оно обезвоживается. Поэтому для каждой группы сыров получают зерно определенной величины – проводят постановку зерна. Так, при выработке швейцарского сыра в результате постановки получают зерно размером 2-3 мм при выработке голландского сыра – 5-6 мм, а для мягких сыров – 20-30 мм. Для постановки зерна применяют те же устройства, что и для разрезки сгустка. Скорость движения ножа устанавливают в зависимости от необходимой степени дробления. Показатель хорошей постановки зерна – однородность его по величине.

Для постановки зерна разрезанный сгусток осторожно перемешивают, а затем приступают к постановке зерна. Чтобы получить зерно одинаковой величины, следует учитывать свойства сгустка. Нежный сгусток сначала дробят медленно, затем по мере уплотнения зерна дробление ускоряют с таким расчетом, чтобы закончить постановку до полного закрепления зерна, когда оно уже больше не дробится. Прочный сгусток надо дробить быстрее, но без резких движений, способствующих образованию сырной пыли.

Через 5 мин после начала постановки зерна, когда получится слегка закрепившееся зерно и выделится достаточное количество сыворотки, вымешивание прекращают, очищают стенки аппарата выработки сырного зерна от приставшего сгустка и удаляют 30 % сыворотки. Удаление сыворотки осуществляется с помощью специального сита – отборника. При работе на аппаратах выработки сырного зерна большой вместимости (6–10 т) сыворотку удаляют без остановки аппарата, чтобы не допустить комкования сырной массы. В начале обработки нужно избегать продолжительных остановок, так как сырная масса очень нежная и осевшее зерно склеивается, образуя комки.

Во время постановки зерна следует периодически определять состояние сырной массы – скорость ее уплотнения и величину зерна. Чем мельче надо получить зерно, тем продолжительнее его постановка.

Вымешивание зерна. После постановки зерна продолжают вымешивание в целях его дальнейшей обсушки. Для этого на режущее устрой-

во надевают заслонку или режущее устройство заменяют вымешивающим устройством, например мешалкой пропеллерного типа.

В процессе вымешивания выделяется сыворотка, уменьшается объем зерна, оно становится округлым. В конце вымешивания зерно характеризуется упругостью, достаточной прочностью и потерей первоначальной клейкости.

Продолжительность вымешивания зависит от кислотности сырной массы, величины зерна, температуры, при которой вымешивают зерно. При повышенной кислотности массы зерно обсушивается быстрее и продолжительность вымешивания сокращается. При одинаковых условиях мелкое зерно обсыхает быстрее, чем крупное. В связи с этим продолжительность вымешивания мелкого зерна сокращают по сравнению с крупным.

Тепловая обработка сырного зерна. Тепловую обработку или второе нагревание проводят для ускорения обезвоживания сырного зерна. В производстве твердых сыров для обезвоживания сырной массы недостаточно только увеличения поверхности сгустка путем его дробления. Синерезис сгустка, то есть его сжатие, и выделение сыворотки, можно усилить повышением температуры, поэтому в сыроделии применяют второе нагревание. Чем выше температура второго нагревания, тем лучше обсыхает сырное зерно.

Температуру второго нагревания устанавливают с таким расчетом, чтобы она была благоприятной для развития микрофлоры закваски, используемой для данного вида сыра. Если закваска для сыра включает мезофильные молочнокислые бактерии, то температуру второго нагревания устанавливают от 38 до 42 °С, и эти сыры составляют группу сыров с низкой температурой второго нагревания (голландский, костромской, ярославский и др.).

Для других сыров закваска состоит из термофильных молочнокислых бактерий, поэтому температуру второго нагревания устанавливают от 48 до 58 °С и сыры относят к группе сыров с высокой температурой второго нагревания (швейцарский, советский, украинский и др.). Мягкие сыры вырабатывают без второго нагревания.

Если не требуется регулировать молочнокислое брожение, то второе нагревание проводят путем косвенного нагрева смеси сырного зерна и сыворотки, направляя теплоноситель (пар или горячую воду) в межстенное пространство аппарата выработки сырного зерна. При нагревании сырного зерна повышается его клейкость и легко образуются комки. Поэтому в процессе второго нагревания сырную массу постоянно перемешивают, не допуская образования

комков, которые обсыхают значительно медленнее, чем зерно, в результате чего масса обсушивается неравномерно.

Второе нагревание, как правило, проводят со скоростью от 0,5 до 2,0 °С за 1 мин. Поэтому при выработке сыров с низкой температурой второго нагревания продолжительность его составляет от 10 до 20 мин, а для сыров с высокой температурой второго нагревания – от 25 до 40 мин и более.

Для регулирования влажности сырной массы используют частичную посолку в зерне. Посолка из расчета 200–300 г хлорида натрия на 100 кг молока при выработке сыров типа голландского и 500–700 г при выработке российского сыра способствует усилению гидрофильных свойств белков сыра, увеличению количества связанной влаги, повышению массовой доли влаги в сыре на 2–3 % и удержанию ее на последующих стадиях производства в сравнении с сыром, выработанным без частичной посолки. Частичная посолка благоприятно сказывается на консистенции сыра.

Обсушка зерна. Вымешивание зерна после второго нагревания называется обсушкой. В производстве сыров типа голландского обсушка продолжается 15–30 мин, типа швейцарского, советского – 40–60 мин. Продолжительность обсушки зерна зависит от многих факторов. Так, в производстве твердых сыров требуется больше выделить влаги из сырной массы и необходима более длительная обсушка зерна, чем при выработке мягких сыров.

По мере вымешивания из сырного зерна удаляется излишняя сыворотка, зерно обсыхает, сжимается, приобретает более округлую форму. По мере удаления влаги клейкость зерна уменьшается. Важным моментом в технологии сыра является правильное установление окончания обсушки зерна. При преждевременном окончании обсушки в сырной массе остается излишнее количество влаги, а сыр получается слишком мягким, легко деформирующимся и предрасположенным к вспучиванию. При пересушивании зерна оно может полностью потерять клейкость и из него будет трудно сформовать головки сыра. Из такого зерна получается слишком твердый, медленно созревающий, иногда с трещинами сыр.

3.5. ФОРМОВАНИЕ, ПРЕССОВАНИЕ И ПОСОЛКА СЫРА

Формование сыра. Целью формования сыра является соединение сырных зерен в монолит, которому придают определенную

форму, и выделение части межзерновой сыворотки. Важным фактором формирования и получения плотной массы является температура, поэтому, чтобы сырная масса не охлаждалась, формировать ее надо быстро, а в помещении поддерживать температуру от 18 до 20 °С. В зависимости от вида вырабатываемого сыра применяют следующие способы формирования: из пласта, наливом и насыпью.

Формование из пласта. Из сырного зерна получают пласт сырной массы. После разрезки пласта на куски их укладывают в формы. Этим способом формуют преимущественно твердые сыры с плотной однородной структурой сырной массы, с правильным рисунком, характеризующимся сравнительно крупными глазками округлой формы. Формование из пласта можно осуществлять в аппарате выработки сырного зерна. При формировании сыра в нем пласт образуется следующим образом. Не отливая сыворотки по окончании обсушки, зерно с помощью зернособирателя или режущих устройств сдвигают к торцевой стенке аппарата и спрессовывают в пласт до необходимых размеров и толщины. Сырную массу собирают в пласт под слоем сыворотки, чтобы исключить попадание воздуха внутрь сырной массы и предупредить образование неправильного рисунка сыра. Пласт подпрессовывают 20–30 мин при давлении 3–5 кПа. Готовый пласт разрезают на куски требуемого размера и помещают в формы.

В аппаратах формирования сырной массы периодического действия, представляющих собой прямоугольные ванны, процесс осуществляется следующим образом. После обсушки из аппарата выработки сырного зерна удаляют до 60 % сыворотки от количества перерабатываемого молока. Затем зерно с оставшейся сывороткой при непрерывном перемешивании подают в аппарат для формирования, где зерно оседает на дно, образуя под слоем сыворотки пласт установленного размера. Подпрессовывание длится от 10 до 30 мин при давлении от 1 до 10 кПа.

В современных аппаратах формирования сырной массы периодического действия подпрессовывание пласта и его разрезка на блоки механизированы.

Так, одна из конструкций аппарата (рис. 8) представляет собой прямоугольную емкость с подвижной задней стенкой. На дно емкости укладывают набор перфорированных пластин. Для подпрессовки сырного пласта имеются пластины с пневмоцилиндром. Передняя торцевая стенка аппарата может передвигаться в вертикальной плоскости и служить для разрезания пласта. После выравнивания

слоя сырного зерна с помощью прессующих пластин пласт подпрессовывают. После подпрессовки пласта передняя торцевая стенка и перфорированные пластины с сырным пластом при помощи пневмоцилиндра выдвигаются из аппарата на специальный стол. При движении пласт продольно разрезается неподвижными ножами, установленными перед передней поднимающейся стенкой. Величина выдвинутой части сырной массы равна длине бруска сыра. После выдвигения пласта нож-гильотина, опускаясь, отсекает бруски сырного пласта соответствующих размеров. Затем цикл повторяется. Продолжительность процесса формирования составляет 30–40 мин. Отпрессованный пласт должен быть упругим, иметь ровную, гладкую, однородную поверхность. Незамкнутая поверхность пласта свидетельствует о плохом выделении сыворотки или сильном газообразовании.

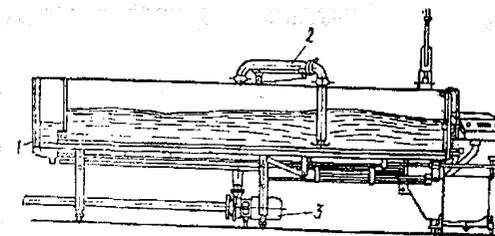


Рис. 8. Аппарат периодического действия:

1 – рабочая емкость; 2 – патрубок для подачи сырного зерна и сыворотки;
3 – насос для отвода сыворотки

Более совершенными установками являются аппараты формирования непрерывного действия. Аппарат представляет собой вертикальные формовочные трубы одинаковой конструкции. Формовочная труба в верхней и нижней частях перфорирована, а средняя ее часть прозрачна и позволяет наблюдать за процессами уплотнения и обезвоживания сырной массы. Через перфорированные участки трубы отводится сыворотка. Снизу формовочная труба закрыта скользящим дном – ножом, под которым смонтированы скользящий цилиндр и дозирующая пластина.

После заполнения формующей трубы сырным зерном с сывороткой и выдержки для уплотнения массы начинается непрерывная работа аппарата. Уровень сыворотки в трубе поддерживается в определенных пределах путем ее рециркуляции. Когда сырный столб достаточно уплотнится, дно-нож отодвигается, и столб сырной

массы опускается на высоту головки сыра, опираясь на дозирующую пластину. Затем дно-нож возвращается в исходное положение и отрезает блок сырной массы. После этого дозирующая пластина опускается ниже скользящего цилиндра, а последний сдвигается в сторону формы, установленной на конвейере, и блок сыра падает в нее.

Формование наливом применяют в производстве сыров различных видов, и особенно в производстве мягких сыров. Наиболее эффективно формование наливом в групповые или большие формы крупноблочных сыров, так как отпадает необходимость дозирования сырной массы.

Формование насыпью. Формование осуществляется после удаления из аппарата выработки сырного зерна от 60 до 70 % сыворотки от массы перерабатываемого молока. Зерно с оставшейся сывороткой подают на отделитель сыворотки, затем зерном заполняют формы с помощью дозатора или без него.

Если при формовании из пласта и наливом межзерновое пространство сыра остается заполненным сывороткой, то при формовании насыпью между зернами попадает значительное количество воздуха. Дальнейшим прессованием удалить воздух не удастся, и сыры имеют рыхлую, пористую структуру с большим количеством пустот неправильной угловатой и щелевидной формы. При этом способе формования практически невозможно получать сыры со сравнительно плотной структурой и правильным рисунком.

Формование наливом. Процесс ведут после удаления из аппарата выработки сырного зерна 50 % сыворотки от массы перерабатываемого молока, разливая по формам смесь зерна и сыворотки.

Формирование структуры сырной массы в процессе формования наливом во многом зависит от количества сыворотки, подаваемой вместе с зерном. Если сыворотки подается достаточно и оседание и уплотнение зерна в форме происходит под слоем сыворотки, получается плотная, не насыщенная воздухом сырная масса. Если сыворотки недостаточно в форме, то сырные зерна недостаточно плотно прилегают один к другому и между ними остаются промежутки, которые заполняются воздухом. Это служит причиной образования рыхлой, пористой структуры и пустотного рисунка сырного теста.

Этим способом формируют сыры, к рисунку и структуре сырного теста которых не предъявляются особые требования. К таким сырам относятся российский, рокфор, дорогобужский и т. п. Таким же образом формируют сыры типа чеддер, сырная масса которых характеризуется плотной однородной структурой, без глазков и пустот.

Самопрессование и прессование сыра. Цель самопрессования и прессования – удаление излишков сыворотки, максимально допустимое для каждого вида сыра уплотнение сырной массы. Кроме того, при прессовании на сыре образуется замкнутый и прочный поверхностный слой. Самопрессование осуществляется под действием веса сыра, а прессование – под действием внешнего давления.

Самопрессование сыра. Мягкие, рассольные и некоторые твердые сыры не прессуют, а только подвергают самопрессованию.

В процессе самопрессования продолжает развиваться молочнокислое брожение в сырной массе, происходит ее дальнейшее обезвоживание. Давление в головке сыра увеличивается от верхнего слоя к нижнему, поэтому для равномерного уплотнения всей массы сыра его переворачивают через 15–30 мин, а затем реже – через 1,0–1,5 ч. В зависимости от вида сыра делают 5–8 переворачиваний. Уплотнение сырной массы является длительным процессом, поэтому самопрессование мягких сыров длится от 3 до 24 ч. Необходимым условием самопрессования является поддержание температуры сырной массы, поэтому температура воздуха в помещении должна быть 15–20 °С.

Окончанием самопрессования считается прекращение выделения сыворотки, достаточное уплотнение сырной массы, приобретение сыром требуемой формы и достижение необходимого для каждого вида сыра уровня рН.

Для прессуемых сыров процесс самопрессования является обязательным и предшествует прессованию. Оно, а затем прессование с постепенным увеличением давления способствуют более полному обезвоживанию сыра. Продолжительность самопрессования твердых сыров составляет от 30 до 40 мин с одним или двумя переворачиваниями. Следует отметить, что для некоторых твердых сыров самопрессование не проводят. Это относится к сырам, имеющим плотную массу, практически не содержащую межзерновой сыворотки после формования. Такие сыры (например, чеддер) после формования сразу прессуют.

Прессование сыров. В процессе прессования продолжается развитие микрофлоры закваски, уплотнение сырной массы, удаляются остатки межзерновой сыворотки и образуется замкнутый поверхностный слой. Сыр прессуют в специальных формах. В зависимости от вида дренажного материала прессование может быть салфеточным и бессалфеточным.

Салфеточное прессование осуществляется в формах, для кото-

рых дренажным материалом служит хлопчатобумажная или синтетическая ткань (бязь, лавсан и т. п.). При салфеточном прессовании сыра необходимо его перепрессовывать для устранения складок на салфетке, которые отпечатываются на поверхности сыра.

Бессалфеточное прессование осуществляется в формах, для которых дренажным материалом служат перфорированные сталь и пластмасса.

В промышленности используют несколько видов перфорированных форм. Широкое распространение для индивидуального прессования сыров получили пятиэлементные формы с металлическими перфорированными вставками и пластмассовые формы. Первые состоят из металлических корпусов с дном и крышкой, нижней, боковой и верхней перфорированными вставками. Перед заполнением такие формы собирают. Пластмассовые формы состоят из перфорированного корпуса и крышки. Дно корпуса может быть съёмным.

При групповом прессовании сыра в туннельных прессах применяют двухэлементные формы, состоящие из металлического корпуса без дна и крышки. Корпус изготовлен из перфорированной стали. Крышка имеет перфорированное основание, изготовленное из того же материала, что и корпус. Дренажным дном формы служит перфорированное днище тележки или поддона пресса. В механизированных линиях прессование сыров может осуществляться в формах специальной конструкции, входящих в состав линии.

Сыры прессуют при различных нагрузках. Сыры, обладающие плотной структурой, прессуют, как правило, под большими нагрузками. Например, сыр чеддер, тесто которого характеризуется отсутствием глазков, прессуют под нагрузкой в 84 кПа; швейцарский сыр, отличающийся крупными, но редко расположенными глазками, – 64 кПа; под меньшими нагрузками прессуют голландский брусковой, пошехонский, степной – 35–40 кПа; угличский, волжский – 24–28 кПа.

Прессование сыра начинают с минимальных нагрузок, а затем постепенно повышают до максимального значения.

Продолжительность прессования различна для отдельных видов сыра. Для сыров типа голландского достаточно прессовать от 1,5 до 2 ч, типа советского – от 4 до 6 ч, типа швейцарского – от 16 до 18 ч.

Величина давления и продолжительность прессования зависят от вида используемого дренажного материала. Так, для перфорации с диаметром отверстий 0,75 мм не рекомендуется использовать

нагрузку на сыр выше 20 кПа и продолжительность прессования более 50 мин из-за опасности затекания сырной массы в нее. Использование вакуумирования на стадии прессования позволяет регулировать влажность и температуру отпрессованного сыра, положительно влияя на формирование его структуры.

Важным условием, влияющим на процесс прессования сыра, является поддержание температуры сырной массы. Охлаждение сыра во время прессования неблагоприятно отражается на процессе обезжизивания сырной массы, замкнутости поверхностного слоя и развитии микрофлоры. Повышение температуры может вызвать прилипание сырной массы к дренажной поверхности форм, излишнюю интенсификацию развития микрофлоры. Наиболее благоприятная температура воздуха в помещении для прессования сыра – от 18 до 20 °С.

Процесс прессования заканчивают при достижении требуемого уровня молочнокислого брожения, для большинства сыров после прессования рН 5,3–5,9. Отпрессованный сыр должен иметь ровную, гладкую поверхность без морщин, пор и трещин.

Во время самопрессования, а для некоторых сыров – во время или после прессования, сыры маркируют. Это необходимо для обеспечения одинакового ухода за партией выработанного сыра, соблюдения установленной продолжительности посолки, своевременного перемещения сыра во время созревания в теплую и холодную камеры, а также для определения возраста при отгрузке сыра.

Посолка сыра. Посолку сыра осуществляют хлоридом натрия (поваренной солью), который играет роль вкусового ингредиента, придающего продукту специфический вкус и остроту, и регулирует микробиологические и ферментативные процессы. Массовая доля хлорида натрия в различных видах зрелых сыров колеблется от 1,2 до 7,0 %.

При посолке сыра происходят два физико-химических процесса: диффузия соли в сыр и осмотический перенос воды (сыростки) из сыра в рассол. Можно проводить посолку как несформованного, так и сформованного сыра. При посолке несформованного сыра хлорид натрия вносят в сырное зерно (посолка в зерне) или в сырное тесто перед формированием. Для посолки сформованного сыра применяют различные способы: посолку в зерне, рассоле, сухую посолку (сухой солью или соляной гущей), комбинированную посолку. Самым распространенным способом является посолка в рассоле.

Посолка в зерне. Степень посолки в зерне (полная или частичная) связана с чувствительностью молочнокислых бактерий к концентрации соли в растворе. Различные концентрации хлорида натрия неодинаково действуют на развитие молочнокислых стрептококков и палочек, входящих в состав закваски различных видов сыров.

Полную посолку используют при выработке некоторых мягких сыров, когда молочнокислое брожение практически заканчивается. При выработке чеддера проводят полную посолку сырной массы после ее обработки (чеддеризации) и дробления.

Частичную посолку используют в производстве твердых сыров с низкой температурой второго нагревания, закваска для которых состоит из молочнокислых стрептококков. Хлорид натрия вносят в виде концентрированного раствора обычно в конце второго нагревания или после него с таким расчетом, чтобы массовая доля соли в водной части сыра после прессования составляла от 0,3 до 0,5 %, а в сырной массе после прессования – для сыров типа голландского – не более 0,6 %, для российского – от 0,7 до 0,8 %.

Посолка в рассоле. Посолка в рассоле осуществляется путем погружения сыра в раствор поваренной соли (рассол) и выдержки в нем до окончания просаливания.

Продолжительность посолки в рассоле зависит от скорости проникновения соли внутрь сыра и от его удельной поверхности. На скорость проникновения соли влияют состав и свойства сыра (влажность сырной массы после прессования, плотность наружного слоя) и параметры рассола (концентрация и температура).

Наибольшее значение имеет влажность сырной массы. Чем больше первоначальная влажность сыра, тем интенсивнее протекают диффузионные процессы и выше скорость проникновения соли внутрь сыра. Поэтому мягкие сыры солят менее продолжительное время – 50–60 мин (русский камамбер) и 10–12 ч (дорогобужский сыр). Твердые сыры солят несколько суток.

Сыры с замкнутой плотной поверхностью (прессуемые) просаливаются медленнее, чем сыры с незамкнутой поверхностью (самопрессуемые). За все время посолки прессуемых сыров соль проникает в них только на глубину ($2,5 \pm 0,5$) см. Равномерное распределение соли во всей массе сыра достигается не раньше чем через 1–1,5 мес. В самопрессуемых сырах с незамкнутой поверхностью и пористой сырной массой скорость диффузии соли значительно выше.

С повышением концентрации рассола диффузия соли в сыр ускоряется, но при этом ускоряется и обратно направленный

процесс – осмотический перенос воды из сыра в рассол. Между этими процессами существует сложное взаимодействие, поэтому максимальная скорость проникновения соли в сыр обнаруживается не при максимальной доле соли в рассоле – 25–26 %, а при более умеренной – 18–19 %. Однако поддерживать концентрацию на таком уровне трудно. Она может снижаться, особенно в слое, соприкасающемся с поверхностью сыра, чему способствует одновременное с диффузией соли в сыр выделение из него влаги.

Установлено, что концентрация рассола влияет на гидрофильность сырной массы. При массовой доле соли в рассоле выше 17 % сыр обезвоживается, при 15–17 % содержание в нем влаги не изменяется, при более низкой концентрации сырная масса уже поглощает влагу и набухает, что сопровождается размягчением поверхности сыра и приводит в дальнейшем к замедленному образованию на нем корки. Поэтому на заводах сыры солят в рассоле, массовая доля соли в котором составляет (20 ± 2) %. Чтобы концентрация соли во всех слоях рассола была одинаковой, применяют принудительную циркуляцию рассола.

Скорость проникновения соли в сыр возрастает с повышением температуры рассола. Однако для сокращения продолжительности посолки этим не пользуются, так как повышение температуры способствует развитию в сырах микробиологических процессов, особенно связанных с жизнедеятельностью вредной газообразующей микрофлоры. Поэтому посолку проводят при сравнительно низкой температуре – (10 ± 2) °С.

Посолка осуществляется в специальном помещении в соляном бассейне, разделенном на секции с таким расчетом, чтобы каждая секция бассейна вмещала сыры одной выработки. В основном сыры солят в циркулирующем рассоле с массовой долей хлорида натрия от 18 до 20 %. Температуру рассола поддерживают на уровне (10 ± 2) °С, а при более высокой обсемененности сыров вредной микрофлорой температуру понижают до 5–6 °С. Для более быстрого охлаждения перед погружением в рассол допускается выдерживать сыры в холодной воде с температурой (4 ± 2) °С в течение (4 ± 1) ч. Воду периодически перемешивают.

В соляное отделение направляют сыры с замкнутой поверхностью, хорошо отпрессованные. Малейшие изъяны на поверхности сыра или недостаточная ее механическая прочность приводят к появлению щелей и трещин, а в дальнейшем при созревании сыра – к развитию подкорковой плесени, образованию свищей и гнилостных колодцев.

Рассол готовят растворением пищевой не йодированной поваренной соли в чистой питьевой воде с температурой $(80 \pm 10)^\circ\text{C}$. Насыщенный раствор хлорида натрия очищают сепарированием или фильтрованием, пастеризуют при температуре $(80 \pm 5)^\circ\text{C}$, охлаждают до температуры $(10 \pm 2)^\circ\text{C}$ и направляют в бассейн для посолки сыра или емкость для хранения рассола. После приготовления рассола все трубопроводы и оборудование, используемое для наведения, очистки и охлаждения рассола моют теплой водой с температурой $(40 \pm 5)^\circ\text{C}$ в течение (15 ± 5) мин.

Сухая посолка. Сухую посолку используют в настоящее время редко, в основном для мягких и самопрессуемых сыров. В этом случае поверхность сыров натирают солью. Для прессуемых сыров с гладкой и сухой коркой применяют посолку соляной гущей.

Комбинированная посолка. При комбинированной посолке существуют несколько способов посолки сыра: посолка в зерне с досаливанием в рассоле, посолка сухой солью (соляной гущей) с последующей досолкой в рассоле или посолка в рассоле с последующим досаливанием сухой солью.

Наибольшее распространение получила посолка в зерне с досаливанием в рассоле. Она позволяет улучшать качество и повышать выход сыра.

При всех способах посолки поверхностный слой сыра обезвоживается, в нем в больших количествах концентрируется хлорид натрия, что приводит к изменению коллоидно-химического состояния белка. В результате сырная масса в поверхностном слое становится твердой, малоэластичной и несколько уменьшается в объеме. Поэтому сыр после посолки требует бережного обращения, так как любая деформация сыра неизбежно сопровождается образованием трещин на его поверхности.

Инъекционный способ посолки. Посолка является трудоемкой технологической операцией в сыроделии, поэтому ведут разработку способов механизации и аппаратурного оформления процесса посолки. Исследования показали, что для голландского брускового и российского сыров целесообразно игольную инъекционную посолку использовать для замены частичной посолки в зерне с последующей досолкой сыра в рассоле.

3.6. СОЗРЕВАНИЕ СЫРА

Изменение состава и свойств сырной массы. Созревание сыра представляет собой сложный комплекс микробиологических, биохимических и физико-химических процессов, протекающих в сырной массе. При этом все составные части (молочный сахар, белки, жир, минеральные вещества) претерпевают определенные изменения с образованием различных веществ, формирующих присущие данному виду сыра органолептические показатели (вкус, запах, консистенцию) и рисунок.

Все изменения составных частей сырной массы происходят под влиянием главным образом микробных и частично молокосвертывающих ферментов.

Ферментативный гидролиз белков считается основным в процессе созревания сыра. Белки сырной массы распадаются с образованием многочисленных растворимых в воде азотистых соединений: высокомолекулярных полипептидов, средне- и низкомолекулярных полипептидов (пептидов), аминокислот. С переходом белков из нерастворимого состояния в растворимое в сыре увеличивается количество связанной воды, что способствует улучшению консистенции.

В процессе созревания сыра содержание свободных аминокислот непрерывно возрастает, часть аминокислот подвергается различным изменениям с образованием целого ряда веществ, играющих большую роль в формировании вкуса и аромата сыра: карбоновые кислоты, окси- и кетокислоты, альдегиды, кетоны и др.

При декарбоксилировании аминокислот и жирных кислот образуется углекислый газ. Одна часть его хорошо поглощается сырной массой, а другая скапливается в пустотах сырной массы, постепенно расширяя их, превращая в глазки. Аммиак образуется при дезаминировании аминокислот, вступая в соединение с кислотами. Непрореагировавший аммиак улетучивается, о чем свидетельствует запах аммиака в камерах созревания сыра.

Кроме гидролиза белков, в сырах происходит также ферментативный гидролиз молочного жира. В мягких сырах жир гидролизуются более интенсивно, в твердых – значительно слабее. В процессе образуются свободные жирные кислоты: масляная, капроновая, валериановая. В твердых сырах их содержание незначительно. Многие из жирных кислот обуславливают характерные острые вкус и запах мягких сыров.

Минеральные вещества в сырной массе изменяются за счет образования кислот, в результате чего к концу созревания в сыре повышается количество растворимого кальция. При излишне большом накоплении молочной кислоты сыр приобретает ломкую крошливую консистенцию и плохой рисунок. Если молочной кислоты образуется мало, то сыр имеет резинистую консистенцию. Следовательно, в процессе созревания сыр должен достигнуть оптимальной для каждого вида кислотности.

Режимы и условия созревания сыра. Развитие микрофлоры, а, следовательно, и биохимических превращений, протекающих в процессе созревания сыра, зависит от внешних условий: температуры, относительной влажности воздуха, кратности обмена воздуха в камере созревания, а также способов ухода за поверхностью сыра,

При созревании сыра поддерживают необходимую температуру и влажность воздуха в камере созревания сыра. После посолки сыр сначала обсушивают на стеллажах в соляном помещении в течение 2–3 суток при температуре $(10 \pm 2)^\circ\text{C}$. Во избежание бурного брожения в твердых сырах в начальный период созревания эту же температуру поддерживают некоторое время (12–20 суток для сыров типа голландского и 15–25 суток для швейцарского), с целью активизации биохимических процессов на следующем этапе созревания повышают температуру для сыров типа голландского до $14\text{--}16^\circ\text{C}$ на 1 месяц, а для сыров типа швейцарского – до $22\text{--}25^\circ\text{C}$ на 20–40 суток. К концу созревания температуру снижают для сыров типа голландского до $12\text{--}14^\circ\text{C}$, швейцарского – до $10\text{--}12^\circ\text{C}$ и выдерживают сыры до полной зрелости. Большинство мягких сыров сразу после посолки помещают в камеру созревания при температуре $12\text{--}14^\circ\text{C}$ и выдерживают там до окончания созревания.

При повышении температуры воздуха в камере созревания (по сравнению с оптимальной) происходит интенсивное брожение и, как следствие, вспучивание сыра. При излишне низкой температуре задерживается созревание и появляются пороки сыра (невыраженный вкус, горечь и др.). Влажность сыра влияет как на интенсивность микробиологических и биохимических процессов, так и на качество сыра. При пониженной влажности воздуха в камере созревания сырная масса теряет много влаги, созревание сыра замедляется, а на корке образуются трещины. Высокая относительная влажность воздуха способствует развитию плесени на сыре и подпреванию корки, размягчению сырного теста. Для регулирования

процесса созревания и получения сыра с хорошо наведенной коркой в камере созревания поддерживают определенную влажность воздуха. Относительную влажность воздуха для сыров с высокой температурой второго нагревания сначала устанавливают на уровне 90–94 %, снижая ее до 87–90 % после выхода сыра из бродительной камеры, а для сыров с низкой температурой второго нагревания – 88–92 %, снижая ее после месячного возраста до 80–85 %. Если сыры имеют защитное покрытие, то влажность сыра поддерживают на уровне 75–85 %. Для поддержания в необходимых пределах температуры, относительной влажности и чистоты воздуха в камерах созревания служат системы кондиционирования. При отсутствии кондиционеров в теплых камерах устанавливают калориферы или увлажнители и вентиляторы, а в холодных камерах – воздухоохладители. Воздух в камерах созревания обменивается от 3 до 5 раз в сутки равномерно по всему объему помещения.

Для борьбы с плесенью воздух камер созревания после освобождения их от сыра озонируют или облучают ультрафиолетовыми лучами.

Уход за поверхностью сыра во время созревания проводят для поддержания поверхности в необходимом для данного вида сыра состоянии, регулирования в нужном направлении микробиологических и биохимических процессов и сокращения потерь продукта.

По мере появления на твердых сырах плесени или слизи их моют в специально выделенном для этого помещении, обсушивают и возвращают в камеру для созревания. Сыры можно мыть не раньше чем через 2 недели после посолки, так как хлорид натрия еще недостаточно проник внутрь сыра и может быть потерян при ранней мойке. Температура воды для мойки сыра обычно $30\text{--}40^\circ\text{C}$. Если в сыре протекает сильное брожение, температуру воды понижают до 20°C . Когда необходимо усилить молочнокислое брожение в молодом сыре, то температура воды должна быть $35\text{--}40^\circ\text{C}$.

Для предупреждения развития поверхностной микрофлоры и ускорения наведения корки сыры после мойки рекомендуют подвергать тепловой обработке. Для этого сыр помещают на 3–5 с в горячую воду или рассол температурой $(88 \pm 5)^\circ\text{C}$. Массовая доля поваренной соли в рассоле составляет 16–18 %.

Правильный, рациональный уход за поверхностью сыра в процессе созревания способствует не только получению продукта хорошего качества, но и сокращению его потерь.

В процессе посолки и созревания сыра его масса из-за усушки уменьшается. Наибольшая потеря массы наблюдается в период

посолки сыра за счет извлечения из него влаги – $(4,5 \pm 1,5)$ % массы сыра. После посолки масса сыра продолжает уменьшаться вследствие испарения влаги с его поверхности.

На величину усушки влияют условия созревания (температура, относительная влажность и кратность воздухообмена в камере созревания), свойства сыра (влажность сырной массы, состояние корки и удельная поверхность головки сыра), приемы ухода за сыром, частота и качество мойки, тепловая обработка, свойства и своевременность применения защитных покрытий).

Ускорение созревания сыра. Созревание сыра является длительной и трудоемкой операцией, на которую приходится до 50–60 % общего объема трудовых затрат, связанных с выработкой сыра. Поэтому сокращение длительности созревания – важная проблема в сыроделии.

Главную роль в созревании сыра играют микробные ферменты и прежде всего протеолитические, под действием которых происходит распад белков. Поэтому в целях ускорения созревания необходимо повышать концентрацию микробных ферментов в сырной массе. Источником микробных ферментов является микрофлора бактериальных заквасок, используемых в сыроделии. Следовательно, ускорение созревания связано с увеличением объема микрофлоры и сопровождающей его интенсификацией молочнокислого брожения, а также с использованием микроорганизмов, обладающих определенной активностью.

Существуют различные способы ускорения созревания сыра:

– интенсификация молочнокислого брожения путем создания условий, наиболее благоприятных для развития микрофлоры закваски (регулирование влажности сырной массы и температуры созревания сыра);

– обогащение сырной массы микрофлорой путем использования активизированной и гидролизованной бактериальных заквасок, бактериальных препаратов;

– использование в заквасках и бактериальных препаратах микроорганизмов, специально подобранных по принципу протеолитической и липолитической активности.

Повысить влажность и температуру созревания сыра можно немалого, так как резкое отклонение их от оптимальных условий нарушает нормальное прохождение физико-химических процессов, а на ускорении созревания сыра это сказывается незначительно.

Активизированную бактериальную закваску мезофильных молочнокислых бактерий приготавливают путем смешивания закваски с двойным объемом молока и выдержкой при температуре (25 ± 1) °С в течение (50 ± 10) мин или путем внесения закваски в молоко в начале заполнения аппарата выработки сырного зерна.

Приготовленную смесь выдерживают при температуре (28 ± 1) °С в течение (22 ± 2) ч. Готовая гидролизованная закваска представляет собой нежный рыхлый сгусток, плавающий в отделенной сыворотке. Кислотность закваски – от 105 до 115 °С, вкус – кисловато-горьковатый.

Парафинирование сыров. В сыроделии применяют как раннее парафинирование, так и парафинирование сыров на более поздних стадиях созревания. Раннее парафинирование осуществляют только после наведения на поверхности сыра достаточно прочной, сухой и гладкой корки.

Твердые сыры с низкой температурой второго нагревания подвергают раннему парафинированию в 15–20-суточном возрасте. В случае созревания сыров в сырохранилищах с высокой относительной влажностью (выше 90 %) их покрывают парафинополимерными покрытиями позднее – в 20–25-суточном возрасте. При этом до парафинирования сыры моют или протирают салфеткой, не допуская обильного развития на поверхности плесени и слизи.

Для покрытия сыров сплавами используют парафинеры различных конструкций. Поверхность сыра перед нанесением покрытия должна быть сухой. Температура сыра – 10–12 °С.

Для нанесения защитного покрытия сыр погружают в расплав на 2–3 с, а затем вынимают и выдерживают 2–3 с над парафинером для стекания излишков расплава и его застывания, после чего осторожно снимают с держателя. Температура парафинополимерного сплава СКФ-15 составляет 160–170 °С, а при раннем парафинировании – 130–140 °С. Температуру парафиновоскового сплава подерживают на уровне 140–150 °С.

Уход за парафинированным сыром сводится к обтиранию его поверхности мягкой сухой салфеткой, переворачиванию через каждые 10–15 сут. При необходимости сыры перед отгрузкой парафинируют вторично.

Созревание сыров в полимерных пленках. В промышленности используют следующие полимерные пленки: полиэтилен-целлофан, криовак, повиден, саран. Их применяют для созревания, хранения и реализации сыров с низкой температурой второго нагревания.

К пленочным материалам, применяемым в сыроделии, предъявляют следующие требования: они должны быть достаточно прочными, иметь низкую паро-, газо- и влагопроницаемость, быть нетоксичными, не сообщать привкуса и запаха продукту, легко свариваться, плотно облепать упаковываемый сыр. Для упаковки сыра применяют полимерные пленки, разрешенные к использованию Минздравом.

При созревании в пленке усушка сыра почти полностью устраняется. Это обстоятельство следует учитывать при выработке сыров. Их надо выработать с пониженной на $(2,0 \pm 0,5)$ % массовой долей влаги после прессования по сравнению с сырами, созревающими в парафиновосковом или парафинополимерном покрытии. В противном случае возможно получение готового продукта с повышенным содержанием влаги. Кроме того, возможно нарушение нормального развития микробиологических и биохимических процессов при созревании сыра и, как следствие, возникновение ряда пороков (горький вкус, неправильный рисунок), консистенция может быть мажущейся или рыхлой. При излишней начальной влажности сыров возможно выделение жидкости (сыворотки) под пленкой во время созревания, что недопустимо.

Перед упаковкой в пленку сыр после посолки выдерживают при принятых температурных режимах (12 ± 2) °С от 5 до 12 суток в зависимости от состояния поверхности сыров. Для ускорения обсушки сыров рекомендуется в этот период поддерживать пониженную относительную влажность воздуха (не выше 80 %) и 4–5-кратный его суточный обмен.

Упаковывание сыра в пакеты из полимерной пленки проводят на специальных вакуум-упаковочных машинах различных конструкций. Из пакетов необходимо полностью удалить воздух и обеспечить его герметизацию путем термосварки или зажатия металлической клипсой. При использовании пакетов из повиденовой пленки или криоваковой после упаковывания сыра осуществляют термоусадку пленки. Для этого сыр погружают на (4 ± 1) с в горячую воду температурой (96 ± 1) °С.

3.7. ПОДГОТОВКА СЫРА К РЕАЛИЗАЦИИ

Оценка качества и пороки сыров. Оценка качества и сортировку сыров осуществляют по достижении ими кондиционной зрелости. Сыры, выпускаемые в реализацию заводом, базой, хладо-

комбинатом, осматриваются и оцениваются экспертом. Оценка начинается с внешнего осмотра упаковки, маркировки, состояния корки и защитного покрытия. Для оценки качества сыра берут пробу, одну часть пробы используют для органолептической оценки, а другую – для определения химического состава сыра (массовая доля жира в сухом веществе сыра, влаги и хлорида натрия).

При оценке сыров дают характеристику вкуса и запаха сыра, его консистенции, рисунка, цвета теста, внешнего вида и устанавливают отклонения показателей от требований стандарта. Оценка проводится по 100-балльной системе, каждому показателю отводится предельное количество баллов: вкус и запах – 45 баллов, консистенция – 25, рисунок – 10, цвет теста – 5, внешний вид – 10, упаковка и маркировка – 5 баллов.

В зависимости от балльной оценки сыры относят к одному из сортов: высший – общая оценка от 87 до 100 баллов, в том числе по вкусу и запаху не менее 37 баллов; к первому – общая оценка от 75 до 86 баллов. Сыры, получившие оценку менее 75 баллов или по составу не соответствующие требованиям стандарта, к реализации не допускаются, а подлежат переработке.

При качественной оценке сыров могут быть обнаружены пороки вкуса и запаха, консистенции, рисунка, цвета.

Пороки вкуса и запаха. Горький вкус сыр приобретает в основном за счет накопления в нем большого количества полипептидов. Это происходит при нарушении процесса протеолиза вследствие тех или иных отклонений в технологии. Понижение температуры созревания, излишнее повышение кислотности, повышенное содержание хлорида натрия – все это приводит к резкому замедлению развития молочнокислых бактерий и к уменьшению количества протеолитических ферментов и снижению их активности.

Причиной горького вкуса может быть переработка на сыр молока от коров, больных маститом или содержащего горькие вещества растительного происхождения. Во всех случаях следует тщательно сортировать молоко и соблюдать установленные технологические режимы выработки сыра.

Кисловатый вкус. Характерен для всех сыров, вырабатываемых с низкой температурой второго нагревания. Иногда он бывает выражен очень сильно и расценивается как порок. Основная причина образования кислого вкуса – накопление в сыре излишнего количества молочной кислоты. Это происходит при переработке молока повышенной зрелости, внесении слишком большой дозы бактери-

альной закваски, излишне высокой начальной влажности сыра, недостаточном разбавлении сыворотки водой. Чтобы избежать этого порока, следует следить за подготовкой зрелого молока и регулировать уровень молочнокислого брожения при выработке сыра.

Затхлые вкус и запах. В твердых прессуемых сырах этот порок чаще всего обусловлен развитием поверхностной микрофлоры, особенно слизи. Протеолиз сопровождается образованием большого количества аммиака, который проникает в сыр и придает ему затхлые вкус и запах. Развитию поверхностной микрофлоры способствуют высокая влажность и кислотность сырной массы, повышенная относительная влажность воздуха и плохой уход за сыром в процессе созревания.

Недостаточно выраженные вкус и запах. Порок появляется вследствие замедленного развития в сыре микробиологических и биохимических процессов. Это обусловлено рядом причин: недостаточным содержанием влаги в сыре, излишним разбавлением сыворотки водой, высокой кислотностью, избыточным содержанием хлорида натрия, созреванием сыров при пониженной температуре и др. Для предупреждения порока необходимо регулировать влажность и уровень молочнокислого брожения, контролировать режимы посолки и созревания сыра.

Пороки консистенции. Твердая консистенция. В прессуемых сырах с низкой температурой второго нагревания этот порок чаще всего вызывается недостаточным содержанием влаги в сыре. Этот недостаток можно устранить путем снижения температуры второго нагревания и применением частичной посолки в зерне.

Твердая консистенция в сырах с высокой температурой второго нагревания может быть следствием замедленного развития микробиологических и биохимических процессов, когда накопление растворимых продуктов протеолиза происходит в недостаточной степени. В этом случае следует применять активные культуры молочнокислых бактерий и наносить защитные покрытия на сыры на более ранних стадиях его созревания, не допускать пересола сыра.

Крошливая консистенция образуется вследствие избыточного развития молочнокислого процесса. Для предупреждения порока необходимо регулировать уровень молочнокислого брожения путем добавления воды при обработке зерна и проводить частичную посолку сырной массы в зерне.

Колошающаяся консистенция (самокол). Порок заключается в растрескивании сырной массы и образовании различной величины

щелей. Это происходит из-за недостаточной эластичности сырного теста при недостатке кальция, связанного с казеином. При накоплении в таких сырах газообразных продуктов глазки не образуются, и вместо постепенной деформации сырной массы в местах скопления газов сыр растрескивается. Причиной является накопление кислоты при излишне развитом молочнокислом брожении вследствие применения больших доз бактериальной закваски с повышенной активностью кислотообразования.

Для предупреждения порока необходимо обеспечить своевременное газообразование в сыре, поддерживать в камерах созревания необходимый температурно-влажностный режим.

Резинистая консистенция. Она вызывается недостаточно развитым в сыре молочнокислым брожением, когда при низком содержании молочной кислоты образуется избыток кальция, связанного с белком. Для предупреждения порока необходимо увеличить дозу закваски, удлинить время свертывания и обработки сгустка, не разбавлять сыворотку водой.

Мажущаяся консистенция. Порок возникает при высокой влажности сырной массы. Для устранения порока необходимо усилить обсушку зерна в процессе обработки.

Пороки рисунка. Сетчатый, рваный и губчатый рисунок образуется в результате избыточного газообразования при развитии в сырах вредной микрофлоры (кишечной палочки, дрожжей и маслянокислых бактерий). Причинами являются: использование бактериально загрязненного молока, недостаточно эффективная пастеризация, вторичное обсеменение молока и сырной массы вредной микрофлорой, применение малоактивной бактериальной закваски, излишне низкая кислотность сыра, проведение посолки и созревание сыра при повышенных температурах.

Для устранения порока необходимо строго соблюдать санитарно-гигиенические условия производства и режим пастеризации молока, использовать антагонистические закваски и бактериальные препараты, проводить посолку и созревание сыра при пониженной температуре.

Отсутствие рисунка. Этот порок в сырделии называют «слепой рисунок». Вызывается он замедленным газообразованием в сыре и чаще всего обусловлен недостаточным развитием ароматизирующих молочнокислых стрептококков (при выработке сыров с низкой температурой второго нагревания) или пропионовокислых бактерии (при выработке сыров с высокой температурой второго

нагревания). Причинами замедленного газообразования являются низкая температура посолки и созревания сыра и излишнее содержание хлорида натрия в сыре. Особенно неблагоприятно сказывается на газообразовании избыточное внесение хлорида натрия при частичной посолке сыра в зерне. Для устранения порока необходимо строго следить за режимами посолки и созревания сыра.

Пороки цвета и внешнего вида. Неравномерное окрашивание теста сыра (белые пятна). Порок обусловлен неоднородной обработкой сырного зерна, неравномерным распределением бактериальной закваски. Для предупреждения порока необходимо вносить закваску в молоко через сетчатый фильтр, хорошо перемешивать смесь перед свертыванием, ставить одинаковое по размеру зерно, не допускать комкования зерен при обработке.

Белый цвет теста. Свойственен пересоленным сырам, выработанным в зимний период или из молока с повышенной кислотностью.

Подкорковая плесень. Она развивается в сырах с плохо замкнутой при прессовании поверхностью, что обусловлено недостаточным давлением и малой продолжительностью прессования, быстрым охлаждением поверхности сыра, излишней обсушкой сырного зерна и др. Способствует развитию также образование трещин на поверхности сыра за счет деформации его после посолки, а также медленное наведение корки на сыре или повреждение ее при мойке.

Для устранения порока необходимо подпрессовывать пласт под слоем сыворотки, проводить перепрессовки сыра, следить за температурой воздуха при формировании и прессовании сыра, аккуратно обращаться с сырами при их укладке на стеллажи.

Фасование сыра. Для удобства покупателей заводы и магазины производят фасование зрелых сыров и реализацию их мелкими порциями, герметически упакованными в пакеты из полимерных материалов. На фасование направляют сыры кондиционной зрелости высшего сорта. Фасуют также сыры, соответствующие по вкусу, запаху, консистенции высшему сорту, но имеющие отклонения по внешнему виду.

Твердые сыры упаковывают в полимерные пленки при разрежении или без разрежения, но с применением нейтральных газов (азота или углекислого газа). Вакуумирование, наполнение инертным газом и герметизацию (термосваривание) выполняют на специальных машинах.

В термоусадочные пленки сыры упаковывают с последующей тепловой обработкой для усадки пленки. Тепловую обработку осу-

ществляют горячей водой с температурой 97 °С или горячим влажным воздухом в течение 2–3 с. Мягкие сыры упаковывают либо в термоусадочную пленку, либо в лакированную или ламинированную фольгу. При фасовании сыра на каждую упаковку наносят прочную и ясно выполненную маркировку. На отдельную бумажную бандероль – ярлык наносят дату фасования, массу сыра, розничную цену и наклеивают на упаковку. Перед отправлением в торговую сеть для реализации фасованные сыры упаковывают в ящики.

Маркирование зрелого сыра. На заводе сыр маркируют в целях установления вида сыра и принадлежности его к предприятию-изготовителю.

Производственная марка включает следующие обозначения: массовую долю жира в сухом веществе сыра, номер предприятия-изготовителя, наименование области, в которой находится предприятие-изготовитель.

Маркирование выполняют непосредственно перед парафинированием безвредной и несмываемой краской при помощи штемпеля на одном из полотен сыра ближе к боковой поверхности. Марку наносят на сухую чистую поверхность сыра (корку) или на картонный слой при использовании комбинированного покрытия сыра.

Упаковывание, хранение и транспортирование сыра. Сыры упаковывают в полимерные, картонные ящики и другую тару, допущенную для упаковывания сыров. Тару выстилают оберточной бумагой. В каждую единицу тары помещают сыры одного наименования, сорта и, по возможности, одной выработки. Тару для транспортирования сыров маркируют следующим образом. На одной из торцевых сторон тары несмываемой краской (трафарет или этикетка) наносят следующие обозначения: наименование или номер завода, базы или холодильника с индексом области и товарного знака, наименование сыра и его сорт, порядковый номер места (ящика) с начала месяца, массу нетто, тары и брутто, количество упакованных сыров, массовую долю жира в сухом веществе сыра, номер действующего стандарта и преискуртантный номер тары. На таре с сыром ставят предупредительный знак: «Боится нагрева, замораживания и увлажнения».

В зависимости от назначения сыры подвергают кратковременному или длительному хранению. Кратковременное хранение зрелых сыров осуществляют при температуре от 2 до 8 °С и относи-

тельной влажности воздуха 75–85 %. До отгрузки потребителям сыр хранят в таре. Ящики с сыром укладывают в штабель. Для обеспечения циркуляции воздуха штабели размещают на деревянных брусках, а между рядами ящиков прокладывают рейки. Продолжительность хранения твердых прессуемых сыров – не более 30 суток, твердых самопрессуемых – не более 20, рассольных – от 1 до 3, рокфор – от 3 до 5 суток. На длительное хранение направляют зрелые сыры, упакованные в пленку типа повиден или покрытые парафинополимерным сплавом, с хорошо выраженным вкусом, запахом и нормальной консистенцией. Твердые сыры хранят при отрицательных температурах – от минус 2 до минус 3 °С и относительной влажности воздуха 75–80 %. В таких условиях твердые сыры с низкой температурой второго нагревания можно хранить до 6 мес, а с высокой температурой второго нагревания – до 8 мес. Мягкие сыры хранят при положительной температуре от 2 до 5 °С и относительной влажности воздуха 80–85 %. Длительность хранения мягких сыров от 3 до 20 суток.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Занятие 5. Сычужная проба

Цель занятия: изучить пробы молока для возможности его использования при выработке сыра.

Сычужная проба служит для установления сыропригодности молока, под которой понимают способность молока образовывать за определенное время плотный сгусток под воздействием сычужного фермента. Сыропригодность молока зависит от его химического состава, биохимических свойств и других факторов. По сыропригодности молоко делят на три типа: молоко первого типа свертывается до 15 мин; второго – от 16 до 40 мин, а третьего – свыше 40 мин. Лучшим для сыроделия является молоко второго типа.

Приготовление раствора. 1 г сычужного порошка растворить в 100 мл смеси дистиллированной воды и глицерина в равных количествах. Через 24 ч раствор хорошо размешать, профильтровать через бумажный складчатый фильтр и хранить в темном месте, пользуясь им не более 5 суток. Перед употреблением раствор раз-

бавляют в 25 раз дистиллированной водой. Если готовят чисто водный раствор, то его можно хранить не более 2–3 суток.

Порядок выполнения работы:

1. В три пробирки отмерить пипеткой по 10 мл хорошо размешанного молока одной и той же пробы.

2. Пробирки с молоком поставить в водяную баню при 32 °С, в одну из пробирок поместить термометр для измерения температуры воды. Довести температуру молока до 32 °С, и после этого в две пробирки внести по 1 мл разбавленного сычужного раствора, температура которого 32 °С. Содержимое пробирок быстро перемешать и поставить их в водяную баню, заметив по секундомеру время. Температуру все время надо поддерживать на уровне 32 °С.

3. Установить фазу коагуляции – промежуток времени от момента введения сычужного фермента до появления хлопьев белка. Для обнаружения хлопьев время от времени стеклянной палочкой наносят на стенку пробирки каплю молока. При стекании капли молока по стенке легко обнаруживаются хлопья белка.

4. Установить фазу гелеобразования – промежуток времени от момента появления хлопьев до образования плотного сгустка. Для этого берут пробирку, которую не использовали для установления фазы гелеобразования, время от времени ее наклоняют и следят за образованием сгустка. Концом фазы гелеобразования считают момент, когда при опрокидывании пробирки поверхность сгустка только незначительно деформируется.

5. Определить продолжительность свертывания молока – время с момента введения фермента до образования плотного сгустка (фаза коагуляции + фаза гелеобразования).

Пример

Показание секундомера (мин)			Фаза (мин)		Общая продолжительность свертывания молока (мин)
при введении сычужного фермента	появлении хлопьев казеина	готовности сгустка	коагуляции	гелеобразования	
0	24	29	24	5	29

Контрольные вопросы:

1. Что такое сычужная проба?
2. Для чего проводится сычужная проба?
3. Сколько типов сыропригодного молока различают?

Занятие 6. Кальциевая проба

Цель занятия: изучить устойчивость молока к нагреванию.

Эта проба характеризует устойчивость свежего молока к высокой температуре, обусловленную соотношением солей лимоннокислых и фосфорнокислых, с одной стороны, кальция и магния – с другой. Если соли кальция и магния преобладают над солями лимоннокислыми и фосфорнокислыми, то белки молока при его кипячении свертываются. Преобладание солей лимоннокислых и фосфорнокислых над кальциевыми и магниевыми солями предотвращает свертывание молока.

Порядок выполнения работы:

1. В пробирку отмерить 10 мл молока и внести 0,5 мл 1%-го раствора CaCl_2 , размешать.
2. Пробирку с содержимым поставить в кипящую воду на 5 мин, после чего вынуть из воды пробирку, охладить и наблюдать образование хлопьев в содержимом пробирки. Если хлопья образовались, то молоко является не термостабильным, и оно не выдержит стерилизации.

Контрольные вопросы:

1. Что характеризует кальциевая проба?
2. О чем свидетельствует образование хлопьев при проведении кальциевой пробы молока?

4. ТВОРОГ И ТВОРОЖНЫЕ ПРОДУКТЫ

4.1. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТВОРОГА

Характеристика творога. Творог – белковый кисломолочный продукт, вырабатываемый из нормализованного или обезжиренного молока путем проквашивания культурами молочнокислых бактерий с применением или без применения молокосвертывающего фермента и хлорида кальция, с последующим удалением части сыворотки. Молочная промышленность вырабатывает многие виды творога: жирный, полужирный, нежирный, крестьянский, мягкий диетический с разной массовой долей жира и с плодово-ягодными наполнителями. Перечисленные виды производимого продукта отличаются содержанием белков (от 14 до 18 %), жира (от 0 до 18 %) влаги (от 65 до 80 %), сахара (от 1,5 до 2,5 %) и кислотностью (от 180 до 270 °Т).

Основными физико-химическими и биологическими процессами, происходящими при выработке творога, являются коагуляция белков при сквашивании молока и обезвоживание сгустка. При выработке творога важно легкое и быстрое выделение сыворотки из сгустка, то есть обезвоживание. Лучше всего происходит обезвоживание сгустка, полученного из обезжиренного молока. При сквашивании цельного молока отделение сыворотки ухудшается, поэтому с целью интенсификации этого процесса добавляют молокосвертывающий (сычужный) фермент и хлорид кальция. Итак, образование сгустка может быть в результате кислотной (для обезжиренного молока) и кислотно-сычужной (для цельного, нормализованного, обезжиренного молока) коагуляции белков.

Кислотная коагуляция белков происходит под действием молочной кислоты, образованной в результате жизнедеятельности микрофлоры заквасок. Кислотно-сычужная коагуляция белков осуществляется не только под действием молочной кислоты, но и молокосвертывающих ферментов, которые способствуют образованию более прочного сгустка, легко выделяющего сыворотку.

Микробиологические показатели творога

Наименование показателя	Норма
Количество молочнокислых микроорганизмов в 1 г продукта в конце срока годности, КОЕ, не менее	10 ⁶
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы) в 0,001 г продукта	Не допускаются
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, в 25 г продукта	Не допускаются
<i>Staphylococcus aureus</i> в 0,1 г продукта	Не допускаются

Общая технология творога. Технологический процесс производства творога традиционным способом осуществляется в следующей последовательности:

- приемка и подготовка сырья (очистка, подогрев, сепарирование);
- нормализация;
- гомогенизация (при необходимости);
- пастеризация и охлаждение до температуры заквашивания;
- заквашивание и добавление хлорида кальция и фермента;
- сквашивание;
- обработка сгустка (разрезание, отделение сыворотки);
- самопрессование и прессование сгустка;
- охлаждение творога;
- упаковывание и доохлаждение продукта.

Этим способом при кислотно-сычужной коагуляции белков молока получают жирный, полужирный, крестьянский творог, а также нежирный и столовый творог с использованием кислотной коагуляции белков.

При выработке жирного, полужирного и крестьянского творога очищенное молоко нормализуют в целях установления необходимого соотношения между массовыми долями жира и белка в нормализованной смеси и получения стандартного продукта. Нормализацию проводят с учетом фактической массовой доли белка в сырье и коэффициента нормализации, который получают расчетным путем в зависимости от вида творога и конкретных условий производства. После нормализации смесь пастеризуют и гомогенизируют только при производстве творога на линиях Я9-ОПТ.

Пастеризацию смеси проводят при температуре (78 ± 2) °С с вы-

Способы производства творога зависят не только от процессов коагуляции белков, но и от применяемого оборудования. В связи с этим различают два основных способа производства творога: традиционный (с использованием комплекта ТО-2,5, творогоизготовителя ТИ-4000, линий Я9-ОПТ) и отдельный (с использованием механизированных линий ОЛПТ или Альфа-Лаваль, а также оборудования, применяемого при традиционном способе).

Творог как продукт должен соответствовать следующим показателям (табл. 10, 11).

Таблица 10

Физико-химические показатели творога

Виды продукта	Наименование и норма показателя					
	Массовая доля, %			Кислотность, °Т, не более	Температура при выпуске с предприятия, °С	
	белка, не менее	жира, не менее	влаги, не более		продукта	замороженного продукта
1	2	3	4	5	6	7
Обезжиренный	16	–	80	240	6±2	Не выше минус 18
1%-ной жирности		1				
2%-ной жирности	15	2	77			
3%-ной жирности		3				
4%-ной жирности	14	4	75			
5%-ной жирности		5				
6%-ной жирности	14	6	73			
7%-ной жирности		7				
8%-ной жирности	14	8	220			
9%-ной жирности		9				
10%-ной жирности	14	10	70			
11%-ной жирности		11				
12%-ной жирности	14	12	210			
13%-ной жирности		13				
14%-ной жирности	14	14	68			
15%-ной жирности		15				
16%-ной жирности	14	16	65			
17%-ной жирности		17				
18%-ной жирности	18			210	6±2	Не выше минус 18

держкой 15–20 с и с последующим охлаждением ее до температуры заквашивания 26–32 °С. При перемешивании в смесь вносят закваску в количестве 3–5 % от массы заквашенного молока. При выработке творога кислотнo-сычужным способом в заквашенную смесь добавляют при перемешивании хлорид кальция в виде водного раствора с массовой долей соли 30–40 % и сычужный фермент в виде 1%-го водного раствора. Доза вносимого хлорида кальция составляет 400 г на 1000 кг заквашенной смеси и фермента 1 г на 1000 кг смеси. После перемешивания в течение 10–15 мин смесь оставляют в покое до образования сгустка. Окончание сквашивания молока определяют по водородному показателю сгустка (рН 4,4–4,5) или по титруемой кислотности сгустка (61 ± 5) °Т для творога 18 и 9 % жирности и (60 ± 5) °Т для творога нежирного. При кислотном способе производства молоко сквашивают до получения сгустка кислотностью (75 ± 5) °Т для творога 9%-ной жирности, (80 ± 5) °Т для творога крестьянского, (85 ± 5) °Т для творога нежирного.

Сгусток обрабатывают различными способами в зависимости от применяемого оборудования. В ваннах для сквашивания (ВК-2,5) сгусток разрезают на кубики с размером ребра 2 см, оставляют в покое на 30–60 мин для лучшего обезвоживания. Для ускорения отделения сыворотки при кислотнo-сычужном способе сгусток нагревается до температуры 34–42 °С с выдержкой 20–40 мин. После выдерживания сгусток охлаждается не менее чем на 10 °С. Сгусток, полученный при кислотном способе, имеет меньшую прочность и вязкость. С целью ускорения явления синерезиса при кислотном способе применяются повышенные температуры – от 40 до 46 °С.

Выделившуюся сыворотку частично (около 70 %) удаляют из ванны с помощью сифона или через штуцер. Оставшийся сгусток разливают в бязевые или лавсановые мешки или сливают на серпянку, натянутую на пресс-тележку. Мешки со сгустком помещают в установку для прессования и охлаждения (УПТ). Продолжительность прессования мешков со сгустком в установке составляет 1–4 ч, в пресс-тележке – не более 4, в холодильной камере – не более 10 ч. Температура охлаждения творога (12 ± 3) °С.

Охлажденный творог упаковывают в брикеты из пергаментной массой 200 и 500 г, стаканчики или коробочки из полимерных материалов массой 200, 250, 500 г или во фляги вместимостью 30 кг и доохлаждают в холодильной камере до температуры (6 ± 2) °С.

Производство творога традиционным способом с использованием для прессования мешков является трудоемким и продолжитель-

ным процессом. В настоящее время с целью снижения трудозатрат и потерь сырья, повышения производительности и культуры производства отдельные операции механизированы и созданы механизированные и автоматизированные линии.

Технологический процесс производства творога 9- и 18%-ной жирности, крестьянского и нежирного с помощью кислотнo-сычужной и кислотой коагуляции – белков на творогоизготовителях ТИ-4000 от приемки до прессования сгустка состоит из тех же операций, что и при традиционном способе. Прессование сгустка в творогоизготовителе после удаления части выделившейся сыворотки осуществляется с помощью перфорированной пресс-ванны, на которую натянуто фильтрующее полотно. Пресс-ванна с помощью гидропривода опускается до соприкосновения с зеркалом сгустка со скоростью 200 мм/мин. При прессовании сгустка она опускается со скоростью 2–4 мм/мин. Сыворотка периодически откачивается из пресс-ванны самовсасывающим или вакуумным насосом. Творог прессуют до достижения стандартной массовой доли влаги. Продолжительность прессования от 4 до 6 ч в зависимости от вида творога. После прессования пресс-ванну поднимают, готовый творог выгружают в тележки и охлаждают.

Если применяют линии с ваннами-сетками в комплекте с ваннами ВК-2,5, прессование осуществляется с помощью ванн-сеток и удаления части сыворотки. Для отделения оставшейся сыворотки ванну-сетку поднимают над ванной ВК-2,5 и сыворотка стекает, а сгусток подвергается самопрессованию. Отделение сыворотки от сгустка продолжается в течение 10–40 мин. После самопрессования творог охлаждают сывороткой, пропастеризованной и охлажденной до 5 °С. Ванну-сетку погружают в сыворотку и выдерживают в ней в течение 20–30 мин.

Творог охлаждают до температуры (13 ± 5) °С, ванну-сетку поднимают и творог самопрессуется в течение 20–30 мин, затем его подают на упаковывание.

Примером механизации операций обезвоживания сгустка, охлаждения творога является механизированная линия Я9-ОПТ, на которой вырабатывается полужирный, крестьянский и нежирный творог. Полученный на линии Я9-ОПТ творог характеризуется такими физико-химическими показателями: массовая доля жира составляет 9 %, влаги – 73 % для полужирного творога, жира – 5 % и влаги – 75 % для крестьянского творога, а для нежирного творога массовая доля влаги – 80 %.

Технологический процесс производства творога на линии Я9-ОПТ (рис. 9) состоит из следующих операций: приемка молока, очистка, нормализация; гомогенизация, пастеризация, охлаждение до температуры сквашивания, сквашивание (кислотная коагуляция белков), обработка сгустка, охлаждение и фасование творога.

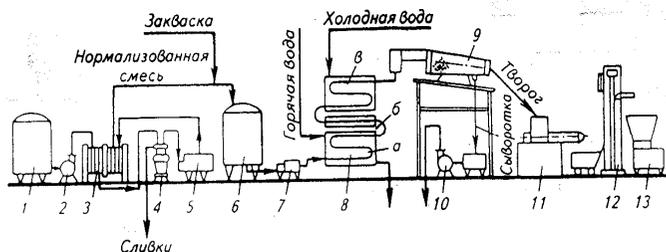


Рис. 9. Схема механизированной линии Я9-ОПТ по производству творога: 1 – емкость для сырой нормализованной смеси; 2 – насос для молока; 3 – пастеризационно-охлаждающая установка; 4 – сепаратор-молокоочиститель; 5 – гомогенизатор; 6 – емкость для сквашивания молока; 7 – винтовой насос для подачи сгустка; 8 – аппарат для тепловой обработки сгустка (а – подогреватель; б – выдерживатель; в – охладитель); 9 – обезвоживатель сгустка; 10 – центробежный насос для сыворотки; 11 – охладитель творога; 12 – подъемник для тележек; 13 – фасовочный автомат

Заквашивание и сквашивание молока проводят в емкостях до образования сгустка с рН 4,5–4,7. Продолжительность сквашивания не должна превышать 10 ч.

Готовый сгусток перемешивают в течение 2–5 мин и винтовым насосом подают в прямоточный подогреватель, в котором нагревают до температуры 48–54 °С при выработке полужирного творога, до 46–52 °С – крестьянского творога и до 42–50 °С – нежирного творога. Нагревание проводят в течение 2–2,5 мин горячей (70–90 °С) водой, циркулирующей в рубашке подогревателя. Из подогревателя сгусток поступает в выдерживатель, где находится в течение 1–1,5 мин, затем направляется в охладитель. В охладителе сгусток охлаждается до 30–40 °С при производстве полужирного творога и крестьянского, до 25–35 °С при производстве нежирного творога. Для обезвоживания творожного сгустка используют вращающийся двух-

цилиндровый обезвоживатель, обтянутый фильтрующей тканью из лавсана. Регулирование влаги в твороге осуществляется путем изменения угла наклона барабана обезвоживателя или температуры подогревания и охлаждения. Полученный творог охлаждают до температуры 8–12 °С в охладителе и подают на фасование.

Раздельный способ заключается в том, что из молока вырабатывают нежирный творог и смешивают с высокожирным и сливками. Нежирный творог можно изготовить на оборудовании, используемом при традиционном способе или на механизированных линиях. Сгусток, полученный из обезжиренного молока кислотнo-сычужной коагуляцией, отпрессовывают до необходимой влажности как при традиционном способе. Затем нежирный творог перетирают до однородной консистенции на вальцовке, перемешивают в месильной машине с пастеризованными охлажденными сливками жирностью 50–55 %) и направляют на фасование.

На механизированных линиях ОПТ или «Альфа-Лаваль» из пастеризованного обезжиренного молока раздельным способом вырабатывают мягкий диетический творог.

Схема технологических процессов производства творога мягко диетического на линии ОПТ представлена на рис. 10. Операции от приемки сырья до сквашивания обезжиренного молока аналогичны операциям при традиционном способе. В дальнейшем процесс осуществляется в следующей последовательности: нагревание и охлаждение творожного сгустка, сепарирование сгустка, охлаждение обезжиренного творога, смешивание творога со сливками и плодово-ягодными наполнителями (при необходимости), фасование и доохлаждение творога.

Сгусток, полученный по окончании сквашивания, тщательно перемешивают в течение 5–10 мин, нагревают до температуры (60 ± 2) °С и охлаждают до температуры (28 ± 2) °С. После охлаждения сгусток направляют через сетчатый фильтр в сепаратор для получения обезжиренного творога. С целью получения определенной влаги в обезжиренном твороге (не более 80 %) в барабане сепаратора устанавливают сопла с диаметром отверстий от 0,4 до 0,8 мм и постепенно повышают производительность сепаратора с 2 до 5 м³/ч в течение 15 мин.

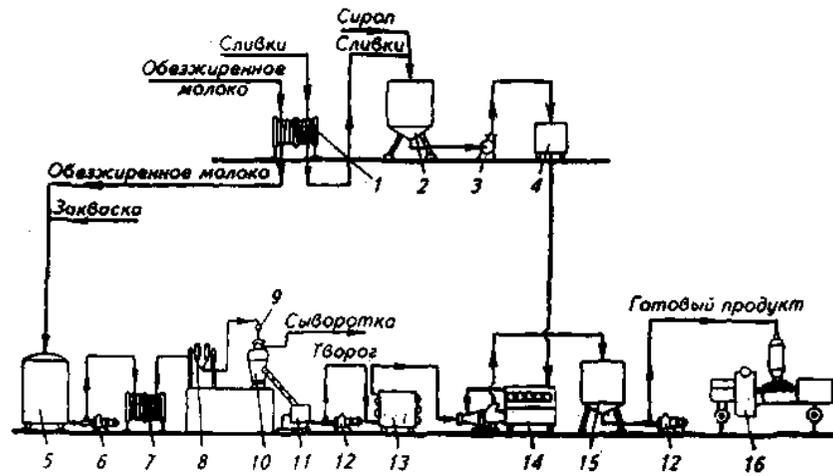


Рис. 10. Схема технологической линии ОЛПТ

производства мягкого диетического творога разделным способом:

1 – пластинчатый теплообменник для обезжиренного молока и сливок; 2 – емкость для сливок, сиропов и их смесей; 3 – насос для сливок, сиропов и их смесей; 4 – расходный бак; 5 – емкость для сквашивания молока; 6 – насос для сгустка; 7 – пастеризатор сгустка; 8 – фильтр творожного сгустка; 9 – ротаметр сгустка; 10 – сепаратор для сгустка; 11 – бункер для творога со шнеком-питателем; 12 – насос для творога; 13 – охладитель для творога нежирного; 14 – смеситель с дозаторами жидких компонентов; 15 – емкость для творога; 16 – автомат для фасования и упаковывания творога

Полученный обезжиренный творог охлаждается до 12–16 °С и направляется в смеситель-дозатор для смешивания со сливками и плодово-ягодными наполнителями в потоке.

Предусматривается хранение готового продукта при температуре 1–6 °С не более 36 ч с момента окончания технологического процесса.

Резервирование творога. Творог относится к скоропортящимся молочным продуктам. Качество его при хранении быстро ухудшается. В летний период года творог вырабатывается в больших объемах, чем в зимний, поэтому для равномерного снабжения населения часть творога резервируют. Одним из

способов сохранения творога на длительное время является замораживание. Замораживание творога – это быстрое охлаждение его до установленных минусовых температур с целью резервирования.

Качество резервированного творога зависит от способа и техники замораживания. При медленном замораживании образуются довольно крупные кристаллы льда, которые перемешиваются с частицами казеина. После размораживания творог получается рассыпчатым, даже крупитчатым, и первоначальные свойства его полностью не восстанавливаются.

При быстром замораживании творога влага замерзает по всей массе в виде мелких кристаллов. После размораживания творог имеет свойственную ему консистенцию и первоначальное качество его полностью восстанавливается. Творог замораживают в фасованном виде и во флягах.

Творог, фасованный в блоки и брикеты, замораживают в морозильном аппарате роторного типа РЗ-ФУЗ или АРСА. Творог замораживается при температуре кипения хладагента до средней конечной температуры от –18 до –25 °С. Продолжительность замораживания блоков составляет 1,5–2,5 ч. Блоки хранят при температуре от –18 до –25 °С и относительной влажности воздуха 95–98 % в течение 8–12 мес. Другим способом сохранения творога при резервировании и обеспечения им отдельных регионов страны является получение сухого творога методом «горячей» и «холодной» сушки. Метод «горячей» сушки – это высушивание творожной суспензии, приготовленной из мягкого диетического обезжиренного творога и питьевой воды на распылительной сушильной установке. Метод «холодной» сушки – это сублимационная сушка замороженного творога. Творог сублимационной сушки «Особый» вырабатывают из творога 9%-ной жирности кислотнo-сычужным способом с последующим высушиванием методом сублимации. Замораживание творога до температуры минус (28 ± 3) °С осуществляется в морозильной камере. Сублимационная сушка замороженного творога проводится в сублиматоре при остаточном давлении в нем (65 ± 15) Па и температуре продукта не выше минус (22 ± 2) °С.

4.2. ТВОРОЖНЫЕ ПРОДУКТЫ

Окончание табл. 12

К творожным продуктам относят творожные изделия, творожные полуфабрикаты, молочно-белковые пасты.

Творожные изделия – это белковые кисломолочные продукты, вырабатываемые из творога, приготовленного из пастеризованного молока, с добавлением вкусовых и ароматических наполнителей.

Технологический процесс производства творожных изделий состоит из следующих операций: приемка и обработка сырья, подготовка компонентов, приготовление смеси и фасование. Для творожных изделий применяют жирный, полужирный, мягкий диетический, крестьянский и обезжиренный творог, который перетирают на вальцовках, куттере или пропускают через коллоидную мельницу для получения однородной нежной консистенции. В соответствии с рецептурой к творогу добавляют компоненты, перемешивают в месильной машине, охлаждают полученную смесь до температуры не выше 6 °С и направляют на фасование.

Промышленность вырабатывает творожные изделия в широком ассортименте: творожная масса, сырки, творожные кремы, торты и др. Физико-химические показатели некоторых из них приведены в табл. 12.

Таблица 12

Физико-химические показатели творожных изделий и паст

Продукт	Физико-химические показатели продукта				
	Массовая доля, %				Кислотность, °Т
	жира	влаги	сахарозы	соли	
1	2	3	4	5	6
Сырки и творожная масса:					
особая	23,0	41,0	26	–	160
плодово-ягодная	4,5	68,0	10	–	220
соленая	9,0	72,0	–	2,0	220
Сырки глазированные с ванилином	5,0	50,0	26	–	220
Кремы творожные с наполнителями	5,0	65,0	17	–	160

Продукт	Физико-химические показатели продукта				
	Массовая доля, %				Кислотность, °Т
	жира	влаги	сахарозы	соли	
1	2	3	4	5	6
Ацидофильная паста:					
выработанная способом прессования	8,0	60,0 80,0	24 12	–	200 200
плодово-ягодная	8,0	70,0 76,5	11 11	–	190 200
с лимоном	8,0	72,0 78,5	9 9	–	190 200
Молочная белковая паста «Здоровье»	5,0	81,0 69,0	–	0,2	160 150
Плодово-ягодная паста	5,0	85,0 75,0	13	0,2	160 160

Творожные полуфабрикаты – это белковые кисломолочные продукты, вырабатываемые из творога с добавлением наполнителей животного и растительного происхождения и требующие перед употреблением дополнительной тепловой обработки. К творожным полуфабрикатам относятся сырники, вареники, творожные запеканки и др.

Молочно-белковые пасты – это белковые кисломолочные продукты, вырабатываемые из нормализованного или обезжиренного молока путем его сквашивания закваской, с добавлением сливок и вкусовых веществ. К пастам относятся следующие: ацидофильная, ацидофильная «Столичная», «Здоровье» и др.

В настоящее время ассортимент творожной продукции существенно расширен. Многие предприятия поставляют потребителям новые виды продукции, состав и свойства которых отличаются разнообразием и изменяются в широких пределах. Такая продукция пользуется стабильным спросом населения, так как творог – ценный в пищевом и биологическом смысле продукт питания.

Занятие 7. Исследование молока от коров, больных маститом

Цель занятия: освоить методы исследования молока от коров, больных маститом.

Мастит – это воспаление молочной железы, которое может быть вызвано инфекционными бактериями, простудой, травмами (в том числе нарушениями технологии машинного доения коров). Молоко коровы, заболевшей маститом, изменяется по составу и свойствам. Исследуя молоко, можно выявить мастит до перехода его в клинически выраженную форму.

Молоко коров, больных маститом, можно выявить несколькими методами: при помощи приборов ОСМ-70, димастиновой, мастидиновой, бромтимоловой пробами, по хлорсахарному числу и т. д. Эти методы применимы лишь для исследования молока отдельных коров. В сборном молоке отклонение обнаруживается лишь при массовом заболевании коров маститом.

Наиболее часто для исследования на субклинический мастит применяется димастиновая проба. Специальный реактив димастин при внесении в молоко коровы, больной маститом, в зависимости от степени заболевания образует массу тягучей консистенции или плотный сгусток от ало-пунцового до оранжево-красного или красного цвета.

Приборы и реактивы: пластинки с четырьмя углублениями, пипетка на 1 мл, 5%-ный водный раствор димастина (в 100 л дистиллированной воды растворить 5 г димастина; если порошок полностью не растворится, дать отстояться 1–2 ч, затем слить раствор, а осадок удалить. (В прохладном месте раствор может храниться до 6 мес.)

Порядок выполнения работы

В углубление пластинки отмерить 1 мл молока, 1 мл раствора димастина и размешать стеклянной палочкой. Определить цвет и консистенцию содержимого в углублении. С помощью табл. 13 сделать заключение о качестве молока.

Шкала диагностической оценки молока

Показатели	Диагностическая оценка		
	Положительная реакция (мастит)	Сомнительная реакция (подозрение на мастит)	Отрицательная реакция (мастита нет)
Консистенция сгустка	Плотный или очень плотный	Плотный или очень плотный	Однородная жидкость, сгустка нет или следы желе
Цвет смеси	Алый или пунцовый	Оранжевый, оранжево-красный, красный	От оранжевого до пунцового

Из табл. 13 видно, что при отсутствии мастита масса имеет однородную жидкую консистенцию, чаще всего оранжевого цвета. Образование плотного сгустка алого или ало-пунцового цвета, который можно перенести палочкой в соседнюю лунку, свидетельствует о заболевании животного маститом. Наличие массы желеобразной консистенции (слабого сгустка) оранжево-красного или пунцового цвета указывает на подозрение в заболевании маститом.

Контрольные вопросы:

1. Что такое мастит и каковы причины его возникновения?
2. Какие вы знаете методы выявления мастита?
3. Сущность определения мастита димастиновой пробой.

5. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ

5.1. ОБЩИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ

Основы консервирования молока и виды молочных консервов. Консервирование – это процесс специальной обработки молочных продуктов, который позволяет сохранить эти продукты без изменения в течение длительного времени. Молочные консервы – это продукты, вырабатываемые из натурального молока с применением сгущения с последующей стерилизацией или добавлением сахара и сушки. Они обладают высокой энергетической ценностью за счет концентрации составных частей молока, а также высокой транспортабельностью и стойкостью при хранении.

Одной из причин изменения качества продукции при хранении является развитие нежелательной микрофлоры, которая при консервировании уничтожается или подавляется. Методы консервирования молочных продуктов основаны на биологических принципах – абиозе и анабиозе. Консервирование по принципу абиоза заключается в полном уничтожении находящихся в продукте микроорганизмов, а по принципу анабиоза – в подавлении развития микробов. В процессе консервирования уничтожение и подавление микроорганизмов осуществляются химическими (антибиотики) или физическими (ультразвуковые колебания, воздействие низких и высоких температур) средствами. В производстве молочных консервов используют физические средства: высокую температуру (стерилизация), повышение осмотического давления и высушивание. Высокотемпературную обработку с целью уничтожения вегетативных и споровых форм микроорганизмов применяют при производстве сгущенных стерилизованных консервов.

Консервирование путем повышения осмотического давления, вызывающего нарушение естественного обмена веществ между

живой микробной клеткой и средой, применяют при производстве сгущенного молока с сахаром. Повышать осмотическое давление в молоке можно путем увеличения содержания сухого молочного остатка (сгущение молока и растворение в нем сахара). В сгущенном молоке осмотическое давление достигает 18 МПа (внутриклеточное давление микробов 0,4–0,6 МПа), что создает неблагоприятные условия для развития микрофлоры.

Консервирование высушиванием используют при производстве сухих молочных консервов. При высушивании из продукта удаляется влага и создается физиологическая сухость, обуславливающая увеличение разницы между осмотическим давлением. Кроме того, для нормальной жизнедеятельности микроорганизмов необходима массовая доля воды в продукте около 25–30 %. При значительном снижении в продукте влаги (3–5 %) и повышении концентрации растворенных в ней веществ создаются условия, подавляющие развитие микроорганизмов.

В зависимости от методов консервирования и соответствующих процессов обработки молочные консервы можно разделить на следующие виды: сгущенные стерилизованные и концентрированные консервы без сахара, сгущенные консервы с сахаром и сухие молочные продукты.

Требования, предъявляемые к сырью. К сырью, предназначенному для производства молочных консервов, предъявляют повышенные требования, так как пороки сырого молока в результате концентрации сухих веществ усиливаются. Для консервирования пригодно натуральное молоко, соответствующее требованиям СТБ 1598. Оно должно быть термоустойчивым, иметь кислотность 16–18 °Т (для концентрированного молока), 19 °Т (для стерилизованных консервов) и 20 °Т (для других видов молочных консервов), а также иметь невысокую микробиологическую обсемененность. При подборе молока для консервов необходимо учитывать его химический состав и свойства. Массовая доля воды в молоке должна составлять 87,5 %, жира – 4,0, СОМО – 8,75 %. Отношение жира к СОМО должно колебаться в пределах от 0,4 до 0,69. Кроме того, следует учитывать содержание сывороточных белков, которые понижают термостойкость. По этой причине считается непригодным для выработки консервов молозиво и стародойное молоко. Более пригодно молоко с меньшими размерами жировых шариков и казеинаткальцийфосфатного комплекса, так как в таком молоке замедляется отстаивание белково-жирового слоя при

хранении. Таким образом, пригодность сырья устанавливают по результатам физико-химических и бактериологических анализов, а также органолептической проверки.

Общие технологические процессы. Производство молочных консервов характеризуется рядом общих приемов подготовки и обработки сырья: приемка, очистка, охлаждение и резервирование, нормализация, тепловая обработка, гомогенизация, сгущение.

Приемка, очистка, охлаждение молока осуществляются аналогично выполнению этих операций при производстве других молочных продуктов.

Для обеспечения бесперебойной работы оборудования (вакуум-выпарных установок) и подбора термостойкого молока возникает необходимость в охлаждении и резервировании молока. Режимы охлаждения выбирают в зависимости от продолжительности резервирования. Наиболее оптимальные условия — это охлаждение до 4–8 °С и хранение не более 12 ч.

Нормализация, или стандартизация, исходной смеси осуществляется для получения в молочных консервах необходимого соотношения между составными частями сухого вещества. При этом соотношения массовых долей любых двух составных частей сухого вещества в нормализованной смеси и готовом продукте должны быть одинаковыми.

Нормализованную смесь перед сгущением пастеризуют при температуре (90 ± 2) или (107 ± 2) °С без выдержки. Сразу после пастеризации рекомендуется охладить молоко до 70–75 °С для предотвращения денатурации сывороточных белков и других нежелательных физико-химических изменений.

Способы и кратность концентрирования. После охлаждения молоко направляют на сгущение, то есть концентрирование сухих веществ молока или его смеси с компонентами путем выпаривания влаги в вакуум-выпарных установках при давлении ниже атмосферного. Применение вакуума позволяет снизить температуру кипения молока и в наибольшей степени сохранить его свойства.

Вакуум-выпарные установки могут быть непрерывного и периодического действия. По способу заполнения выпариваемой жидкостью различают циркуляционные (объемные) установки с циркуляцией определенного объема жидкости и пленочные, в которых выпаривание происходит из пленки 2–10 мм. При такой толщине

пленки интенсифицируется теплообмен и сокращается продолжительность теплового воздействия. В целях экономии тепловой энергии на сгущение конструируют многокорпусные установки.

В периодически действующую вакуум-выпарную установку поступает определенный объем молока или смеси, и сгущение продолжается до достижения требуемой концентрации сухих веществ. Продукт быстро выгружают и направляют на охлаждение в вакуум-охладитель. После выгрузки продукта в вакуум-выпарные установки поступает новая партия подготовленной смеси, и процесс сгущения повторяется.

При непрерывно-поточном способе по сравнению с периодическим проводится непрерывное выпаривание. Смесь, частично сгущаясь в первом корпусе, последовательно проходит остальные корпуса, где выпаривается до конечной концентрации сухих веществ, поступает в емкость для продукта и на охлаждение.

При непрерывно-поточном способе сгущения по сравнению с периодическим снижаются затраты времени почти в 1,5 раза на обработку 1 т молока, расход пара в 1,55 раза и воды в 1,46 раза. Кроме того, непрерывно-поточный способ позволяет автоматизировать технологический процесс.

При выпаривании основными параметрами процесса являются температура, продолжительность воздействия и кратность концентрирования. Температура выпаривания в зависимости от числа корпусов установки и содержания сухих веществ в смеси колеблется от 45 до 82 °С. Продолжительность теплового воздействия зависит от вида вакуум-выпарных установок.

В однокорпусной циркуляционной установке она колеблется от 1 ч (при сгущении от 11 до 25 % сухих веществ) до 10 ч (при сгущении от 6,0 до 60,0 %). В пленочной вакуум-выпарной установке продолжительность выпаривания колеблется от 3 до 15 мин.

При сгущении состав молочных консервов может определяться в соответствии с кратностью концентрирования или сгущения. Кратность концентрирования показывает, во сколько раз увеличиваются массовые доли всего сухого остатка и его составных частей или во сколько раз уменьшается масса готового сгущенного продукта по сравнению с массой исходного сырья.

По кратности сгущения и массовой доле составных частей смеси рассчитывают ожидаемые доли составных частей в продукте.

5.2. СГУЩЕННЫЕ МОЛОЧНЫЕ КОНСЕРВЫ

Стерилизованное и концентрированное молоко. Особенностью технологического процесса производства молочных консервов без сахара является стерилизация продукта при определенных режимах. В зависимости от содержания сухих веществ вырабатываются два вида консервов без сахара: сгущенное стерилизованное молоко и концентрированное стерилизованное молоко с повышенным содержанием сухих веществ. *Сгущенное и концентрированное стерилизованное молоко – это продукты, вырабатываемые из пастеризованного коровьего молока с применением сгущения и последующей промышленной стерилизации в таре.*

По стандарту массовая доля сухих веществ в сгущенном стерилизованном цельном молоке должна быть не менее 25,5 %, в том числе массовая доля жира – не менее 7,8 %, а в концентрированном стерилизованном молоке массовая доля сухих веществ – не менее 27,5 %, в том числе жира – не менее 8,6 %.

Технологический процесс производства сгущенного стерилизованного молока и концентрированного стерилизованного молока состоит из следующих операций: приемка и подготовка молока, нормализация, тепловая обработка и сгущение, гомогенизация и охлаждение, нормализация, внесение солей-стабилизаторов, розлив, стерилизация, хранение. Схема технологической линии производства сгущенного стерилизованного молока приведена на рис. 11.

Сырье и основные материалы, используемые при производстве стерилизованных консервов, должны соответствовать требованиям действующих стандартов и технической документации. Подбранное по качеству и очищенное молоко нормализуют по массовой доле жира и СОМО.

Нормализованную молочную смесь перед пастеризацией обязательно проверяют на термоустойчивость, так как при производстве стерилизованных консервов молоко подвергается воздействию высоких температур, и при низкой термоустойчивости может происходить свертывание, загустевание и образование хлопьев в готовом продукте.

Термоустойчивость молока в значительной степени зависит от его химического состава и, особенно, равновесия солевого состава.

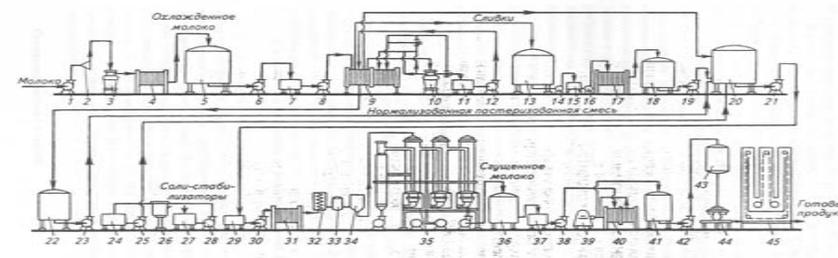


Рис. 11. Схема технологической линии производства сгущенного стерилизованного и концентрированного стерилизованного молока:
1, 6, 8, 12, 21, 23, 30 – насосы для молока; 2 – весы или счетчик для молока; 3 – сепаратор-молокоочиститель; 4 – пластинчатый охладитель для молока; 5 – емкость для сырого молока; 7, 11, 15, 37 – баки с поплавковым регулятором; 9 – пастеризационно-охлаждательная установка; 10 – сепаратор-сливкоотделитель; 13, 18 – емкости для сливок; 14, 16, 19 – насосы для сливок; 17 – пластинчатый теплообменник для сливок; 20 – емкость для нормализованного молока; 22 – емкость для цельного или обезжиренного пастеризованного молока; 24, 27 – баки для раствора солей-стабилизаторов; 25, 28 – насосы для подачи раствора солей-стабилизаторов; 26 – фильтр для раствора солей-стабилизаторов; 29 – бак для молока; 31 – пластинчатый теплообменник; 32 – высокотемпературный пастеризатор для молока; 33 – выдерживатель; 34 – вакуумный охладитель; 35 – вакуум-выпарная установка; 36 – емкость для сгущенного молока; 38, 42 – насосы для сгущенного молока; 39 – гомогенизатор; 40 – пластинчатый теплообменник для сгущенного молока; 41 – емкость для хранения сгущенного молока; 43 – бак для подачи сгущенного молока на розлив; 44 – фасовочно-закаточная машина для сгущенного молока; 45 – стерилизатор

Повышение термоустойчивости молока достигается внесением солей-стабилизаторов. Их следует добавлять в пастеризованную смесь или в сгущенное молоко в количестве от 0,05 до 0,1 % массы нормализованной смеси.

Повышению термоустойчивости способствует и режим пастеризации перед сгущением. В зависимости от применяемого оборудования молоко пастеризуют при следующих режимах: нагревают в потоке при температуре $(88 \pm 2) ^\circ\text{C}$, затем при температуре $(125 \pm 5) ^\circ\text{C}$ с последующим снижением температуры до $86 ^\circ\text{C}$ путем самоиспарения в вакуумной камере или последовательно нагревают в четырех подогревателях вакуум-выпарной установки до температуры $(88 \pm 5) ^\circ\text{C}$, затем – в высокотемпературном подогревателе до температуры $(120 \pm 5) ^\circ\text{C}$ с последующим снижением температуры до $105 ^\circ\text{C}$ в вакуумной камере.

В пленочных установках молоко сгущают в стандартном режиме: температура испарения молока не должна превышать: в первом корпусе 78 °С, во втором корпусе – 66 °С, в третьем – 56 °С. Окончание процесса сгущения контролируют по достижению стандартной плотности и массовой доли сухих веществ в продукте.

В зависимости от типа применяемой вакуум-выпарной установки молоко сгущается до массовой доли сухих веществ 25–28 %.

Сгущенное молоко гомогенизируют на двухступенчатых гомогенизаторах при температуре (74 ± 2) °С и общем давлении $(18 \pm 1,0)$ МПа. Целесообразность применения двухступенчатого гомогенизатора обусловлена необходимостью постепенного повышения давления, так как гомогенизация при высоком давлении снижает термоустойчивость сгущенного молока. После гомогенизации сгущенное молоко охлаждают до температуры (4 ± 2) °С. В соответствии с технологической инструкцией по производству молочных консервов после сгущения вводят соли-стабилизаторы с массовой долей 10–25 % в водном растворе. Сгущенное молоко с добавленными солями-стабилизаторами выдерживают в течение 5–6 ч, после чего его нормализуют.

Стерилизация сгущенных консервов может осуществляться двумя способами: в потоке перед розливом и в таре после розлива.

Стерилизация сгущенного молока в потоке не получила промышленного применения. Для выработки сгущенных стерилизованных молочных консервов широко применяется способ стерилизации в таре.

Сгущенное или концентрированное молоко, выдержавшее пробную стерилизацию, разливают в предварительно вымытые и пропаренные металлические банки. Наполненные и упакованные банки проверяют на герметичность и направляют на стерилизацию. Для стерилизации продукта в таре используют стерилизаторы непрерывного действия гидростатического или роторного типа, а также стерилизаторы периодического действия. В стерилизаторах гидростатического типа банки со сгущенным или концентрированным молоком стерилизуют при температуре 116–117 °С с выдержкой 15–17 мин. В аппаратах периодического действия стерилизация осуществляется при температуре 116–118 °С с выдержкой 14–17 мин. Температура охлаждения стерилизованных консервов

должна быть в пределах 20–40 °С. Готовые продукты хранят при температуре от 0 до 10 °С и относительной влажности воздуха не выше 85 % в течение не более 12 мес. со дня выработки.

При производстве стерилизованных консервов в зимнее и весеннее время года продукты часто загустевают и портятся по причине низкой термоустойчивости молока даже при добавлении солей-стабилизаторов. Для предотвращения порчи молочных консервов тепловая обработка их проводится при более низких температурах и выдержке вследствие добавления антибиотика низина. Известно, что низин, являясь безвредным для человека и животных, вызывает гибель вегетативных и споровых форм бактерий. Снижение температуры стерилизации до 112–115 °С (вместо 118 °С) и выдержки до 12 мин. при использовании низина положительно влияет на качество готового продукта. В сгущенном стерилизованном молоке с низином на 30 % снижается вязкость и кислотность продукта, повышается содержание витаминов, отсутствуют привкусы карамелизации.

Сгущенное молоко с сахаром. Продукт вырабатывают из пастеризованного коровьего молока с применением сгущения и добавления сахара для подавления роста микрофлоры. По органолептическим показателям готовый продукт имеет чистый и сладкий вкус, без посторонних привкусов и запахов, однородную консистенцию, без наличия кристаллов сахара, ощущаемых на вкус. По химическому составу в сгущенном цельном молоке с сахаром массовая доля влаги составляет не более 26,5 %, сахарозы – не менее 43,5, общая массовая доля сухих веществ – 28,5, в том числе жира – не менее 8,5 %.

Технологический процесс производства сгущенного молока с сахаром осуществляется в следующей последовательности: приемка, подготовка и резервирование сырья, нормализация, гомогенизация и пастеризация, приготовление и введение сахарного сиропа, сгущение, охлаждение, фасование и хранение. Схема технологической линии производства сгущенного молока с сахаром приведена на рис. 12.

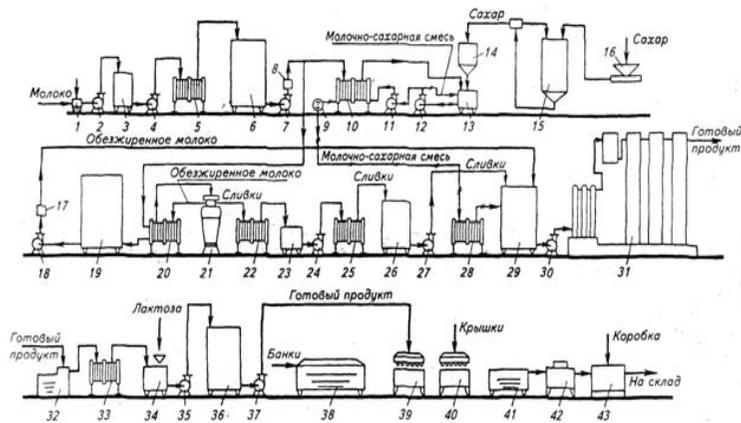


Рис. 12. Схема технологической линии производства цельного сгущенного молока (с сахаром) непрерывно-поточным способом:

1, 6 – емкости для сырого молока; 2, 4, 7 – насосы для молока; 3 – емкость с тензометрическим устройством; 5, 22, 33 – пластинчатые охладители; 8, 17 – счетчики для молока; 9 – дисковый фильтр для молочно-сахарной смеси; 10, 20 – пластинчатые подогреватели; 11 – насос для молочно-сахарной смеси; 12 – насос для рециркуляции; 13 – емкость для растворения сахара; 14 – дозатор сахара; 15 – приемный бункер; 16 – приемный желоб; 18 – насос для обезжиренного молока; 19 – емкость для обезжиренного молока; 21 – сепаратор-сливкоотделитель; 23 – буферный резервуар для сливок; 24, 27 – насосы для сливок; 25, 28 – пластинчатые пастеризаторы; 26 – емкость для хранения сливок; 29 – емкость для нормализации смеси; 30 – насос для смеси; 31 – вакуум-выпарная установка; 32 – гомогенизатор; 34, 36 – емкости для готового продукта; 35, 37 – насосы для готового продукта; 38 – банкомоечная машина; 39 – фасовочный автомат; 40 – закаточный автомат; 41 – моечная сушильная машина; 42 – этикетировочный автомат; 43 – упаковочный автомат

Кроме технологических стадий, общих для производства всех видов консервов, при выработке сгущенного молока с сахаром важными приемами являются внесение сахара, приготовление сахарного сиропа и кристаллизация лактозы при охлаждении сгущенного молока. Качество сахара, являющегося консервантом и составляющего в сгущенном молоке более половины сухих веществ, в значительной степени влияет на качество готового продукта. Поэтому к качеству сахара предъявляют повышенные требования в отношении растворимости, содержания посторонних примесей и влаги, которая способствует развитию микрофлоры. Сахар можно добавлять к молоку в сухом виде или в виде водного раствора (сиропа).

При внесении сахара в твердом виде и растворении его в молоке значительно упрощается технология, снижаются затраты (на оборудование, теплоэнергию) и продолжительность сгущения. В то же время при растворении сахара в молоке возможно загрязнение, пастеризованного молока микроорганизмами находящимися в сахаре.

Способ внесения сахара в твердом виде более предпочтителен при производстве сгущенного обезжиренного молока. При выработке сгущенных консервов, предназначенных для резервирования, предпочитают, несмотря на дополнительные затраты, вносить сахар в виде сиропов.

Для приготовления сахарного сиропа рассчитывают необходимые массы сахара и питьевой воды. Концентрацию растворов сахара выбирают с учетом интенсивности выпаривания, а также влияния на свойства молока и готового продукта при хранении. Наиболее оптимальной массовой долей сухих веществ сахарного сиропа, при которой ингибируется развитие бактерий, является 64–65 % сахара.

Предварительно очищенный с помощью сита сахар растворяют в горячей воде (70–80 °С), затем сироп нагревают до кипения без выдержки для обеспечения его стерильности. При температурах выше 100 °С в сиропе возможна инверсия сахарозы, продуктом гидролиза которой является инвертный сахар.

Во избежание инверсии выдержка сахарного сиропа от начала кипения до начала смешивания с молоком не должна быть более 20 мин. Перед смешиванием с молоком сахарный сироп фильтруют. Сгущение молочно-сахарной смеси заканчивают при достижении массовой доли влаги 29–31 % с учетом дополнительного выпаривания влаги в вакуум-охладителях.

Охлаждение сгущенного молока сопровождается увеличением вязкости продукта в 2–3 раза и кристаллизацией лактозы. Кристаллизация объясняется тем, что при понижении температуры растворимость лактозы снижается, получаются перенасыщенные растворы, в которых образуются центры кристаллизации. Для массового зарождения кристаллов лактозы продукт необходимо быстро охладить, интенсивно перемешивать и вносить затравочный материал.

Охлаждать сгущенное молоко с сахаром следует таким образом, чтобы получить кристаллы размером не более 10 мкм. Такие кристаллы при органолептической оценке не ощущаются, и продукт имеет однородную консистенцию. Массовой кристаллизации лактозы в продукте способствует внесение затравки из мелкокристаллической лактозы с кристаллами не более 3–4 мкм. Затравку вносят

в количестве 0,02 % массы продукта при температуре интенсивной кристаллизации (31–37 °С). При этой температуре наступает максимальное перенасыщение лактозы при минимальном увеличении вязкости молока.

Сгущенное молоко с сахаром охлаждают до температуры 20 °С и направляют на упаковывание в потребительскую или транспортную тару. Готовый продукт следует хранить при температуре от 0 до 10 °С и относительной влажности не более 85 % в течение 12 мес.

Для расширения ассортимента сгущенных продуктов с сахаром вырабатывают продукты с вкусовыми и ароматическими наполнителями. При производстве сгущенного молока с сахаром в качестве наполнителей используют кофе, какао, цикорий. Особенность производства кофе со сгущенным молоком и сахаром заключается в экстрагировании сухих веществ, содержащихся в кофе. При хранении консервов с целью предотвращения их порчи, вызываемой деятельностью нежелательной микрофлоры и окислителей, следует применять консерванты и антиокислители (сорбиновую, аскорбиновую кислоты).

5.3. СУХИЕ МОЛОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ

Сухое цельное молоко. Технологический процесс производства сухого цельного молока включает стадии от приемки до сгущения молока, которые являются общими для производства молочных консервов.

При производстве сухого молока нормализованное по жиру и сухому веществу молоко пастеризуют при температуре не менее 90 °С в трубчатых, пластинчатых или пароконтактных пастеризаторах. Для сгущения нормализованного молока используют многокорпусные вакуум-выпарные установки, работающие по принципу падающей пленки, или циркуляционные установки. Технические параметры сгущения необходимо поддерживать в пределах, указанных в инструкции по эксплуатации применяемых вакуум-выпарных установок.

Необходимость гомогенизации сгущенного молока обусловлена тем, что при механической, тепловой обработке и сгущении происходит дестабилизация жировой фракции молока (выделение свободного жира), способствующая окислению жира и порче продукта при хранении. Поэтому для повышения стабильности и снижения

содержания свободного жира молоко гомогенизируют. Гомогенизация осуществляется при температуре 50–60 °С и давлении 10–15 МПа для одноступенчатого гомогенизатора; для двухступенчатого гомогенизатора при давлении 11,5–12,5 МПа – на первой ступени и 2,5–3,0 МПа – на второй ступени. После гомогенизации сгущенное молоко поступает в промежуточную емкость и затем на сушку.

В сухом цельном молоке массовая доля жира составляет 20–25 % и влаги не более 4–7 %. Исходя из состава сухого молока можно заключить, что оно не является абсолютно сухим, в нем содержится так называемая неудаляемая влага. По мере высушивания оставшаяся в продукте влага все прочнее удерживается в нем вследствие увеличения сил сцепления и возрастания сопротивления движению воды. Поэтому продукт можно высушить только до равновесной влажности, соответствующей относительной влажности и температуре сушильного агента.

В зависимости от метода удаления влаги применяют разные способы сушки: пленочный (контактный), распылительный (воздушный) и сублимационный.

При пленочном способе сушка осуществляется в вальцовых сушилках. Сгущенное молоко наносят распылением или тонким слоем на вращающиеся вальцы, поверхность которых нагревается паром до температуры 105–130 °С. В результате контакта высушиваемого продукта с горячей поверхностью вальцов молоко высушивается в виде тонкой пленки. Эта пленка снимается специальными ножами и поступает к элеватору мельницы для размельчения. Процесс сушки на вальцовых сушилках не должен превышать 2 с, так как высокая температура поверхности нагрева вызывает существенные изменения в высушиваемом молоке. В результате контакта с нагретой поверхностью значительная часть жира (до 90 %) оказывается не защищенной оболочкой. В связи с этим и вследствие низкой растворимости готового продукта пленочный способ применяют при производстве сухого обезжиренного молока и сыворотки.

При сублимационной сушке удаление влаги происходит из замороженных продуктов с содержанием сухих веществ до 40 %. Процесс сублимационной сушки осуществляется при температуре замороженного продукта минус 25 °С и остаточном давлении в сублиматоре 0,0133–0,133 кПа. Продукты, полученные при сублимационной сушке, легко восстанавливаются, сохраняют вкус, химический состав и структуру. Сублимационной сушкой получают сухие кисломолочные продукты, закваски, смеси для мороженого.

При распылительном способе сушка осуществляется в результате контакта распыляемого сгущенного продукта с горячим воздухом. Сгущенное молоко распыляется в сушильной камере с помощью дисковых и форсуночных распылителей. В дисковых распылителях сгущенное молоко распыляется под действием силы вращающегося диска, из сопла которого молоко вылетает со скоростью 150–160 м/с и раздробляется на мельчайшие капли из-за сопротивления воздуха. В форсуночные распылители сгущенное молоко подается под высоким давлением (до 24,5 МПа).

При сушке на распылительных сушилках сгущенное молоко распыляется в верхней части сушилки, куда подается горячий воздух, который, смешиваясь с мельчайшими каплями молока, отдает им часть тепла. Влага испаряется, и частицы молока быстро высушиваются. Высокая скорость сушки (испарения) обусловлена большой поверхностью соприкосновения мелкодисперсного молока с горячим воздухом. При быстром испарении влаги воздух охлаждается до 75–95 °С, поэтому тепловое воздействие на продукт незначительно и растворимость его высокая. Высушенное молоко в виде порошка оседает на дно сушильной башни.

Распылительные сушилки в зависимости от движения воздуха и частиц молока разделяют на три вида:

- прямоточные, в которых движение воздуха и молока параллельно;
- противоточные, в которых направления движения частиц молока и воздуха противоположны;
- смешанные (со смешанным движением воздуха и частиц молока).

Наиболее рациональными и прогрессивными являются высокопроизводительные прямоточные распылительные сушилки, в которых степень растворимости сухого молока достигает 96–98 %.

Схема технологического процесса производства сухого цельного молока представлена на рис. 13. Подготовленное молоко очищают на центробежном молокоочистителе, затем нормализуют и пастеризуют при режимах, описанных выше. После пастеризации молоко поступает на сгущение в трехступенчатую вакуум-выпарную установку, работающую по принципу падающей пленки. Сгущенное до массовой доли сухих веществ 43–52 % молоко гомогенизируют, направляют в промежуточную емкость, снабженную мешалкой и нагревательной рубашкой. Из промежуточной емкости сгущенное молоко при температуре не менее 40 °С подают в сушильную камеру насосом.

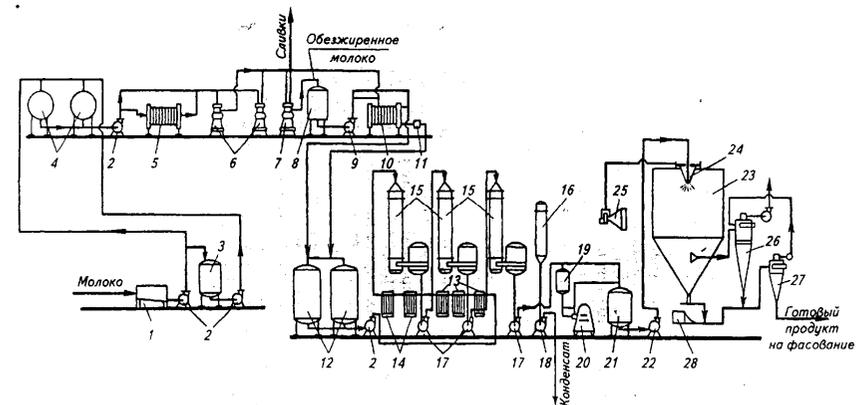


Рис. 13. Схема технологической линии производства сухого цельного молока:

1 – емкость для сырого молока; 2 – насос для молока; 3 – емкость для взвешивания молока с тензометрическим устройством; 4 – емкость для хранения сырого молока; 5 – пластинчатый подогреватель; 6 – центробежный сепаратор-молокоочиститель; 7 – сепаратор-сливкоотделитель; 8 – емкость для обезжиренного молока; 9 – насос для обезжиренного молока; 10 – пластинчатый охладитель; 11 – счетчик для обезжиренного молока; 12 – емкость для хранения молока; 13 – трубчатый подогреватель для предварительного подогревания молока; 14 – трубчатый подогреватель для окончательного подогревания молока; 15 – пленочная вакуум-выпарная установка (трехступенчатая); 16 – конденсатор; 17 – продуктовый насос; 18 – конденсатный насос; 19 – промежуточный бак; 20 – гомогенизатор; 21 – промежуточный бак с мешалкой; 22 – насос для сгущенного молока; 23 – сушильная камера; 24 – распыливающий диск; 25 – калорифер; 26 – основной циклон; 27 – разгрузочный циклон; 28 – устройство для охлаждения сухого молока

В соответствии с техническими характеристиками распылительных сушилок необходимо соблюдать следующие режимы сушки: температура воздуха, поступающего в сушильную установку прямоточного типа, должна быть 165–180 °С, на выходе из сушильной башни – 65–85 °С.

Сухое быстрорастворимое молоко. В последние годы возрос интерес к производству сухого цельного быстрорастворимого молока. Особенности производства быстрорастворимого молока заключаются в двухступенчатой сушке, рециркуляции мелких частиц, участвующих в формировании агломератов, и внесении соевофосфатидных добавок. При производстве быстрорастворимого мо-

лока на первой ступени сушки получают обычное сухое молоко, которое затем увлажняют. При увлажнении сухого продукта происходят укрупнение частиц молока, то есть его агломерация, и переход лактозы из аморфного состояния в кристаллическое. На второй ступени проводится досушка увлажненного продукта до стандартной влаги. Высушенные на второй ступени частицы молока благодаря агломерированию приобретают пористую структуру. При растворении молока с пористой структурой вода проникает внутрь частицы и способствует ее растворению. Быстрое проникновение воды достигается также повышением смачиваемости за счет внесения соево-фосфатидных добавок.

Быстрорастворимое молоко – это сухой порошок, состоящий из агломерированных частиц со вкусом и запахом, свойственными пастеризованному молоку, с массовой долей жира 15–25 %, влаги – не более 4 %, соево-фосфатидных добавок – не более 0,5 %, относительной скоростью растворения – не менее 60 %.

Схема технологического процесса получения быстрорастворимого молока аналогична производству сухого молока от приемки до сушки, однако включает следующие дополнительные стадии: агломерацию частиц сухого молока, возврат циклонной фракции, досушку, приготовление соево-фосфатидных добавок и внесение их в сухое молоко. Сушка сгущенного молока осуществляется до массовой доли влаги в сухом молоке на выходе из башни ($3,75 \pm 2,25$) %. Полученное сухое молоко подают в агломерационную камеру, где оно дополнительно увлажняется пахтой или обезжиренным молоком до массовой доли влаги 7–9 % и агломерируется в псевдооживленном слое. При этом в агломерационную камеру возвращается циклонная фракция на повторное увлажнение и агломерацию. Влажный порошок из агломерационной камеры направляется в первую секцию инстантайзера, где в псевдооживленном слое происходит досушивание продукта до массовой доли влаги ($4,25 \pm 0,25$) % при температуре 105 °С.

Сухие молочные продукты рекомендуется упаковывать в герметичную потребительскую и транспортную тару. К потребительской таре относятся металлические банки со сплошной или съемной крышкой и массой нетто 250, 500 и 1000 г; комбинированные банки со съемной крышкой, имеющие массу нетто 250, 400 и 500 г с внутренним герметично заделанным полимерным пакетом или пакеты из фольгированного материала.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Занятие 8. Приготовление сгущенного молока с сахаром

Цель занятия: изучить технологию получения сгущенного молока с сахаром в лабораторных условиях; провести необходимые расчеты; ознакомиться с вторичным сырьем переработки молока.

Порядок выполнения работы:

1. Тщательно изучить устройство лабораторного вакуум-аппарата (рис. 14) производительностью 12 л/ч, ручной закаточной машины и другого инвентаря.

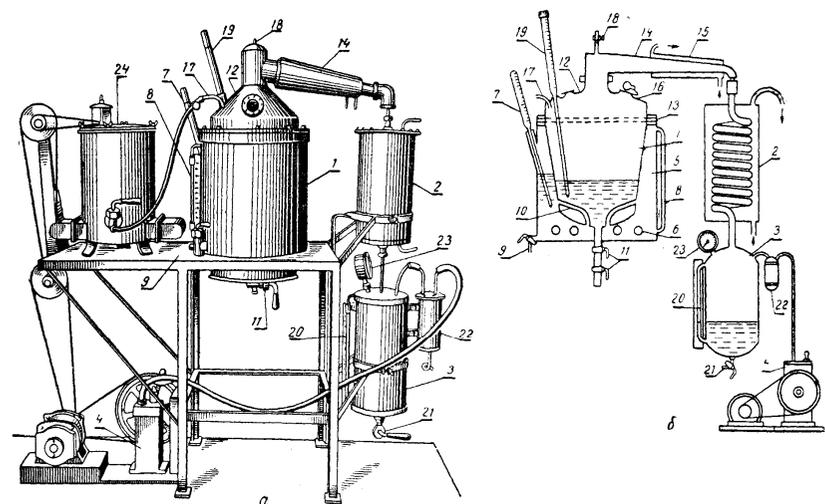


Рис. 14. Внешний вид (а) и схема устройства (б) лабораторного вакуум-аппарата:

1 – испаритель; 2, 3 – конденсатные баки; 4 – вакуумный насос; 5 – водяная баня; 6 – электрические нагреватели; 7 – термометр водяной бани; 8 – водомерное стекло; 9 – кран для выпуска воды; 10 – калоризаторы; 11 – кран для взятия пробы продукта и его выгрузки; 12 – крышка с двумя смотровыми стеклами; 13 – уплотняющее резиновое кольцо; 14 – отсасывающая труба; 15 – водяная рубашка; 16 – осветительная лампочка; 17 – загрузочная труба для всасывания молока; 18 – воздушный клапан для гашения пены; 19 – контактный термометр, через реле автоматически поддерживающий температуру сгущения молока; 20 – водомерное стекло и шкала конденсатного бака; 21 – кран выпуска конденсата; 22 – угольный фильтр, предохраняющий насос от влаги; 23 – вакуумметр; 24 – пастеризатор

2. Сборку вымытых деталей аппарата начать с укладки резинового кольца. Затем поставить крышку на шпильки и одновременно соединить резиновой трубкой отсасывающую трубу с конденсатором.

3. Затягивать крышку надо одновременно двумя барашками, расположенными противоположно. Включить лампочку на заднем смотровом стекле, установить контактный термометр.

4. Надеть шланги на трубки водяной рубашки отсасывающей трубы.

5. Проверить по водомерному стеклу наличие воды в бане. Уровень ее должен быть выше уровня молока в испарителе на 3 см.

6. Закрепить зажимы на загрузочной трубке и воздушном клапане.

7. Включить вакуумный насос. При показании вакуумметра 720 мм пустить воду в рубашку конденсатора.

8. Включить нагреватель бани и выждать, когда ртуть контактного термометра поднимется до 37 °С.

9. Резиновую загрузочную трубку со стеклянным наконечником опустить в молоко, температура которого должна быть в пределах 36–38 °С. Засосать в корпус испарителя около 90 % молока, предназначенного к сгущению.

10. В момент загрузки молока следить, чтобы в испаритель не попал воздух. По окончании засасывания молока зажим на трубке закрыть.

11. Наблюдать через смотровое стекло за кипением молока. Первые 5–10 мин работы вакуум-аппарата не повышать температуру молока выше 35 °С. Регулировать подачу воздуха резиновой трубкой до тех пор, пока кипение станет равномерным.

12. Вслед за этим постепенно увеличить температуру молока до 48–50 °С.

13. Контролировать по шкале водомерного стекла количество выпаренной воды, которое служит показателем степени сгущения молока.

Пример

Сгущается 8 кг молока, в котором содержится 12,6 % сухого вещества. В конце сгущения в конденсаторном баке оказалось 4 л воды. Содержание сухого вещества в сгущенном молоке (C_n) будет:

$$C_n = \frac{12,6 \cdot 8}{8 - 4} = 25,2\%$$

14. Рассчитать необходимое количество сахара и приготовить его 70%-ный водный раствор. Для этого необходимо знать СОМО исходного молока (8,3 %), СОМО сгущенного молока (20,7 %) и содержание в готовом продукте сахара (44,8 %). Отношение содержания сахара к СОМО продукта будет $44,8 : 20,7 = 2,162$. Следовательно, для нашего примера, когда сгущается 8 кг молока, потребуется сахара:

$$\frac{2,162 \cdot 8 \cdot 8,3}{100} = 1,43 \text{ кг}$$

Для приготовления сиропа 70%-ной концентрации с учетом сухого вещества в сахаре (99,85 %) потребуется следующее количество воды (В):

$$B = \frac{1,43(99,85 - 70)}{70} = 0,61 \text{ кг}$$

Рассчитанное количество сахара (1,43 кг) растворить в кипящей воде.

15. При достижении степени сгущения молока в 2 раза засосать через стеклянную трубку в испаритель оставшиеся 10 % молока и сироп. Сгущение продолжать до $\frac{1}{3}$ объема от исходного молока.

16. Конец сгущения определить в контрольной пробе по количеству сухого вещества с помощью рефрактометра (коэффициент преломления) или ареометра (показатель плотности). Пробу взять через патрубков в дне корпуса. Вначале открыть верхний кран, после выдержки закрыть его, а затем – нижний кран. Пробу удобнее отбирать в пробирку.

При окончании сгущения последовательно отключить нагреватель, насос, перекрыть ток воды в конденсатор, открыть зажим воздушного клапана.

17. Сгущенное молоко выпустить через патрубков в подставленные жестяные банки.

После охлаждения продукт выдерживают 40–50 мин, для кристаллизации молочного сахара. Иногда с этой целью вносят «затравку» – рафинированный молочный сахар. Размеры кристаллов

молочного сахара в готовом продукте не должны превышать 0,01 мм. После этого банки закатывают.

Аппарат и его детали тщательно вымыть, используя моющие растворы и чистую воду. Рабочее место привести в порядок.

Побочные продукты переработки молока – обрат, пахта и сыворотка. По химическому составу они отличаются от цельного молока содержанием жира, а сыворотка и содержанием белков (табл. 14).

Таблица 14

Средний химический состав (%) побочных продуктов

Составные вещества	Побочные продукты			
	Обрат	Пахта	Сыворотка	
			подсыр- ная	творож- ная
Жир	0,1	0,4	0,4	0,3
Белки	3,4	3,2	0,8	0,8
Молочный сахар	4,6	4,7	4,8	4,2
Минеральные соли	0,7	0,7	0,5	0,6
Сухие вещества, всего:	8,8	9,0	6,5	5,9

Побочные продукты переработки молока (вторичное сырье) прежде всего необходимо использовать для пищевых целей. Из них вырабатывают:

- 1) сгущенное и сухое обезжиренное молоко, пахту, сыворотку;
- 2) кисломолочные продукты (творог, простокваша, ацидофилин, кефир, варенец, айран и др.);
- 3) брынзу, зеленый (терочный) и плавленый сыры;
- 4) пищевой, а также технический казеин;
- 5) альбуминный творог и альбуминное молоко;
- 6) молочные кисель и квас;
- 7) молочный сахар-сырец и многие другие продукты.

Наиболее рациональный способ изготовления побочных продуктов – их сушка и сгущение, что осуществляется на молочноконсервных или других заводах, имеющих специальные цеха. При этом получают высокоценные продукты. Например, питательность 1 кг сухого обезжиренного молока в среднем равна 4000 ккал, а 1 кг го-

вяжьего мяса средней упитанности – только 1500 ккал. Особое значение имеет использование побочных продуктов в колхозах и совхозах для выращивания телят, поросят, цыплят. Обрат и пахту лучше скармливать молодняку в виде ацидофилина, простокваши, творога, сквашенных чистыми культурами молочнокислых бактерий. Сыворотку обычно используют в свиноводстве.

Контрольные вопросы:

1. Какие виды молочных консервов производятся?
2. С какой целью в консервировании применяется сахар?
3. Какова схема установки для консервирования молока сахаром?
4. Какие расчеты при этой технологии проводятся?

6. МОРОЖЕНОЕ

6.1. ВИДЫ МОРОЖЕНОГО И СЫРЬЕ ДЛЯ ЕГО ПРОИЗВОДСТВА

Характеристика мороженого. Мороженое – продукт, полученный взбиванием и замораживанием пастеризованной смеси коровьего молока, сливок, сахара, стабилизаторов и наполнителей. Благодаря содержанию молочного жира, белков, углеводов, минеральных веществ и витаминов оно обладает высокой пищевой ценностью и легко усваивается организмом. Мороженое делят на основные и любительские виды. К основным видам относят молочное, сливочное, плодово-ягодное, ароматическое мороженое, пломбир, а также другие виды по СТБ 1467-2004.

Молочное, сливочное мороженое и пломбир вырабатывают на молочной основе без наполнителей и с наполнителями (орехи, кофе, цукаты). Плодово-ягодное мороженое изготавливают на основе следующих составов: массовая доля сухих веществ – 30 % сахара – 27 %. Ароматическое мороженое вырабатывают на основе сахарного сиропа с добавлением пищевых ароматических эссенций, масел и красящих веществ.

При производстве любительских видов мороженого применяют более разнообразные комбинации сырья. К любительским видам относят мороженое, приготовленное на молочной, плодово-ягодной, плодово-овощной основах и пр.

Основным сырьем для выработки мороженого являются молочные продукты (цельное, обезжиренное молоко, сгущенное цельное и обезжиренное с сахаром, сухое цельное молоко, сливки, масло, пахта и др.), сахаристые вещества, ягоды и фрукты. К вспомогательному сырью относят яичные продукты, вкусовые и ароматические вещества, стабилизаторы (агар, желатин и др.)

Физико-химические показатели некоторых видов мороженого. В производстве плодово-ягодного и некоторых видов любительского

мороженого применяют плоды в свежем и консервированном виде, а также соки, джемы.

Стабилизаторы вводят в состав мороженого для увеличения вязкости, взбитости мороженого за счет связывания ими свободной воды. Кроме того, связывание воды стабилизаторами способствует формированию в мороженом более мелких кристаллов льда, лучшему сохранению исходной структуры продукта при хранении. Молочное, сливочное мороженое и пломбир содержат стабилизаторы в количестве 0,3 %, плодово-ягодное – от 0,5 до 0,7 %. Их добавляют в смеси мороженого в виде сухого вещества или водных 10%-ных растворов. Основные показатели физико-химических свойств некоторых видов мороженого приведены в табл. 20.

6.2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА МОРОЖЕНОГО

Производство мороженого включает следующие операции: подготовка сырья, приготовление смеси, фильтрование, пастеризация, гомогенизация (для смесей на молочной основе), охлаждение, хранение, фризирование смеси, фасование, закаливание, дозакаливание мороженого. Смеси для мороженого приготавливают из подготовленного сырья в соответствии с рецептурами, рассчитанными исходя из фактического наличия сырья, его состава и качества. Расчет заключается в определении массы сырья, обеспечивающей требуемый состав смеси по массовой доле жира, СОМО, сахарозы и других частей. Сырье для получения смеси на молочной основе загружают в смесительные ванны в следующей последовательности: жидкие продукты (молоко, сливки, вода), сгущенные молочные продукты, затем сухие молочные продукты, сахар, вкусовые наполнители и стабилизаторы.

Для более полного и быстрого растворения сухих продуктов смесь нагревают до 35–40 °С и тщательно перемешивают. Затем для удаления нерастворившихся частиц и примесей ее фильтруют на дисковых, плоских, пластинчатых фильтрах. После фильтрации смесь поступает на пастеризацию. В пластинчатых пастеризационных установках смесь пастеризуется при температуре 80–85 °С с выдержкой 50–60 с, а в трубчатых – при аналогичной температуре или при температуре 92–95 °С.

По физико-химическим показателям мороженое должно соответствовать требованиям, указанным в табл. 15.

Таблица 15

Физико-химические показатели мороженого

Наименование мороженого	Физико-химические показатели			
	Массовая доля, %			Кислотность, °Т
	жира	сахарозы*, не менее	сухих веществ, не менее	
1	2	3	4	5
Молочное: – нежирное – классическое – жирное	не более 2,0 от 2,5 до 4,0 от 4,5 до 6,0	11,0	25,0	Не более 24, с использованием сухих и сгущенных молочных продуктов – не более 30, с использованием наполнителей и добавок, пищевых кислот и красителей – не более 60
Сливочное: – маложирное – классическое – жирное	от 6,5 до 7,5 от 8,0 до 10,0 от 10,5 до 11,5	11,0	30,0	
Пломбир: – классический – жирный	от 12,0 до 15,0 от 15,5 до 20,0	11,0	35,0	
Кисломолочное: – нежирное – классическое – жирное – высокожирное	не более 2,0 от 2,5 до 4,0 от 4,5 до 6,0 от 6,5 и более	15,0	25,0	Не более 100
Сывороточное	–	15,0	20,0	Не более 100
Фруктово-ягодное	–	20,0	23,0	Не более 80
Ароматическое	–	20,0	20,0	Не более 80

Продолжение табл. 15

1	2	3	4	5
Щербет: – классический – жирный	от 1,0 до 4,0 от 5,0 до 7,5	20,0	25,0	Не более 80
Сорбет	не более 1,0	20,0	23,0	Не более 80
Молочно-растительное: – нежирное – нормальной жирности – жирное	не более 2,0 от 2,5 до 4,0 от 4,5 до 6,0	11,0	25,0	Не более 24, с использованием сухих и сгущенных молочных продуктов – не более 30, с использованием наполнителей и добавок, пищевых кислот и красителей – не более 60
Сливочно-растительное: – маложирное – нормальной жирности – жирное	от 6,5 до 7,5 от 8,0 до 10,0 от 10,5 до 15,0	11,0	30,0	
Растительно-молочное: – нежирное – нормальной жирности – жирное	не более 2,0 от 2,5 до 4,0 от 4,5 до 6,0	11,0	25,0	
Растительно-сливочное: – маложирное – нормальной жирности – жирное	от 6,5 до 7,5 от 8,0 до 10,0 от 10,5 до 15,0	11,0	30,0	

1	2	3	4	5
С растительным жиром: – маложирное – нормальной жирности – жирное	от 2,0 до 3,5 от 4,0 до 6,0 от 6,5 до 10,0	11,0	25,0	
Щербет с растительным жиром: – нормальной жирности – жирный	от 1,0 до 4,0 от 5,0 до 7,5	20,0	25,0	Не более 80
Пищевой (ароматический) лед	–	20,0	20,0	Не более 80
Фруктовый лед	–	20,0	23,0	Не более 80
* В мороженом с использованием сахара контролируют массовую долю сахарозы, в мороженом с использованием сахаристых веществ (глюкозы, глюкозных и фруктозных сиропов, патоки и др.) контролируют массовую долю общего сахара (кроме лактозы), в мороженом с использованием сахарозаменителей контролируют массовую долю сахарозаменителей.				
Примечания: 1. Массовая доля сухих веществ стабилизаторов, эмульгаторов, ароматизаторов, красителей не учтена в массовой доле сухих веществ мороженого. 2. Массовые доли жира, сахарозы и сухих веществ в мороженом указаны без учета массовых долей жира, сахарозы и сухих веществ вафельных изделий (печенья), глазури (оболочки), декорозлементов и добавок для мороженого.				

Для улучшения структуры мороженого и уменьшения отстаивания жира при фризеровании проводится гомогенизация при температуре, близкой к температуре пастеризации. При одноступенчатой гомогенизации применяют давление от 12,5 до 15 МПа для молочной смеси, от 0 до 12,5 МПа – для сливочной смеси и от 7 до 9 МПа – для пломбира. Пастеризованная и гомогенизированная смесь охлаждается до 4–6 °С не более 24 ч. Хранение или созревание является обязательной стадией для смесей мороженого, приготовленных с использованием желатина как стабилизатора. Такие смеси выдерживают при температуре не выше 6 °С в течение 4–12 ч, чтобы повысить их вязкость. Смесей, приготовленных с иными стабилизаторами, хранить необязательно. Затем смесь поступает на фризерование (рис. 15).

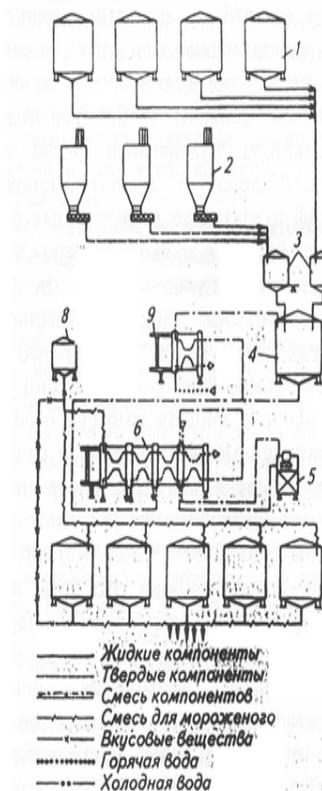


Рис. 15. Схема поточной технологической линии производства смесей для мороженого:

1 – емкость для хранения жидких компонентов; 2 – бункер для хранения твердых компонентов; 3 – бункеры весовые; 4 – емкость для смешивания; 5 – гомогенизатор; 6 – пластинчатая пастеризационная установка; 7 – емкость для хранения и созревания смеси; 8 – емкость для вкусовых веществ; 9 – пластинчатый теплообменник

При фризеровании одновременно происходит насыщение воздухом (взбивание) и частичное замораживание смеси. Во фризере смесь охлаждается хладагентом до криоскопической температуры (от минус 2,3 до минус 4,5 °С), затем начинается ее замерзание. В результате перемешивания смесью захватывается воздух, который распределяется в продукте в виде мельчайших пузырьков и способствует увеличению объема смеси. Чем ниже

температура хладагента во фризере и интенсивнее перемешивание, тем быстрее и мельче образуются кристаллы льда. Во время фризирования начинается формирование структуры мороженого. Процесс фризирования проводят до тех пор, пока не получится мороженое требуемой температуры и взбитости. Для молочного мороженого, вырабатываемого на фризерах периодического действия, взбитость составляет 50 %, для сливочного и пломбира – 60, для плодово-ягодного – 40 %, а температура должна быть не выше минус 3,5 °С. Взбитость весового мороженого, вырабатываемого на фризере непрерывного действия, от 60 до 120 %.

Мороженое, кроме мягкого, после фризирования и фасования подвергается дальнейшему замораживанию, то есть закаливанию в морозильных аппаратах с температурой воздуха от минус 20 до минус 37 °С. Весовое и мелкофасованное мороженое при отсутствии морозильных аппаратов закаливают в морозильных камерах с температурой воздуха не выше минус 20 °С. После закаливания в мороженом кристаллы льда должны быть не более 80 мкм, а температура – не выше минус 12 °С для весового мороженого и не выше минус 10 °С для фасованного.

Перед помещением в камеру для хранения фасованное мороженое дозакаливается в закалочных камерах. Продолжительность дозакаливания фасованного мороженого составляет 24–36 ч.

Производство плодово-ягодного и ароматического мороженого отличается лишь операцией приготовления сахарного раствора и плодово-ягодной смеси. Сахарный раствор пастеризуют при температурах (85 ± 2) °С или (75 ± 2) °С с выдержкой, соответственно, (10 ± 2) или (30 ± 2) мин. Затем приготавливают плодово-ягодную смесь, добавляют к ней сахарный раствор, стабилизатор и пастеризуют при режимах, указанных выше. Полученную смесь охлаждают до 2–6 °С, а остальные операции проводят, как изложено выше.

С целью расширения ассортимента вырабатывают мягкое мороженое, обладающее кругообразной консистенцией, невысокой взбитостью (40–60 %) и температурой от минус 5 до минус 7 °С. Это мороженое не закаливают и отпускают потребителю сразу из фризера. Для приготовления мягкого мороженого используют восстановленные смеси, приготавливаемые из сухих смесей для мороженого.

6.3. ПОРОКИ МОРОЖЕНОГО

Согласно стандартам молоко и молочные продукты должны иметь чистые запах и вкус, однородную консистенцию. Отклонения или изменения органолептических и физико-химических показателей молочных продуктов рассматриваются как пороки вкуса, запаха, консистенции. Эти пороки могут быть разного происхождения: микробиологического (кислый, плесневелый, прогорклый вкус), химического (металлический окисленный вкус), технологического (пригорелый, водянистый вкус, жидкая и резиновая консистенция) и постороннего (кормовой, рыбный, затхлый вкус).

Плесневелый и дрожжевой вкус обусловлен деятельностью плесневых грибов и дрожжей. В результате роста указанных групп микроорганизмов возникают пороки не только вкуса, но и консистенции молочных продуктов.

Для предотвращения указанных пороков необходимо соблюдать режимы охлаждения молока и санитарной обработки оборудования, а также санитарно-гигиенические условия производства. Предупредительной мерой является и строгий контроль сырья, заквасок и производства по микробиологическим показателям.

Металлический и окисленный вкус молочные продукты приобретают в результате окисления жирных кислот и фосфатидов под действием кислорода и катализаторов (света, меди). В целях предупреждения необходимо применять дезодорацию и вакуумную обработку для удаления свободного кислорода, не допускать загрязнения молока. Для того чтобы предупредить прогоркание молока, необходимо правильно конструировать аппаратуру для доения и хранения молока, не допускать чрезмерного перемешивания, а также замораживания и оттаивания продукта, способствующих появлению свободного жира.

Кормовой, рыбный, чесночный, бензиновый и другие посторонние привкусы и запахи появляются в результате абсорбции вкусовых и ароматических веществ, попавших из кормов при дойке, транспортировании и хранении молока. Меры предупреждения – это скармливание животным доброкачественного корма, строгий подбор сырья, исключение попадания ароматических веществ в молоко.

Пороки вкуса и запаха мороженого на молочной основе могут быть приобретены от молочных продуктов и ароматических ингредиентов, а пороки консистенции обусловлены спецификой технологии.

Неоднородная и песчаная консистенция вызвана наличием крупных воздушных клеток, кристаллов льда и лактозы. Плохая эластичность мороженого получается при высоком содержании в нем воздуха и недостатке стабилизатора и сухих веществ. Твердая или влажная консистенция возникает из-за недостаточного количества воздуха и избытка сухих веществ. Крошливая консистенция мороженого связана с нарушением процессов приготовления стабилизаторов и созревания смеси. Пороки цвета мороженого (интенсивная, неоднородная) связаны с нарушением дозы красящих веществ и недостаточным перемешиванием смеси. Для устранения пороков консистенции, цвета и вкуса мороженого следует строго соблюдать технологические режимы и санитарно-гигиеническое состояние производства.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Занятие 9. Определение степени фальсификации молока

Цель занятия: освоить методы определения степени фальсификации молока.

Молоко считается фальсифицированным, если в него добавлены посторонние вещества или удален жир.

Различают характер фальсификации (вещества, добавленные в молоко) и степень фальсификации (какое количество посторонних веществ добавлено).

Для определения характера и степени фальсификации необходимо знать содержание жира, сухого вещества и сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), а также плотность в стойловой и исследуемой пробах молока.

Изменения в молоке, происходящие при фальсификации, зависят от ее характера.

Наиболее частые случаи фальсификации молока:

- разбавление водой;
- прибавление обезжиренного молока или снятие сливок;
- одновременное добавление обезжиренного молока и воды (двойная фальсификация);
- прибавление соды, крахмала, формалина и т. п.

Степень фальсификации рассчитывается по соответствующим формулам.

Разбавление молока водой. При добавлении в молоко воды понижаются содержание сухого вещества, СОМО, жира и плотность.

Степень фальсификации рассчитывают по формуле:

$$B = \frac{СОМО - СОМО_1}{СОМО} \cdot 100\%,$$

где В – количество добавленной воды, %;

СОМО – сухой обезжиренный молочный остаток стойловой пробы, %;

СОМО₁ – сухой обезжиренный молочный остаток исследуемой пробы, %.

Если правильно взята стойловая проба и правильно выполнены анализы, то можно обнаружить добавление воды до 1%.

Косвенно можно судить о степени фальсификации молока водой по плотности, учитывая, что она понижается примерно на 3 °А (градуса ареометра) на каждые 10 % прибавленной воды.

Существуют также химические способы обнаружения воды в молоке. К их числу относится нитратная проба.

Нитратная проба основывается на том, что колодезная, речная и прудовая вода, как правило, содержит нитраты (соли азотной кислоты), а в натуральном молоке их нет.

Порядок выполнения работы

В одну пробирку влить 1,5–2,0 мл концентрированной химически чистой серной кислоты. В другую пробирку взять 1,5–2,0 мл молока, добавить каплю формалина, размешать и осторожно по стенке перенести молоко в пробирку с кислотой. Осмотреть содержимое пробирки. Если на границе соприкосновения кислоты и молока образуется сине-фиолетовое кольцо, значит, в молоко добавлена вода.

Прибавление обезжиренного молока (обрата) или подсытие сливок. При добавлении обезжиренного молока или подсытии части сливок плотность молока повышается, содержание жира и сухого вещества снижается, а СОМО не изменяется или слегка повышается. Степень фальсификации обезжиренным молоком рассчитывают по формуле:

$$\phi = \frac{Ж - Ж_1}{Ж} \cdot 100\%,$$

где O – количество прибавленного обезжиренного молока, %;
 $Ж$ – содержание жира в стойловой пробе, %;
 $Ж_1$ – содержание жира в исследуемой пробе, %.

Двойная фальсификация. При добавлении к молоку воды и обезжиренного молока снижается содержание сухого вещества, СОМО, жира, а плотность не изменяется или незначительно отклоняется в зависимости от соотношения добавленных компонентов.

При установлении степени этой фальсификации применяют следующие формулы:

$$D = 100 - \left(\frac{Ж_1}{Ж} \cdot 100 \right); \quad B = 100 - \left(\frac{СОМО_1}{СОМО} \cdot 100 \right); \quad O = D - B$$

где D – общее количество воды и обезжиренного молока, %;
 $Ж_1$ – жир исследуемой пробы, %;
 $Ж$ – жир стойловой пробы, %;
 B – количество воды, прибавленной к молоку, %;
 $СОМО$ – сухой обезжиренный молочный остаток исследуемой пробы, %;
 $СОМО_1$ – сухой обезжиренный молочный остаток стойловой пробы, %;
 O – количество прибавленного обезжиренного молока, %.

Контрольные вопросы:

1. Что такое фальсификация молока?
2. Как определяется фальсификация молока водой?
3. Как определяется фальсификация молока обратом или подснятием сливок?
4. Что такое двойная фальсификация?
5. Как определяется двойная фальсификация молока?

Занятие 10. Определение посторонних веществ в молоке

Цель занятия: освоить методы определения посторонних веществ в молоке.

Определение соды. В пробирке смешать равные объемы молока и 0,2%-го раствора розоловой кислоты. В присутствии соды молоко окрасится в малиново-красный цвет, а без соды – в оранжевый.

Определение крахмала. В пробирке смешать 5 мл молока и 3 капли спиртового раствора йода. В присутствии крахмала молоко окрасится в синий цвет, а без него – в бледно-желтый.

Определение формалина. В пробирку отмерить 2 мл смеси кислот (на 100 мл серной кислоты плотностью 1,82 добавить 1 каплю азотной кислоты плотностью 1,30), затем осторожно, не допуская смешивания, по стенке добавить 2 мл молока. При наличии формалина на границе соприкасающихся жидкостей образуется фиолетовое кольцо, а при отсутствии – желто-коричневое.

Контрольные вопросы:

1. Как определяется содержание соды в молоке?
2. Как определяется содержание крахмала в молоке?
3. В чем состоит сущность метода определения формалина в молоке?

ЛИТЕРАТУРА

1. Машины и аппараты пищевых производств : учебник / С. Т. Антипов [и др.] ; под ред. В. Н. Панфилова, В. Я. Груданова. Минск : БГАТУ, 2007. 420 с.
2. Технология молока и молочных продуктов : учебник / Г. Н. Крусъ [и др.] ; под ред. А. М. Шалыгиной. М. : КолосС, 2007. 465 с.
3. Шалыгина, А. М. Общая технология молока и молочных продуктов : учебник / А. М. Шалыгина, Л. В. Калинина ; под ред. Е. Н. Соколовой. М. : КолосС, 2007. 200 с.
4. Крусъ, Г. Н. Методы исследования молока и молочных продуктов : учебник / Г. Н. Крусъ, А. М. Шалыгина, З. В. Волокитина ; под ред. А. М. Шалыгиной. М. : КолосС, 2002. 368 с.
5. Технология производства и переработки продукции животноводства / М. В. Шалак [и др.] ; под ред. М. В. Шалака. Минск : Ураджай, 2000. 194 с.
6. Горбатова, К. К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов / К. К. Горбатова. СПб. : ГИОРД, 2004. 352 с.
7. Степаненко, П. П. Микробиология молока и молочных продуктов : учебник / П. П. Степаненко. М. : КолосС, 2006. 414 с.
8. СТБ 1744-2007. Молоко и продукты переработки молока. Термины и определения.
9. СТБ 1373-2003. Сыры сычужные твердые. Технические условия.
10. СТБ 1598-2006. Молоко коровье. Требования при закупках.
11. СТБ 1746-2007. Молоко питьевое. Общие технические условия.
12. СТБ 315-2007. Творог. Общие технические условия.
13. СТБ 1748-2007. Продукты маслоделия и сыроделия. Термины и определения.
14. СТБ 1467-2004. Мороженое. Общие технические условия.
15. СТБ 1980-2008. Масло из коровьего молока. Общие технические условия.
16. СТБ 1887-2006. Сливки питьевые. Общие технические условия.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИТЬЕВОГО МОЛОКА	8
1.1. Сбор, приемка и обработка молока.....	8
1.2. Механическая обработка молока.....	13
1.3. Тепловая обработка молока.....	16
1.4. Технология производства питьевого молока на молочных заводах.....	19
Лабораторно-практические занятия.....	24
2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СЛИВОЧНОГО МАСЛА	36
2.1. Характеристика сливочного масла, сырья для маслоделия.....	36
2.2. Технология производства масла способом сбивания сливок.....	44
2.3. Технология производства масла способом преобразования высокожирных сливок.....	50
2.4. Особенности технологии производства отдельных видов масла.....	53
2.5. Подготовка масла к реализации.....	58
2.6. Оценка качества и пороки сливочного масла.....	60
Лабораторно-практическое занятие.....	64
3. ТЕХНОЛОГИЯ СЫРОДЕЛИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЫРА	69
3.1. Характеристика сыров и сырья для сыроделия, состав и свойства сыра.....	69
3.2. Подготовка молока к выработке сыра.....	73
3.3. Подготовка молока к свертыванию.....	76
3.4. Получение и обработка сгустка.....	77
3.5. Формование, прессование и посолка сыра.....	82

3.6. Созревание сыра.....	92
3.7. Подготовка сыра к реализации.....	97
Лабораторно-практические занятия.....	103
4. ТВОРОГ И ТВОРОЖНЫЕ ПРОДУКТЫ.....	106
4.1. Технология производства творога.....	106
4.2. Творожные продукты.....	115
Лабораторно-практическое занятие.....	117
5. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА	
МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ	119
5.1. Общий технологический процесс	
производства молочных консервов.....	119
5.2. Сгущенные молочные консервы.....	123
5.3. Сухие молочные продукты.....	129
Лабораторно-практическое занятие.....	134
6. МОРОЖЕНОЕ.....	139
6.1. Виды мороженого и сырье для его производства.....	139
6.2. Технологический процесс производства мороженого	140
6.3. Пороки мороженого.....	146
Лабораторно-практические занятия.....	147
ЛИТЕРАТУРА.....	151

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Учебное издание

Бренч Андрей Александрович, **Ветров** Владимир Степанович

**ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ
ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА**

Часть 1

**ПЕРЕРАБОТКА МОЛОКА
И ПРОИЗВОДСТВО МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск *В. Я. Груданов*

Редактор *Т. В. Каркоцкая*

Компьютерная верстка *Д. О. Хмелевской*

Подписано в печать 12.12.2011 г. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 9,07. Уч.-изд. л. 7,10. Тираж 100 экз. Заказ 1073.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования

«Белорусский государственный аграрный технический университет».

ЛИ № 02330/0552984 от 14.04.2010.

ЛП № 02330/0552743 от 02.02.2010.

Пр-т Независимости, 99-2, 220023, Минск.