

**Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации**

Технологический институт-филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

М.М. Гафин

**ТЕХНОЛОГИЯ ЦЕЛЬНОМОЛОЧНОЙ И КИСЛОМОЛОЧНОЙ
ПРОДУКЦИИ**

краткий курс лекций



гДмитровград - 2021

УДК 637.1
ББК 36.9

Гафин М.М. Технология цельномолочной и кисломолочной продукции: краткий курс лекций /, Гафин - Димитровград: Технологический институт – филиал УлГАУ, 2021.- 65 с.

Рецензенты: Шигапов Ильяс Исхакович, доктор технических наук, доцент кафедры «Технология производства, переработки и экспертизы продукции АПК» Технологического института – филиала ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Технология цельномолочной и кисломолочной продукции: краткий курс лекций предназначен для подготовки бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции».

Утверждено
на заседании кафедры «Технология производства,
переработки и экспертизы продукции АПК»
Технологического института – филиала
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ,
протокол № 10 от 11 мая 2021г.

Рекомендовано
к изданию методическим советом Технологического
института – филиала
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ
Протокол № 10 от 11 мая 2021г.

© Гафин М.М. 2021

© Технологический институт – филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, 2021

Лекция 1

1. Введение и задачи дисциплины.
2. Ассортимент выпускаемой продукции.

Питание обеспечивает основные жизненные функции организма. Молоко и молочные продукты занимают существенное место в пищевом рационе человека.

По данным Института питания РАМН, человек должен потреблять за год 392 кг молока и молочных продуктов. В 1990 г. в России эта величина составила 382 кг. Сегодня эта цифра значительно ниже.

Первостепенное значение приобретает проблема улучшения структуры питания людей за счет увеличения доли продуктов массового потребления высокой пищевой и биологической ценности, функциональной направленности (рис. 1).

Стратегия развития пищевой промышленности, в том числе молочной, определена Концепцией государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2010 года. При этом главное внимание обращено на качество пищевых продуктов и их соответствие медико-биологическим требованиям.

Среди тенденций развития молочного рынка можно выделить три основные направления: продукты, имеющие более продолжительный срок хранения, продукты наибольшего спроса и функциональные молочные продукты.

В нашей стране и за рубежом произошли значительные изменения в технологии производства цельномолочной продукции, расширился ассортимент, внедрены новые способы ее обработки. Вновь разработанные технологии дают возможность покупателю выбирать продукт, соответствующий его потребительским предпочтениям и материальным возможностям.

Рост цельномолочной продукции в пересчете на молоко за рассматриваемый период составил 54 %.

Основными критериями при выборе молока являются:

Вкусовые качества – 89 %

Собственный опыт – 65 %

Жирность – 62 %

Срок хранения – 54 %

Литраж – 42 %

Привычка покупать определенную марку – 34 %

Удобство упаковки – 22 %

Цена – 20 %

Известность марки – 12 %

Советы знакомых – 12 %

Реклама – 6 %

Большинство россиян – 74 % от числа опрошенных покупают молоко не реже 1 раза в неделю, при этом 33 % покупают молоко 2-3 раза в неделю, 21 % - каждый день, а 20 % - 1 раз в неделю.

805 респондентов покупают пастеризованное молоко

15 % - предпочитают стерилизованное

4 % топленое

1 % - десертное

Молоко пониженной жирности предпочитают 20 %

От 2,5 до 3,2 % жирности – 75 %

С м.д.ж. : % - 5 % от числа опрошенных.

По видам упаковки

Картонные пакеты – 68 % опрошенных

Полиэтиленовые пакеты – 14 %

Пластиковые бутылки – 6 %

Стеклянные бутылки – 4 %

Пластиковые кувшины – 3 %

Кроме обычного молока в последнее время на рынке все большим спросом пользуется ароматизированное молоко. Наиболее популярными вкусами ароматизированного молока являются клубничный и шоколадный, доля

предпочитающих ванильное молоко немного меньше.

Безусловные марки-лидеры этого сегмента – «Мажитель», «Чудо» (Чудо – молоко), «Чудо-шоколад», «Чудо-коктейль»), «Рыжий Ап» и Nesquik.

Развитие данного сектора рынка происходит по 2 направлениям:

Продукция, ориентированная на детей - «Рыжий Ап», Nesquik, «Чудо» и на людей, стремящихся вести здоровый образ жизни: серия продуктов Neo – сокосодержащие напитки «Мажитель» и Joy-Fit.

Современное производство молочных продуктов – сложный комплекс последовательно выполняемых взаимосвязанных химических, физико-химических, микробиологических, биохимических, биотехнологических, теплофизических и других процессов.

Технология – это наука о способах воздействия на сырье, материалы или полуфабрикаты соответствующими орудиями производства и о закономерностях происходящих в сырье процессов при его превращении в готовый продукт. Сущность технологии заключается в рассмотрении основных принципов и схем производства в совокупности с множеством сопряженных друг с другом явлений и процессов, происходящих под влиянием технологических факторов.

Основная задача технологии и используемого технологического оборудования – максимально сохранить пищевую и биологическую ценность исходного сырья.

молочный продукт: Пищевой продукт, изготавливаемый из молока и/или его составных частей и/или вторичного молочного сырья без использования в нем не молочных жира и белка.

Примечания

1. Молочный продукт изготавливают из натурального, нормализованного, восстановленного, рекомбинированного, замороженного молока и / или их смесей.
2. Допускается добавление пищевых добавок, фруктов, овощей и продуктов их переработки.

3. К составным частям молока относят молочный жир, молочный белок, молочный сахар, ферменты молока, витамины молока, соли молока.

молочкосодержащий продукт: Пищевой продукт, изготавливаемый из молока и / или его составных частей, и/или вторичного молочного сырья и жиров и/или белков, и/или ингредиентов немолочного происхождения с массовой долей сухих веществ молока в сухих веществах продукта не менее 25%.

молоко: Продукт нормальной физиологической секреции молочных желез коровы, овцы, козы, верблюдицы, буйволицы, кобылы, полученный от одного или более животных от одного или нескольких доений.

Примечание — В зависимости от вида животного молоко называют «коровье молоко», «козье молоко», «овечье молоко» и т. д.

питьевое молоко: Пресный молочный продукт массовой долей жира не более 9,5%, изготавливаемый из молока без добавления немолочных компонентов, подвергнутый термообработке.

Примечание — В зависимости от термообработки питьевое молоко называют «термизированное молоко», «пастеризованное молоко», «топленое молоко», «стерилизованное молоко», «ультравысокотемпературно-обработанное молоко».

сливки: Пресный молочный продукт с массовой долей жира 10,0 % и более, изготавливаемый из молока, представляющий собой дисперсную систему «жир в воде», без добавления немолочных компонентов.

натуральное молоко (Ндп. натуральный продукт): Молоко-сырье без извлечений и добавок молочных и немолочных компонентов.

Примечание — Допускается очистка молока от механических примесей и охлаждение до температуры $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

нормализованное (-ые) молоко [сливки]: Молоко [сливки], значения массовой доли жира, и/или белка, и/или сухого обезжиренного молочного остатка которого или их соотношения приведены в соответствие с нормами, установленными в нормативных или технических документах.

восстановленное (-ый) молоко [молочный, молокосодержащий продукт]: Молоко [молочный, молокосодержащий продукт], изготовляемое (-ый) из концентрированного, сгущенного или сухого молока [молочного, молокосодержащего продукта] и воды.

рекомбинированное (-ый) молоко [молочный, молокосодержащий продукт]: Молоко [молочный, молокосодержащий продукт}, изготовляемое (-ый) из отдельных частей молока [молочного, молокосодержащего продукта] и воды.

Лекция № 2

1. Питьевое молоко и сливки.
2. Пищевая и биологическая ценность пастеризованного молока и сливок.
3. Характеристика продуктов.
4. Технология питьевого пастеризованного молока и сливок.

Технология питьевого молока

Популярным продуктом питания является питьевое молоко. В соответствии с ГОСТ Р 52738, питьевое молоко это молочный продукт с массовой долей жира не более 9,0%, изготовленный из сырого молока и/или молочных продуктов, термически обработанный, как минимум пастеризацией.

Производство питьевого молока в России, в общем, характеризуется достаточно стабильным уровнем. При этом в последнее время отмечается прирост объемов производства на 1,6–1,7% в год.

Питьевое молоко по массовой доле жира может быть ненормализованное (натуральное, цельное без добавления обезжиренного молока или без частичного сепарирования и не содержащее каких-либо наполнителей или добавок), нормализованное (с добавлением обезжиренного молока или сливок для установления требуемой массовой доли жира, наполнителей и добавок), обезжиренное (полученное сепарированием натурального цельного молока).

В соответствии с ГОСТ Р 52090, питьевое молоко в зависимости от молочного сырья производится:

- из натурального молока;
- из нормализованного молока;
- из восстановленного молока;
- из рекомбинированного молока;
- из их смесей.

В зависимости от режима тепловой обработки питьевое молоко подразделяется на:

- пастеризованное;
- топленое;
- стерилизованное;
- УВТ-обработанное;
- УВТ-обработанное стерилизованное.

В зависимости от диапазона массовой доли жира питьевое молоко определяется как:

- обезжиренный продукт (массовая доля жира не более 0,1%);
- нежирный продукт (массовая доля жира от 0,3 до 1,0%);
- маложирный продукт (массовая доля жира от 1,2 до 2,5%);
- классический продукт (массовая доля жира от 2,7 до 4,5%);
- жирный продукт (массовая доля жира от 4,7 до 7,0%);
- высокожирный продукт (массовая доля жира от 7,2 до 9,5%).

По виду добавок и наполнителей – белковое, витаминизированное (с добавлением витамина С), молоко с какао, молоко с кофе и др.; по виду упаковки – пастеризованное во флягах или цистернах, пастеризованное или стерилизованное в бутылках или пакетах

Пастеризованное молоко: молоко, подвергнутое термической обработке и соответствующее требованиям санитарной безопасности, установленным нормативными правовыми актами Российской Федерации, предъявляемым к пастеризованным продуктам.

Предприятиями молочной промышленности в вырабатывается молоко пастеризованное со сроком хранения не более 36 ч. Его выпускают нежирным и с массовой долей жира 1,5; 2,5; 3,2; 3,5; 3,8 и 6,0%; топленым нежирным и с массовой долей жира 1,0; 4,0 и 6,0%; белковым с массовой долей жира 1,5; 2,5 и 3,2%; восстановленным и с наполнителями (кофе или какао), согласно действующей нормативной документации (табл.1.1).

Пастеризованное молоко представляет собой однородную жидкость белого цвета, без осадка, с легким желтоватым оттенком. Топленое молоко имеет кремовый, а нежирное – легкий синеватый оттенок. Отстой сливок не

допускается для топленого молока с массовой долей жира 3,5%. Пастеризованное коровье молоко имеет чистые, без посторонних, не свойственных свежему молоку привкусов и запахов. Молоко, выработанное с применением сухих молочных продуктов, имеет сладковатый привкус.

Схема и режимы проведения технологических операций для производства этого продукта представлены на рис. 1.1.

Технологический процесс начинается с приемки цельного молока. Высокое качество питьевого молока и стойкость его при хранении обуславливается высоким качеством сырья. Сырьем для выработки различных видов питьевого молока служит молоко цельное не ниже II сорта, согласно ГОСТ Р 52054, кислотностью не выше 19 °Т, плотностью не менее 1024 кг/м³Т; молоко цельное сухое высшего сорта распылительной сушки по ГОСТ 4495; сливки сухие высшего сорта распылительной сушки по ГОСТ 1349; пахта, полученная при производстве сладкосливочного масла, с кислотностью не более 17 °Т; молоко обезжиренное кислотностью не более 19 °Т; сливки из коровьего молока с массовой долей жира не более 30%, кислотностью плазмы не выше 24³.

Каждую принимаемую партию молока перемешивают и отбирают из нее пробу для определения кислотности, плотности и содержания массовой доли жира.

Для получения продукта высокого качества важно как можно быстрее охладить получаемое сырье для предотвращения развития микрофлоры, накопления молочной кислоты и, как следствие, нарастания кислотности молока цельного. Наиболее часто в промышленности используются пластинчатые охладители, которые позволяют в потоке снизить температуру молока до 6-8 °С. При этом в сыром молоке изменяется содержание аминного азота, увеличивается вязкость, снижается термоустойчивость. Особенно возрастает роль охлаждения при необходимости резервирования сырья. Хранение молока от 30 мин до 1 ч отрицательно не сказывается на качестве продукта.

Нормализация

Отобранное по качеству молоко нормализуют по массовой доле жира. Нормализацию проводят двумя способами: смешением и в потоке. В соответствии с инструкциями для получения продукта, стандартного по массовой доле жира, нормализацию проводят следующим образом:

- добавляют к цельному молоку обезжиренное молоко, пахту или их смесь, если массовая доля жира нормализованного молока меньше массовой доли жира цельного;
- сепарируют часть молока в сепараторах-сливко-отделителях-нормализаторах с целью отбора сливок или обезжиренного молока;
- добавляют к цельному молоку сливки, если массовая доля жира нормализованного молока выше, чем цельного.

При растворимости сухого обезжиренного молока, сухой пахты, сухого цельного молока и сливок менее 100% их массу увеличивают с расчетом на пополнение нерастворившейся части.

Сухое молоко растворяется в воде при температуре 38-42 °С. Растворенное молоко направляется на дальнейшую обработку для очистки от крупных нерастворившихся комочков. Для этого его пропускают через металлическое сито с отверстиями диаметром не более 3 мм.

Сухие сливки восстанавливаются в воде, температура которой 38–42 °С при этом на одну часть массы сухих сливок берут две или три части массы воды. Полученная смесь сначала гомогенизируется при давлении 10 МПа и температуре 55–60 °С, а затем охлаждается до 5–8 °С непосредственно после растворения и выдерживается при этой температуре не менее 3–4 ч в целях набухания белков, устранения водянистого вкуса и достижения требуемой плотности.

Приготовление смеси для выработки пастеризованного молока из сухих молочных продуктов осуществляют и по рецептурам

Молоко топленое - молочный продукт, подвергнутый термической обработке при температуре от 85 °С до 99 °С с выдержкой не менее 3 ч. до

достижения специфических органолептических показателей (ГОСТ Р 52738). При выработке топленого молока нормализация молока проводится с учетом выпаривания влаги при топлении ($J_{\text{нм}} = J_{\text{пр}} - 0,15$). Нормализованная смесь нагревается до температуры 95–99 °С, затем выдерживается в емкостях в течение 3–4 ч при выработке топленого молока 4- и 6%-ной жирности и в течение 4–5 ч при выработке топленого молока 1%-ной жирности и нежирного, до появления в молоке светло-кремового цвета. При выдержке молока через каждый час на 2–3 мин включают мешалку для предотвращения образования на поверхности молока слоя, состоящего из белка и жира. После процесса топления молоко сначала охлаждается в резервуаре до 40 °С, а затем подается на охладитель.

Молоко белковое. Приготовление смеси для выработки молока белкового осуществляют в соответствии с рецептурами. При выработке белкового молока сухое цельное или обезжиренное молоко растворяется в небольшом количестве нормализованного по массовой доле жира молока, температура которого 38–45 °С, фильтруется и добавляется при перемешивании в нормализованное молоко перед пастеризацией.

Молоко „Волжское”. Вырабатывают из нормализованного пастеризованного молока 2%-ной жирности с добавлением белково-углеводной основы по ТУ 49 917.

Сухая белково-углеводная основа восстанавливается до массовой доли сухих веществ $(11 \pm 1)\%$ водой, подогретой до (35 ± 3) °С.

Массу воды В (в кг на 1 т восстановленной смеси), необходимую для растворения сухой основы, рассчитывают по формуле:

$$V = (C_{\text{п}} - C_{\text{см}}) 100 / (C_{\text{п}} - 1),$$

где $C_{\text{п}}$ – массовая доля сухих веществ сухой белково-углеводной основы, %;

$C_{\text{см}}$ – массовая доля сухих веществ в восстановленной смеси, %.

Плотность белково-углеводной основы составляет 1032 кг/м³.

Белково-углеводную основу вносят в нормализованную смесь перед пастеризацией.

Приготовление смеси осуществляют в соответствии с рецептурами, Молоко нормализуют в потоке в сепараторах-нормализаторах либо путем сепарирования части цельного молока в сепараторах-сливкоотделителях для отбора сливок (если массовая доля жира нормализованного молока меньше, чем цельного) или обезжиренного молока (если массовая доля жира нормализованного молока больше, чем цельного).

Масса отбираемых сливок $M'_{сл}$ или обезжиренного молока M'_o при нормализации составляет:

$$M'_{сл} = M_M (J_M - J_H) / (J_{сл} - J_H);$$

$$M'_o = M_M (J_H - J_M) / (J_H - J_o),$$

где M_M – масса цельного молока, кг.

При использовании сепараторов-нормализаторов молоко вначале подают в секцию рекуперации пластинчатой пастеризационно-охладительной установки для подогрева, затем в сепаратор-нормализатор. Нормализованное до заданной массовой доли жира молоко направляют в секцию пастеризации, а затем в секцию охлаждения пастеризационно-охладительной установки.

В случае применения сепараторов-сливкоотделителей одну часть молока, подогретого в секции рекуперации пастеризационно-охладительной установки, направляют в сепаратор-сливкоотделитель, а другую – в сепаратор-молокоочиститель. Обезжиренный продукт на выходе из сепаратора-сливкоотделителя смешивается в потоке с цельным молоком, поступающим в трубопровод из молокоочистителя. Нормализованная смесь далее поступает в секции пастеризации и охлаждения пластинчатой пастеризационно-охладительной установки.

Молоко рекомендуется нормализовать перед пастеризацией. Однако известны и другие варианты, когда молоко с повышенной массовой долей жира после пастеризации смешивают с горячим пастеризованным обезжиренным молоком.

Очистка

Молоко, предназначенное для производства питьевого молока, должно быть

очищено от посторонних примесей и микроорганизмов, которые снижают качество продуктов и затрудняют дальнейшую обработку молока механическими и тепловыми приемами. Эффективным способом очистки молока цельного является очистка на сепараторах-молокоочистителях. В сепараторной слизи вместе с механическими примесями оседают белковые частицы, фосфатиды, жировые шарики размером менее 1,5–2 мкм, лейкоциты и микроорганизмы.

В результате центробежной очистки получается молоко I группы чистоты, количество бактерий снижается на 50–80%, и качество молока повышается на один класс по редуктазной пробе.

Центробежной очисткой на сепараторах-молокоочистителях нельзя добиться полного удаления микроорганизмов из цельного молока. Эффект бактериальной очистки до 99,9% дает бактофугирование молока после тепловой обработки при 70–72 °С

Вопросы для самоконтроля.

Лекция 3

1. Технологические схемы производства.
2. Обоснование режимов тепловой обработки и гомогенизации.
3. Виды упаковки, способы упаковывания и режимы хранения.
4. Особенности технологии рекомбинированного молока.

Гомогенизация

В производстве молока пастеризованного для повышения однородности и улучшения его стойкости при хранении применяется процесс гомогенизации. Количество и размер жировых шариков в молоке непостоянны и зависят от породы, условий кормления и содержания, стадии лактации, возраста животного и целого ряда других факторов. В среднем в 1 см³ молока цельного находится около 3 млрд жировых шариков. Размеры жировых

шариков колеблются в широких пределах от 0,1 до 20 мкм.

В процессе производства молока пастеризованного молочный жир в основном сохраняет свои исходные состав и свойства. Тепловое и механическое воздействия не вызывают существенных изменений жировой фазы молока.

Нормализованное по массовой доле жира и очищенное молоко гомогенизируют при давлении $(12,5 \pm 2,5)$ МПа и температуре 45–70 °С. Гомогенизацию нормализованного молока можно проводить отдельно. Для этого нормализованное молоко, подогретое до температуры 55–65 °С, сепарируют. Полученные сливки с массовой долей жира 16–20% гомогенизируют на двухступенчатом гомогенизаторе при давлении на первой ступени 8–10 МПа и на второй – 2–2,5 МПа. Гомогенизированные сливки смешиваются в потоке с обезжиренным молоком, выходящим из сепаратора-сливкоотделителя, и направляются в секцию пастеризации пастеризационно-охлаждающей установки. Сливки можно гомогенизировать также перед их смешиванием с обезжиренным молоком при составлении нормализованного молока.

Наибольшее применение в молочной отрасли получили гомогенизаторы клапанного типа, представляющие собой многоплунжерные насосы высокого давления с гомогенизирующей головкой. Жир нормализованного молока при продавливании его через кольцевую клапанную щель гомогенизирующей головки, диспергируется. Необходимое давление создается насосом. При производстве цельного молока размер жировых шариков с 3–4 мкм уменьшается до 0,7–0,8 мкм.

Пастеризация молока – одна из основных операций технологического процесса при производстве молока пастеризованного, применяемая для предохранения его от порчи и повышения стойкости при хранении.

Выбор режимов тепловой обработки молока проводят, соблюдая два основных положения:

- снижение микробиологической обсемененности продукта для повышения его стойкости;
- сохранение питательной ценности продукта.

Согласно теории пастеризации, эффективность ее определяется зависимостью температуры пастеризации от продолжительности тепловой обработки:

$$\tau \ln_{\text{д}} t, \beta - \alpha =$$

где $\tau_{\text{д}}$ – достаточная продолжительность пастеризации, с; α, β – коэффициенты, зависящие от устойчивости микрофлоры и среды; t – температура пастеризации, °С.

$\beta = 0,48$, $\alpha = 36,84$ и α Г.А. Кук установил, что практически полное уничтожение патогенной и максимально возможное – всей другой микрофлоры при сохранении исходного качества молока обеспечивается, если

$\tau_{\text{д}}$ Для предостережения от стремления увеличить продолжительность теплового воздействия в целях повышения эффективности пастеризации был предложен критерий завершенности процесса – критерий Пастера. Это безразмерная величина, представляющая собой отношение фактической продолжительности пастеризации ϕ к достаточной $\tau_{\text{д}}$:

$$\tau_{\text{Pa}} = \phi / \tau_{\text{д}}$$

$\tau_{\text{д}}$ Процесс пастеризации считается оптимальным и завершенным, если $\phi \tau_{\text{д}} =$

На основании кривых гибели патогенных микроорганизмов и инактивации фосфатазы был определен режим пастеризации в производстве молока пастеризованного: 72 °С с выдержкой 15 с. Дальнейшими исследованиями было установлено, что при наличии в сыром молоке большого количества микроорганизмов (десятки и сотни миллионов бактерий в 1 см³) такой режим не обеспечивает необходимую эффективность пастеризации. Было предложено повысить температуру пастеризации до 74–76 °С, а выдержку увеличить до 20 с. В этом случае общее количество бактерий снижается до десятков или немногих сотен тысяч клеток.

При тепловой обработке изменяются физико-химические и органолептические свойства молока.

Степень денатурации сывороточных белков при принятых в промышленности режимах пастеризации молока составляет 9–30%.

Увеличение размера частиц казеина, комплексообразование фракций сывороточных белков и казеина при повышенных температурах тепловой обработки молока (115, 130 °С) обуславливают снижение вязкости молока цельного, так как исключается возможность дальнейшего комплексообразования белков продукта.

Влияние тепловой обработки на молоко питьевое

Изменения		Последствия
Первичные	Вторичные	
1. Уменьшение межмолекулярных сил взаимодействия	Усиленное тепловое движение отдельных частиц	Снижение вязкости и поверхностного натяжения
2. Разрыв гидрофобных связей	Десорбция эвглобулина с поверхности жировых шариков	Ухудшение способности сливок к отстою
3. Разрыв водородных и ковалентных связей с незначительной энергией	Денатурация сывороточных белков в форме структурных изменений и флокуляции	Снижение окислительно-восстановительного потенциала, ухудшение способности к свертыванию

4. Изменение растворимости, главным образом фосфатов и цитратов.	Смещение равновесия распределения между истинно и коллоидно-растворимыми фазами	Уменьшение активности сычужного фермента
5. Усиление диссоциации потенциальных электролитов и воды	Изменение диссационного равновесия	Снижение pH
6. Разрыв ковалентных связей концевых групп	Образование низкомолекулярных продуктов распада	Изменение вкуса
	Разрушение ферментов и чувствительности к нагреванию витаминов	Отсутствие ферментативных реакций, снижение содержания витаминов
7. Разрыв и образование новых ковалентных связей	Образование углеводно-белковых соединений вследствие реакции Майяра	Изменения вкуса и цвета

Особенности технологии рекомбинированного молока

В соответствии с ГОСТ Р 52738-2007 рекомбинированное молоко - молоко,

изготавливаемое из отдельных составных частей молока и воды.

Для выработки молока питьевого пастеризованного из рекомбинированного молока применяют следующее сырьё:

- молоко натуральное коровье-сырьё не ниже второго сорта по ГОСТ Р 52054;
- молоко цельное сухое высшего сорта с индексом растворимости не более 0,3 см³ сырого осадка по ГОСТ 4495;
- молоко сухое обезжиренное распылительной сушки по ГОСТ 10970;
- масло сливочное несоленое по ГОСТ 37;
- сливки сухие высшего сорта по ГОСТ 1349;
- пахту, получаемую при производстве сливочного масла, кислотностью не более 17°Т, плотностью не менее 1024 кг/м³;
- воду питьевую по СанПиН 2.1.4.1074.

Масло сливочное при необходимости зачищают.

Сухое цельное и обезжиренное молоко, сливки сухие принимают и восстанавливают.

В соответствии с уравнениями материального баланса по массе, жиру и белку масса компонентов на 1 т рекомбинированного молока определяется по следующим формулам:

$$M_M + M_{CM} + M_{\text{масло}} = 1000;$$

$$M_M J_M / 100 + M_{CM} J_{CM} / 100 + M_{\text{масло}} J_{\text{масло}} / 100 = 1000 J_{HM} / 100;$$

$$M_M B_M / 100 + M_{CM} B_{CM} / 100 + M_{\text{масло}} B_{\text{масло}} / 100 = 1000 B_{HM} / 100,$$

где M_M – масса молока (натурального, обезжиренного) или воды, кг; M_{CM} – масса сухого молока (цельного, обезжиренного), сливок сухих, кг; $M_{\text{масло}}$ – масса сливочного масла, кг; J_M – массовая доля жира в молоке (натуральном, обезжиренном), %; массовые доли жира и белка в воде равны 0; J_{HM} – массовая доля жира в питьевом пастеризованном молоке, %; J_{CM} – массовая доля жира в сухом молоке (цельном, обезжиренном), сливках сухих %; $J_{\text{масло}}$ – массовая доля жира в масле сливочном, %; $B_{\text{масло}}$ – массовая доля белка в масле сливочном, %; B_M – массовая доля белка в молоке

(натуральном, обезжиренном), %; $B_{см}$ – массовая доля белка в сухом молоке (цельном, обезжиренном), %; сливках сухих, %; $B_{нм}$ – массовая доля белка в питьевом пастеризованном молоке, %.

При необходимости нормализации молока по массовой доле белка в молоко вносят сухое молоко (цельное, обезжиренное) при температуре 40–45 °С при перемешивании до полного растворения. Сливочное масло добавляют в виде жировой эмульсии до требуемой массовой доли жира молока питьевого. Восстановленное молоко нормализуют жировой эмульсией в течение не более 6 ч после его восстановления. Смешивать жировую эмульсию с восстановленным молоком следует непосредственно перед пастеризацией.

Жировую эмульсию готовят следующим образом. Масло нарезают на куски массой 1,5–2,5 кг и плавят на маслоплавителе, установленном над смесительной ванной. В ванну наливают молоко, подогретое до 63–65 °С, из расчета 3 весовые части на 1 весовую часть масла. Масло может быть расплавлено непосредственно в подогретом молоке. Смесь перемешивают, гомогенизируют при давлении не ниже 10 МПа или эмульгируют на эмульсоре (диспергаторе). Приготовленную таким образом эмульсию смешивают в резервуаре или в ванне с остальной массой молока и немедленно во избежание нарастания кислотности направляют на очистку, гомогенизацию, пастеризацию, охлаждение. Затем производится очистка.

Очищенное рекомбинированное молоко гомогенизируют при давлении $(12,5 \pm 2,5)$ МПа и температуре от 45–70 °С.

Пастеризация, охлаждение рекомбинированного молока производится аналогично процессам производства пастеризованного молока.

Лекция 4 .

1. Технологии молока пастеризованного повышенной хранимостности
2. Технологии молока питьевого витаминизированного и с вкусовыми наполнителями

3. Технологии молока пастеризованного повышенной хранимостности.

В нашей стране постоянно расширяется ассортимент молока пастеризованного с увеличенным сроком хранения. Рассмотрим подробнее технологии молока пастеризованного «Отборное» и «Особое».

Молоко коровье цельное «Отборное» вырабатывается из ненормализованного молока, отобранного по физико-химическим и микробиологическим показателям, подвергнутого гомогенизации, пастеризации при определенных температурных режимах с последующим охлаждением и упаковкой.

Для выработки молока пастеризованного коровьего цельного «Отборное» применяют следующее сырье: молоко коровье плотностью не менее 1028 кг/м³, термоустойчивостью по алкогольной пробе не ниже II группы по ГОСТ 25228, с содержанием соматических клеток не более 500 тыс. в 1 см³.

Качественные показатели продукта представлены в табл. 1.10, 1.11.

1.10. Физико-химические показатели молока пастеризованного «Отборное»

Наименование показателя	Норма
Массовая доля жира, %, не менее	3,4
T, не более°Кислотность,	18
Плотность, кг/м ³ , не менее	1028
Степень чистоты по эталону, группа, не менее	1
С°Температура при выпуске с предприятия,	4±2
Фосфатаза	отсутствует
Эффективность гомогенизации, %, не менее	70

Термоустойчивость, группа, не менее	II
-------------------------------------	----

Технологический процесс осуществляется следующим образом. Молоко принимают по количеству и качеству, установленному ОТК предприятия. Температура молока, поступающего с фермы, должна быть не более 7 С.°

С и очищают на центробежных молокоочистителях или на герметичной бактофуге со°С. Затем его подогревают до температуры 35–40 °Молоко сразу же охлаждают на пластинчатой охлаждающей установке до температуры не более 4 специально встроенным герметичным сепаратором для удаления бактерий.

1. 11. Микробиологические показатели молока пастеризованного «Отборное»

Наименование показателя	Норма
Бактерии группы кишечных палочек в 1,0 см ³ продукта	не допускаются
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), КОЕ в 1 см ³ продукта, не более	4·10 ⁴
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, в 25 см ³ продукта	не допускаются
Коагулазоположительные <i>S. aureus</i> в 1 см ³ продукта	не допускаются

С. При этом эффективность гомогенизации должна быть не менее 70%.°Предварительно очищенное молоко гомогенизируют при давлении 15–17 МПа и температуре 50–80

С с выдержкой 20 с.°После гомогенизации молоко пастеризуют на пастеризационно-охладительных установках, обеспечивающих температуру (76±2)

С и направляют на розлив через промежуточные емкости по вымытым и продезинфицированным трубопроводам. Не допускается хранение молока пастеризованного цельного «Отборное» в резервуарах перед розливо°С. Охлаждают молоко пастеризованное цельное «Отборное» до температуры (0±4) °В зависимости от аппаратного оформления температура пастеризации может быть увеличена до 80–99 м.

С не более 10 суток с момента окончания технологического процесса.°Срок годности молока «Отборное», упакованного в потребительскую тару с герметичной укупоркой, составляет при температуре (0±4)

Технологическая схема производства молока пастеризованного «Особое» представлена на рис.

Выработанный по данной технологической схеме продукт имеет органолептические, физико-химические и микробиологические показатели, приведенные в табл. 1.12–1.6.

С.°Срок годности продукта в герметичной таре – не более 7 суток с момента окончания технологического процесса при температуре (4±2)

Технологическая схема производства молока пастеризованного «Особое».

Технологическая схема производства молока пастеризованного «Особое»: 1 – насос; 2 – счетчик; 3 – емкость; 4 – бачок; 5 – пастеризационно-охлажденная установка; 6 – сепаратор-бактериоотделитель; 7 – гомогенизатор; 8 – емкость

Физико-химические показатели молока пастеризованного «Особое»

Вид молока	Показатели и нормы					
	массовая доля жира, % не менее	плотность, кг/м ³ , не менее	Т, °С, более	кислотность, не выше	степень чистоты по эталонной группе, не ниже	С, °С, температура, более
Пастеризованное «Особое», 1,5% жира	1,5	1027	20	1	6	Отсутствует
Пастеризованное «Особое», 2,5% жира	2,5	1027	20	1	6	Отсутствует
Пастеризованное «Особое», 3,2% жира	3,2	1027	20	1	6	Отсутствует

3,2% жира						
Пастеризованное «Особое», 3,5% жира	3,5	1027	20	1	6	Отсутствует
Пастеризованное «Особое», 3,8% жира	3,8	1027	20	1	6	Отсутствует

Органолептические показатели молока пастеризованного «Особое»

Показатели	Характеристика
Внешний вид и консистенция	однородная жидкость без осадка
Вкус и запах	чистые, без посторонних, не свойственных свежему молоку привкусов и запахов. Для молока, выработанного с применением сухих молочных продуктов сладковатый привкус
Цвет	белый с желтоватым оттенком

Микробиологические показатели молока пастеризованного «Особое»

Наименование показателя	Норма
Бактерии группы кишечных палочек в 1,0 см ³ продукта	не допускаются

Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), КОЕ в 1 см ³ продукта, не более	3·10 ⁴
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, в 25 см ³ продукта	не допускаются
Коагулазоположительные <i>S. aureus</i> в 1 см ³ продукта	не допускаются

С и выдержке 20 с позволяет получить молоко пастеризованное с повышенной хранимоспособностью. Таким образом, комплексное воздействие высокоэффективных процессов очистки бактофугированием и тепловой обработки двукратной пастеризацией при температуре (78±2)

Технологии молока питьевого витаминизированного и с вкусовыми наполнителями

За последнее время расширилась категория населения, которая желает употреблять не просто молочные продукты, а максимально полезные, обладающие общеукрепляющим и профилактическим действием, позволяющие устранить дефицит в питании жизненно важных микронутриентов необходимых для здоровья. Для этого разработаны технологии молока пастеризованного, обогащенного различными добавками.

Молоко витаминизированное. Известно, что витамин С является термолабильным и очень быстро разрушается при нагревании.

При производстве молока пастеризованного витаминизированного витамин С (аскорбиновая кислота или аскорбинат натрия) вносят в охлажденное пастеризованное молоко в дозе 180–210 г на 1 т молока. Предварительно делают водный раствор аскорбиновой кислоты, для чего сухой порошок

растворяют в 1–2 дм³ воды и вливают тонкой струёй в пастеризованное молоко при непрерывном перемешивании. Продолжительность перемешивания молока после внесения раствора витамина – от 15 до 20 мин. По окончании перемешивания молоко с витамином С выдерживают от 30 до 40 мин, а затем направляют на розлив.

Молоко „Школьное”. Вырабатывается из молока коровьего нормализованного с добавлением концентрата морковного сока или микробиологического каротина и аскорбиновой кислоты.

Для производства молока „Школьное” используют концентрат морковного сока или каротин микробиологический (в дезодорированном растительном масле), витамин С (аскорбиновую кислоту).

Расчетная масса концентрата морковного сока или микробиологического каротина вводится в молоко в потоке через инжектор, смонтированный на молокопроводе, перед гомогенизацией. При отсутствии инжектора расчетная масса концентрата морковного сока или микробиологического каротина смешивается в емкости с молоком в соотношении не менее 1 : 6 при температуре 45 – 55 °С, перемешивается в течение 5 – 10 мин, вносится при непрерывном помешивании в общий объем молока нормализованного и направляется на гомогенизацию. Гомогенизацию смеси проводят при давлении (15 ± 3) МПа и температуре 45 – 55 °С.

Расчетная масса аскорбиновой кислоты растворяется в 0,2 – 0,3 дм³ кипяченой воды и вносится в охлажденную пастеризованную смесь при непрерывном перемешивании в течение 5 – 15 мин, после чего смесь оставляется в покое на 5 – 15 мин, а затем направляется на розлив.

Выработку молока „Школьное” осуществляют в соответствии с рецептурами, приведенными в табл. 1.16.

Молоко витаминизированное “Настасья”, молоко пастеризованное витаминизированное “Особое”

В последнее время внимание исследователей привлекают биологически

активные добавки (БАД) к пище, которые стимулируют иммунную систему человека, повышают сопротивляемость организма к воздействию вредных факторов окружающей среды. Одно из таких соединений – β -каротин. Наиболее доступным способом обеспечения населения этим нутриентом является витаминизация продуктов питания, в частности, молока питьевого.

β -каротин – это красящее и пищевое вещество, которое содержится во многих продуктах питания. Природными источниками β -каротина служат темно-желтые и оранжевые овощи и фрукты, а также темно-зеленые листовые овощи. Натуральный β -каротин ($C_{40}H_{56}$) в последнее время активно используется в качестве пищевой добавки, обладающей полезной биологической активностью и улучшающей внешний вид продуктов питания.

В соответствии с рекомендациями Института питания РАМН среднее суточное потребление β -каротина с пищей должно составлять не менее 5–6 мг (профилактическая доза). Лечебно-профилактическая доза составляет 15–25 мг в сутки. Потребность взрослого человека в витамине А составляет 1,5 мг/сут, причем не менее 1/3 должно быть удовлетворено за счет самого витамина А, а 2/3 – за счет его провитамина β -каротина.

β -каротин, являясь провитамином А, выполняет в организме человека и другие функции, например, производит антиоксидантное воздействие свойствами и нейтрализует свободные радикалы, которые способны повреждать липиды клеточных мембран, а также генетический материал в клетках. β -каротин может улавливать также синглетный кислород (антипараллельно спаренный спин 2π -электронов).

Использование β -каротина возможно в виде масляного раствора и в водорастворимой форме. Эмульсию или раствор β -каротина в молоке готовят непосредственно перед внесением в нормализованную пастеризованную и охлажденную смесь. При подготовке водорастворимой формы β -каротина его необходимую массу растворяют в кипяченой и охлажденной до температуры $(30 \pm 5)^\circ\text{C}$ воде (1 кг воды на 1000 кг молока) или обезжиренном молоке в соотношении препарат : вода (молоко обезжиренное) от 1:3 до 1:5.

Масляный раствор β -каротина вносят в молоко предварительно эмульгированным в небольшой порции молока, подогретого до температуры $(75 \pm 10)^\circ\text{C}$. Количество раствора β -каротина на массу молока рассчитывают в зависимости от массовой концентрации β -каротина в растворе.

Пищевую добавку “Веторон” вводят в верхний люк емкости тонкой струей в молоко пастеризованное витаминизированное “Особое” после первой пастеризации, а в молоко “Настасья” перед розливом, при непрерывном перемешивании. Продолжительность перемешивания молока после внесения препарата – от 15 до 20 мин. Затем продукт выдерживают от 30 до 40 мин и направляют на повторную пастеризацию или на розлив.

В молоке пастеризованном витаминизированном “Особое” масса β -каротина составила 5 мг на 100 г продукта и в процессе хранения в течение 10 дней при температуре не выше 6°C практически осталась без изменений.

Для получения продукта с заданным составом достаточно внесения препарата в количестве 250 г на 1 000 кг молока.

Присутствие β -каротина в молоке пастеризованном придает ему более выраженный желтый цвет.

Молоко витаминизированное “Березка”. При производстве витаминизированного молока “Березка” (нежирное, пастеризованное – с массовой долей жира 1,5; 2,5%, стерилизованное – с массовой долей жира 1,5; 2,5%), используется пищевая добавка “Лактовит”, которая обогащает продукт витаминами А, С, D и кальцием в количестве 20% от суточной потребности человека при потреблении 200 см³ молока. Добавку предварительно растворяют в молоке в соотношении 1:20 при температуре 20–40 °С. Затем ее смешивают с общим потоком молока, идущего на тепловую обработку. Массовая доля витаминной добавки “Лактовит” в продукте составляет не менее 0,015%.

Молочный напиток «Перепелочка», вырабатывается из нормализованного по массовым долям жира и белка молока, сухого порошка перепелиного яйца или натурального яйца, бета-каротина.

Перепелиное яйцо является экологически чистым концентрированным биологическим набором веществ, необходимых человеку. Яйца перепелов по многим питательным веществам превосходят куриные. Яйцо богато витаминами, аминокислотами и микроэлементами органического происхождения. Перепелиные яйца усиливают иммунитет, нормализуют деятельность желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы, способствуют выводу из организма радионуклидов и тяжелых металлов. В пяти перепелиных яйцах, по массе равных одному куриному, содержится в 5 раз больше калия, в 4,5 раза железа, в 2,5 раза – витаминов В₁ и В₂. Значительно больше витамина А, никотиновой кислоты, фосфора, меди, кобальта. Благодаря высокому содержанию лецитина употребление сырых яиц способствует снижению уровня холестерина в крови.

Технологический процесс получения молочного напитка включает в себя нормализацию молока, очистку, введение в нормализованную смесь меланжа натуральных перепелиных яиц в количестве (0,2-10) % от массы продукта или сухого порошка перепелиных яиц в количестве (0,1-5) % от массы продукта, бета-каротина в количестве 7г, 100% раствора на 1т смеси. перемешивание, гомогенизацию при температуре (65±5) °С и давлении (12,5±2,5) МПа., пастеризацию при температуре (73±3) °С с выдержкой $\tau = 30-60$ с, охлаждение и розлив.

Введение перед пастеризацией в нормализованную смесь бета-каротина придает более явный привкус пастеризации напитка, оказывает профилактическое действие, способствует предотвращению онкологических заболеваний и улучшает обмен веществ.

Лекция 5

1. Технология питьевого стерилизованного молока.
2. Технологические схемы производства.

Производство стерилизованного молока постоянно растет во всем мире. Продукт, который может храниться длительный период времени без порчи и не требует охлаждения, имеет множество преимуществ, как для производителя, так и для торговли и потребителя. Производитель может расширить рынки сбыта, упростить транспортировку, использовать меньшее количество и более дешевые транспортные средства, а также избежать возврата непроданных продуктов. Упрощается обращение с продуктом в розничной торговле, так как исчезает необходимость хранения при низких температурах.

Стерилизованное молоко должно:

- достаточно долго храниться после стерилизации без порчи, чтобы удовлетворять требованиям потребителя;
- не содержать вредных для здоровья человека микроорганизмов (патогенные и токсигенные зародыши) и токсинов;
- не содержать микроорганизмов, способных размножаться после стерилизации, то есть должен отсутствовать бактериальный рост, вызывающий порчу.

В зависимости от применяемых технических средств стерилизация молока может быть тепловой, химической или ионизированным излучением. В данном случае под термином “стерилизация” понимают тепловую стерилизацию.

Для вывода теоретического обоснования уничтожения бактерий при тепловой стерилизации существует следующий эксперимент.

Из спор хорошо известных видов бактерий готовили однородную микробиологическую суспензию и измеряли первоначальную концентрацию C_0 жизнедеятельных клеток в единице объема. Затем суспензию подвергали тепловой обработке при различных комбинациях температуры и продолжительности, причем переменным являлся только один параметр.

На практике хорошие результаты по тепловой обработке молока можно получить двумя методами:

- предупредительный - для стерилизации следует выбирать молоко с минимальным первоначальным обсеменением и, следовательно, с малым содержанием термостойких бактерий; большое внимание уделяют чистоте оборудования, тары и др.;
- действительный - применение возможно жестких режимов стерилизации, не вызывающих изменения органолептических свойств молока.

Эффект стерилизации выражают числом десятичных сокращений, достигаемых при обработке. Например, эффект стерилизации 9 указывает, что из 10^9 спор бактерий, подвергнутых обработке, только 1 (10^0) выживет. Эффект стерилизации не зависит от объема.

$$\log 10^9 - \log 10^0 = 9 - 0 = 9.$$

Споры *Bacillus subtilis* или *Bacillus stearothermophilus* используются в общем случае в качестве тест-культуры для определения эффекта стерилизации термообрабатывающего оборудования высокой тепловой обработки, так как эти штаммы - особенно *B. stearothermophilus* - образуют достаточно термостойкие споры.

Микроорганизмы вида *Clostridium botulinum* используются для расчета влияния стерилизации в таре.

Оборудование для высокотемпературной обработки дает эффект стерилизации приблизительно от 10 до 12 при пробах со спорами *B. subtilis* и приблизительно 8 при использовании спор *B. stearothermophilus*, в то время как эффект при стерилизации в таре должен быть не ниже 12 при использовании *Clostridium botulinum*.

Очевидно, что эффект стерилизации зависит от:

- сочетания времени и температуры;
- термоустойчивости спор тест-культуры, которая, в свою очередь, зависит от используемого штамма бацилл и способа получения спор;
- продукта, который подвергается тепловой обработке.

Технология стерилизованного молока

Стерилизованное молоко вырабатывается из нормализованного по массовой доле жира молока, подвергнутого гомогенизации и термической обработке при температуре выше 100 °С до и после упаковывания в герметически укупоренной емкости. При изготовлении стерилизованного витаминизированного молока, предназначенного для детского питания, добавляют витамины А, С, D₂.

По микробиологическим показателям стерилизованное молоко 1,5-; 2,5-; 3,2- и 3,5 %-ной жирности должно удовлетворять требованиям промышленной стерильности. Допускается наличие в партии не более 0,25 % упаковок с неасептическим розливом в пакеты или с негерметической укупоркой бутылок. В стерилизованном витаминизированном молоке не допускается содержание патогенных микроорганизмов. Общее количество бактерий в 1 см³ продукта должно быть не более 100.

Технологический процесс производства стерилизованного молока включает операции приемки и подготовки сырья (очистку, охлаждение, нормализацию, пастеризацию, внесение солей-стабилизаторов при необходимости), которые характерны для всех применяемых способов производства.

Способы и параметры режимов стерилизации и упаковывания продуктов различны в зависимости от применяемых видов оборудования.

Приемка сырья

Производство стерилизованного молока в значительной степени зависит от качества исходного сырья, к которому предъявляются повышенные требования. Молоко, предназначенное для стерилизации, должно быть термоустойчивым, с минимальной механической и бактериальной

загрязненностью.

Особенно важно, чтобы белки в сыром молоке являлись термически устойчивыми. Термоустойчивость белков можно легко определить по алкогольной пробе на свертываемость. Когда образцы сырого молока смешивают в равном объеме с раствором этилового спирта, а белки являются нестабильными, то при некоторой концентрации они коагулируют. Термоустойчивость молока лучше в том случае, когда белки выдерживают тест с более высокой концентрацией раствора этилового спирта. При оценке пригодности молока для стерилизации применяют алкогольную пробу с 72 - 75 %-ным этиловым спиртом.

Алкогольная проба обычно используется для выявления молока, непригодного для стерилизации, по следующим параметрам:

- повышенная кислотность обуславливается количеством молочнокислых микроорганизмов, вырабатывающих молочную кислоту;
- нарушение солевого баланса
- нарушение белкового баланса, повышенное содержание сывороточных белков - типично для молозива.

Сырое молоко низкого качества отрицательно влияет и на качество обработки, и на характеристики конечного продукта. Молоко с повышенной кислотностью обладает худшей термоустойчивостью и вызывает проблемы при обработке, например, подгорание на нагреваемых поверхностях, что приводит к сокращению времени работы и затрудняет мойку, а также осаждение белков на дне упаковки при хранении.

Молоко, хранящееся длительное время при низкой температуре, содержит большое количество психрофильных микроорганизмов, обладающих способностью вырабатывать термоустойчивые ферменты, которые нельзя полностью инактивировать при стерилизации. Во время хранения они могут вызвать такие пороки вкуса, как прогорклость, горечь или даже загустевание при хранении или "сладкое" свертывание.

Бактериологическое качество молока должно быть высоким. Это относится к

Внесение солей-стабилизаторов

Перед направлением на стерилизацию проверяют термоустойчивость молока. Молоко термоустойчивостью по алкогольной пробе третьей группы и выше направляется непосредственно на стерилизацию без добавления солей-стабилизаторов.

Молоко термоустойчивостью ниже четвертой группы для производства стерилизованного молока применять не допускается.

Термоустойчивость молока IV группы повышают до III или II группы путем добавления одной из вышеуказанных солей-стабилизаторов в оптимальной дозе 0,01 — 0,03 % от массы молока.

Для определения оптимальной дозы солей-стабилизаторов в три колбы номинальной вместимостью 250 см³ наливают по 100 см³ проверяемого молока термоустойчивостью IV группы и добавляют водный раствор соли-стабилизатора с массовой долей соли в нем 10 %. В первую колбу добавляют 0,1 см³ раствора соли, во вторую - 0,2 см³, в третью - 0,3 см³. При этом массовая доля соли-стабилизатора в молоке составит соответственно 0,01; 0,02; 0,03 %. Смесь тщательно перемешивается, после чего определяют группу термоустойчивости по алкогольной пробе. Минимальная доза солей-стабилизаторов, повышающая термоустойчивость молока IV группы до III или II группы в зависимости от производственной необходимости, является оптимальной дозой для исследуемой партии молока.

Массу соли-стабилизатора, которую необходимо внести в партию молока, рассчитывают в соответствии с установленной оптимальной дозой. Массу вносимой соли-стабилизатора M_c (в кг) определяют по формуле:

$$M_c = K M_m / 100,$$

где K - массовая доля (оптимальная доза) вносимой соли (0,01 - 0,03), %; M_m - масса молока, кг.

Повышение термоустойчивости молока выше II группы является нецелесообразным, так как это требует внесения соли-стабилизатора свыше оптимальной дозы, что приводит к нарушению солевого равновесия в

сторону избытка фосфорнокислых или лимоннокислых солей и может вызвать свертывание молока при стерилизации, несмотря на высокую группу термоустойчивости.

Рассчитанная на всю партию масса соли-стабилизатора растворяется в прокипяченной горячей воде в соотношении масс 1:1, раствор фильтруется, вливается в молоко и тщательно перемешивается в течение 15 мин.

После перемешивания проверяют термоустойчивость молока, которая должна быть III или II группы по алкогольной пробе.

Вносят раствор соли в сырое или пастеризованное молоко непосредственно перед направлением его на стерилизацию.

В соответствии с рекомендациями Института питания Академии медицинских наук РФ применение в качестве солей-стабилизаторов калия лимоннокислого и калия фосфорнокислого предпочтительнее по сравнению с применением аналогичных солей натрия.

Для выработки стерилизованного молока применяют:

молоко коровье не ниже первого сорта по ГОСТ 52054 с содержанием соматических клеток не более 500 тыс/см³, термоустойчивостью по алкогольной пробе не ниже третьей группы по ГОСТ 25228 (выдерживающее алкогольную пробу с 72 %-ным и более этиловым спиртом);

Допускается применять соли-стабилизаторы:

калий лимоннокислый трехзамещенный 1-водный по ГОСТ 5538,

натрий лимоннокислый трехзамещенный 5,5-водный по ГОСТ 22280,

калий фосфорнокислый двузамещенный 3-водный по ГОСТ 2493

натрий фосфорнокислый двузамещенный 12-водный по ГОСТ 4172.

Очистка Отобранное по качеству молоко очищается, а затем немедленно охлаждается до 4 ± 2 °С. Для сохранения термоустойчивости молока целесообразно проводить его очистку без подогрева при температуре поступления.

Нормализация После очистки молоко нормализуют по массовой доле

жира. Нормализацию осуществляют путем смешивания с обезжиренным молоком или сливками.

Пастеризация

При необходимости хранения молока более 4 ч до момента стерилизации в целях сохранения термоустойчивости оно пастеризуется при $(76 \pm 2) ^\circ\text{C}$ с выдержкой 20 с и последующим охлаждением до $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Производство стерилизованного молока осуществляется в бутылках (одно- и двухступенчатые способы), а также путем ультравысокотемпературного нагрева с асептическим розливом (поточные способы).

Производство стерилизованного молока

в бутылках

Технологический процесс производства стерилизованного молока одноступенчатым способом осуществляется в следующей последовательности:

- приемка и подготовка сырья (очистка, охлаждение, нормализация);
- внесение солей-стабилизаторов;
- предварительная тепловая обработка и гомогенизация;
- розлив, укупоривание и маркирование;
- стерилизация молока в бутылках и охлаждение.

Приемку и подготовку сырья (очистку, охлаждение, нормализацию), внесение солей-стабилизаторов производят, как описано выше.

Подготовленное для стерилизации молоко после центробежной очистки и нормализации по массовой доле жира, термоустойчивостью не ниже III группы по алкогольной пробе, нагревается до $(75 \pm 5) ^\circ\text{C}$ и гомогенизирует при этой температуре и давлении $(22,5 \pm 2,5) \text{ Мпа}$.

Укупоренные бутылки с молоком помещают в металлические корзины и направляют в стерилизатор периодического действия (автоклав) для стерилизации при $(116 \pm 1) ^\circ\text{C}$ с выдержкой 20 - 30 мин или при $(120 \pm 1) ^\circ\text{C}$ выдержкой 15 мин. Стерилизованное молоко охлаждается водой в автоклаве до 60 - 70 $^\circ\text{C}$, после чего бутылки с продуктом в корзинах направляются в

камеру хранения для окончательного охлаждения до 20 °С за счет принудительной или естественной циркуляции воздуха.

^ Технологический процесс производства стерилизованного молока в бутылках двухступенчатым способом осуществляется в следующей последовательности:

- подогрев молока, гомогенизация;
- предварительная стерилизация и охлаждение в потоке;
- промежуточное хранение;
- подогрев молока перед розливом;
- розлив молока в бутылки и их укупорка;
- стерилизация молока в бутылках и охлаждение;
- хранение.

Подготовленное для стерилизации молоко после центробежной очистки и нормализации по массовой доле жира, термоустойчивостью не ниже III группы по алкогольной пробе, подогревается до (65 ± 5) °С и гомогенизируется при этой температуре и давлении $(22,5 \pm 2,5)$ МПа.

Затем нормализованная смесь стерилизуется в потоке при (137 ± 2) °С с выдержкой 20 с и охлаждается до (35 ± 5) °С. Предварительно стерилизованное и охлажденное до (35 ± 5) °С молоко поступает в буферный резервуар для временного хранения.

Перед розливом молока в бутылки оно подогревается до (75 ± 5) °С. Подогретое молоко разливается в узкогорлые бутылки вместимостью 0,5 и 1,0 дм³. Температура бутылок должна быть 60 - 70 °С для предотвращения термического боя при розливе молока. Бутылки с молоком укупориваются кроненкорковой пробкой с прокладкой из натуральной цельнорезной или прессованной пробки с приклеенной алюминиевой фольгой. Допускается применять прокладку из полимерных материалов, разрешенных Министерством здравоохранения РФ, выдерживающих температуру до 120 °С и обеспечивающих герметичность упаковки.

Укупоренные бутылки с молоком температурой (75 ± 5) °С направляются в

четырёхбашенный стерилизатор непрерывного действия.

В первой башне бутылки с молоком сначала перемещаются вверх в среде, состоящей из воздуха и пара, а затем опускаются через слой горячей воды с температурой $(90 \pm 1) ^\circ\text{C}$. При этом молоко нагревается до $(86 \pm 1) ^\circ\text{C}$.

Во второй башне бутылки перемещаются сначала вверх, а затем вниз в среде насыщенного острого пара, температура которого $(117 \pm 1) ^\circ\text{C}$. При этой температуре бутылки с молоком вместимостью $0,5 \text{ дм}^3$ находятся (13 ± 1) мин, вместимостью $1,0 \text{ дм}^3$ – (17 ± 1) мин.

В третьей башне бутылки с молоком, поднимаясь, охлаждаются водой с температурой $(90 \pm 5) ^\circ\text{C}$, а опускаясь - водой с температурой $(65 \pm 5) ^\circ\text{C}$. В четвертой башне бутылки с молоком продолжают охлаждаться водой с температурой $(65 \pm 5) ^\circ\text{C}$, а затем орошаются водой при температуре $(40 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Выходящие из четырехбашенного стерилизатора бутылки с молоком, охлажденным до $(45 \pm 5) ^\circ\text{C}$, устанавливаются в полимерные ящики или металлические корзины и направляются в камеру хранения, где происходит дальнейшее охлаждение молока до температуры $20 ^\circ\text{C}$ путем принудительной или естественной циркуляции воздуха.

Хранение стерилизованного молока в бутылках должно производиться при отсутствии прямого солнечного света, при $1 - 20 ^\circ\text{C}$, не более 2 мес со дня выработки, в том числе на предприятии-изготовителе не более 1 мес.

Производство стерилизованного молока путем ультравысокотемпературного нагрева с асептическим розливом.

Стерилизованное молоко с асептическим розливом вырабатывается на линиях „Сорди-Лоди”, ВТИС, „Элекстер”, „Фата”, установке „Стеритерм”, а также линии „”.

Линия „Сорди-Лоди”

Производство стерилизованного молока осуществляется в потоке с применением косвенного способа нагрева в пластинчатых стерилизаторах и асептического розлива продукта в пакеты из комбинированного материала тетраэдральной формы.

Технологический процесс осуществляется в следующей последовательности:

- приемка подготовка сырья (очистка, охлаждение, нормализация, пастеризация);
- внесение солей-стабилизаторов при необходимости;
- предварительный нагрев молока;
- гомогенизация;
- стерилизация;
- вакуумирование;
- охлаждение;
- упаковывание и маркирование.

Подготовленное для стерилизации молоко предварительно нагревается до (80 ± 2) °С и подвергается центробежной очистке для удаления дестабилизированного белка. Подогретое очищенное молоко гомогенизируется при давлении 15 - 20 МПа.

Гомогенизированное молоко нагревается до (123 ± 2) °С, выдерживается при этой температуре в течение 20 - 30 с, после чего в секции стерилизации температура молока повышается до (140 ± 2) °С.

Молоко выдерживается при температуре стерилизации в течение 2 с, охлаждается до температуры (61 ± 2) °С и подвергается вакуумированию в целях удаления кислорода и других газов, а также запахов, образующихся при высокотемпературной обработке. Вакуумирование улучшает вкус продукта и повышает его стойкость при хранении. После вакуумирования молоко охлаждается до 20 °С и направляется в асептический буферный резервуар.

Охлажденное стерилизованное молоко под давлением очищенного стерильного воздуха 0,03 - 0,06 МПа подается на асептический розлив молока в пакеты из комбинированного материала вместимостью 0,25 и 0,5 дм³. Пакеты формируются из многослойного комбинированного материала на основе бумаги с цветной печатью, покрытой с наружной стороны парафином, а с внутренней - фольгой и полиэтиленом. Поверхность

упаковочного материала стерилизуется 15 %-ным раствором перекиси водорода с добавлением 0,1 % смачивающего вещества. Внутри свариваемого рукава в течение 5 с поддерживается температура воздуха 400 °С. При этом внутренняя поверхность упаковочного материала нагревается до 110 °С и остатки перекиси водорода разлагаются на водород и атомарный кислород. Все имеющиеся микроорганизмы на упаковочном материале и в воздухе полностью уничтожаются. Проникновение микроорганизмов в продукт из окружающего воздуха также предотвращается с помощью устройства предохранительного щита и благодаря подушке горячего воздуха. При недостаточной герметичности свариваемых продольных и поперечных швов пакетов, а также при повреждении или увлажнении упаковочного материала может происходить повторное микробиологическое загрязнение готовой продукции. При отлаженной работе оборудования, соблюдении технологических режимов и инструкций выпуск нестерильного молока не должен превышать 0,1 % (одна упаковка вместимостью 0,5 дм³ на 1000 упаковок молока).

После упаковывания пакеты со стерилизованным молоком укладываются в полиэтиленовые ящики, формируются в стопки и направляются в сухие и чистые камеры, температура воздуха в которых не превышает 20 °С

Хранение стерилизованного молока в пакетах из комбинированного материала должно производиться при температуре 1 - 20 °С не более 10 сут со дня выработки при отсутствии прямого солнечного света, в том числе на предприятии-изготовителе не более 5 сут.

Линия ВТИС

Производство стерилизованного молока осуществляется в потоке пароконтактным способом путем инъекции пара в молоко с асептическим розливом продукта в пакеты из комбинированного материала тетраэдральной формы.

Технологический процесс осуществляется в следующей последовательности:

- приемка подготовка сырья (очистка, охлаждение, нормализация, пастеризация);
- внесение солей-стабилизаторов при необходимости;
- предварительный нагрев молока;
- стерилизация в потоке путем инъекции пара;
- вакуумирование;
- гомогенизация;
- охлаждение;
- асептический розлив;
- упаковывание, маркирование и хранение.

Подготовленное для стерилизации молоко предварительно нагревается до $(76 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$, после чего подается в пароинжекционную головку, где путем инъекции сухого насыщенного пара, полученного из питьевой воды и очищенного на специальных фильтрах, нагревается до $(141 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 0,1 с, выдерживается при этой температуре 2 - 4 с.

При снижении температуры стерилизации ниже $140 \text{ }^\circ\text{C}$ нестерилизованное молоко возвращается на повторную обработку после охлаждения до 75 ° .

Температура стерилизованного молока путем вакуумирования снижается с $(141 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$ до $(77 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$ вследствие самоиспарения части воды, равной количеству воды, введенной в молоко с паром. Температура молока при вакуумировании должна быть на 1 - 2 $^\circ\text{C}$ выше температуры молока, поступающего в инжектор.

Молоко гомогенизируется при давлении 20—25 МПа и охлаждается до температуры не выше $20 \text{ }^\circ\text{C}$

Охлажденное стерилизованное молоко под давлением очищенного стерильного воздуха $(0,09 \pm 0,04) \text{ МПа}$ подается на асептический розлив в пакеты из комбинированного материала вместимостью 0,25 и 0,5 дм^3 . Пакеты со стерилизованным молоком укладываются в полиэтиленовые ящики, формируются в стопки и направляются в сухие чистые камеры, температура

воздуха в которых не превышает 20 °С.

Линия „Элекстер“

Производство стерилизованного молока осуществляется в потоке в трубчатых стерилизаторах с применением для нагрева электроэнергии и фасованием продукта в асептических условиях в пакеты из полимерного материала.

Технологический процесс осуществляется в следующей последовательности: приемка подготовка сырья (очистка, охлаждение, нормализация, пастеризация);

- внесение солей-стабилизаторов при необходимости;
- предварительный нагрев молока;
- гомогенизация;
- стерилизация;
- охлаждение;
- упаковывание, маркирование и хранение.

Подготовка сырого молока осуществляется аналогично процессу производства стерилизованного молока поточным способом с пароконтактным нагревом.

При выработке стерилизованного молока из сухого молока восстановление и подготовку сырья осуществляют в соответствии с технологической инструкцией по производству пастеризованного коровьего молока. Используемое для стерилизации восстановленное пастеризованное молоко должно иметь кислотность не более 18 °Т, термоустойчивость по алкогольной пробе не ниже III группы (выдерживать алкогольную пробу с 72 %-ным этиловым спиртом).

Подготовленное для стерилизации молоко предварительно нагревается до 70 - 80 °С, гомогенизируется в при давлении 12 МПа, нагревается до (115 ± 2) °С, после чего температура продукта повышается до (140 ± 2) °С за счет электрического тока (530 А). Молоко выдерживается в течение 2 с и направляется для охлаждения сначала до (40 ± 2) °С, а затем до 20 °С и идет

на розлив.

Охлажденное в потоке молоко в асептических условиях в атмосфере азота или стерильного воздуха упаковывается в пакеты вместимостью 0,25; 0,5 и 1 дм³, изготовленные из черно-белой полиэтиленовой пленки или других материалов, обеспечивающих герметичность. Упаковочная пленка перед образованием пакета в автомате стерилизуется под действием ультрафиолетового облучения. Пакеты со стерилизованным молоком укладывают в полиэтиленовые ящики и направляют в сухие и чистые камеры, температура воздуха в которых не превышает 20 °С.

Хранение стерилизованного молока в пакетах из полимерного материала должно производиться при 1 - 20 °С не более 10 сут со дня выработки при отсутствии прямого солнечного света, в том числе на предприятии-изготовителе не более 5 сут.

Установка „Стеритерм”

Производство стерилизованного молока осуществляется путем однократной стерилизации в потоке с применением косвенного способа нагрева в пластинчатых стерилизаторах с последующим охлаждением и упаковыванием продукта в асептических условиях в пакеты прямоугольной формы из комбинированного материала.

Технологический процесс осуществляется в следующей последовательности: приемка подготовка сырья (очистка, охлаждение, нормализация);

- внесение солей-стабилизаторов при необходимости;
- предварительный нагрев молока;
- очистка;
- деаэрация;
- гомогенизация;
- стерилизация;
- охлаждение;
- упаковывание, маркирование и хранение.

Подготовленное для стерилизации молоко предварительно нагревается до $(76 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$, подвергается центробежной очистке от дестабилизированного белка и направляется в деаэратор для удаления кислорода и других газов при вакууме 0,04 МПа. Деаэрация молока перед стерилизацией способствует устранению пороков вкуса молока, снижению в нем концентрации сероводородных веществ и кислорода и уменьшению пригара молока на теплопередающих поверхностях теплообменника. Молоко гомогенизируется при давлении $(22,5 \pm 2,5) \text{ МПа}$.

Гомогенизированное молоко нагревается до $(140 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$ за счет теплообмена с циркулирующей под давлением перегретой водой, выдерживается в течение 4 с и направляется в секции регенерации и охлаждения, где температура его снижается до $(18 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$

Охлажденное в потоке стерилизованное молоко под давлением очищенного стерильного воздуха 0,6 МПа подается для асептического розлива молока в пакеты вместимостью 0,2; 0,5 и 1,0 дм³, изготовленные из комбинированного материала по ТУ 49 995 или „Тетра-Брик-Асептик“, или других материалов, обеспечивающих герметичность.

Пакеты со стерилизованным молоком направляют в сухие и чистые камеры, температура воздуха в которых не превышает 20 °С

Хранение стерилизованного молока в пакетах должно производиться при температурах $(1 - 20) \text{ }^\circ\text{C}$ не более 20 сут со дня выработки при отсутствии прямого солнечного света, в том числе на предприятии-изготовителе не более 5 сут.

ПОРОКИ ПИТЬЕВОГО МОЛОКА

Изменение качества и даже порча питьевого молока могут происходить под влиянием многих факторов, а поэтому протекают по-разному. При полном соблюдении режимов и параметров технологии, а также установленных условий хранения (продолжительность, температура), как правило, все они сохраняют качество в норме стандартных требований на протяжении

гарантийных сроков хранения.

Пороки цвета:

Коричневатый оттенок

Причина. Продукты меланоидиновой реакции при длительном хранении топленого и стерилизованного молока.

Меры предотвращения и снижения. Соблюдать температуру и продолжительность томления, стерилизации молока, не допускать продолжительного хранения продукта.

Выраженные желтый, розово-красный оттенки

Причина. Зоотехнические факторы, нарушение правил доения и высокая бактериальная обсемененность сырого молока.

Меры предотвращения и снижения. Не смешивать молозиво и стародойное молоко с нормальным. Соблюдать условия получения, хранения и транспортирования молока.

Лекция 6

Производство продуктов из молочной сыворотки

- 1 Технология белковых продуктов из сыворотки
- 2 Технология сгущенных продуктов из сыворотки
- 3 Технология сухих продуктов из сыворотки
- 4 Технология напитков из сыворотки
- 5 Технология сыворотки обогащенной
- 6 Технология Био-ЗЦМ

1 Технология белковых продуктов из сыворотки

Альбуминное молоко. Получается при самопроизвольном отстое коагулированных хлопьев белка и представляет собой продукт желтовато-кремового цвета с консистенцией сметаны, состоящей из мелких хлопьев. Вкус альбуминного молока кисломолочный, приятный, слегка вяжущий. Сывороточных белков в нем примерно в 10 раз больше, чем в коровьем молоке, а казеина в 15 раз меньше. Такое соотношение благоприятно, и по этому показателю альбуминное молоко приближается к женскому. Для обогащения альбуминное молоко заквашивают чистыми культурами молочнокислых бактерий, кефирными грибами и вводят наполнители — цельное молоко, сливки, сахар, сиропы и соки. Во время приготовления кефирного напитка альбуминное молоко охлаждают до 28...30 °С, вносят кефирную закваску в количестве 6...8 %. Смесь термостатируют в течение 16... 18 ч для нарастания кислотности до 90...120 Т. Созревший кефир помещают в камеру при 10... 12 °С. Для получения более выраженного вкуса в альбуминное молоко рекомендуется добавлять 0,04 % поваренной соли.

Альбуминное молоко можно использовать также при выработке мороженого.

Белковая масса. Может быть получена из натуральной или подсгущенной сыворотки при разделении суспензии на сепараторах с центробежной выгрузкой осадка, а также путем ультрафильтрации

сыворотки. По консистенции белковая масса напоминает густую сметану. Особую ценность представляет белковая масса (концентрат), полученная при ультрафильтрационной обработке молочной сыворотки. Фракционный состав белков массы представлен в основном лактоглобулином. По аминокислотному набору белковая масса не уступает творогу. Кроме белковых веществ масса содержит до 0,5 % молочного жира и 0,8...1,5 % минеральных солей. Содержание лактозы составляет 5...6 %. Активная кислотность рН 4,5...5,5, титруемая — 40... 120 Т.

Доброкачественная белковая масса содержит от 2 тыс. до 10 тыс. бактериальных клеток в 1 г. Рекомендуется охлаждать ее до 2...4 °С, что обеспечивает сохранность в течение 15 сут, и добавлять консерванты, например поваренную соль (2 % массы) или сорбиновую кислоту (до 0,1 % массы). Хороший способ длительного консервирования белковой массы — замораживание в блоках.

Белковую массу широко используют в производстве натуральных и плавленых сыров, а также при приготовлении диетических продуктов и мясных изделий.

Альбуминный творог. Получают из альбуминного молока путем дополнительного обезвоживания. Для улучшения процесса и качества творога в охлажденное до 26...30°С альбуминное молоко рекомендуется добавлять 2,5 % закваски на чистых культурах молочнокислого стрептококка и ацидофильной палочки. На основе альбуминного творога можно приготовить различные продукты путем внесения наполнителей.

При выработке альбуминных сырков в растертый альбуминный творог вносят сахар, цукаты, шоколад, сливки или масло. В Грузии из сыворотки от рассольных сыров традиционно готовят творог «Надуги», обогащая отпрессованную до 74 % влаги массу мятой. Продукт содержит до 12 % белка и 11 % жира.

Обогащая творог закваской (на основе ацидофильной палочки) и сахаром, получают специальную диетическую пасту, которая содержит (%):

альбумина	8,5... 10,0
казеина	1,2 ...1,3
лактозы	1,5...1,9
молочной кислоты	0,5...0,8
минеральных веществ	0,3
сахарозы	15

Пасту для детского питания изготавливают, смешивая альбуминный творог с сиропами шиповника и другими ингредиентами, а также обогащением витамином С.

Сырная масса «Кавказ». Вырабатывается из смеси несепарированной свежей подсырной сыворотки (90 %) и обезжиренного молока или пахты (10 %). Технологический процесс производства сырной массы «Кавказ» включает следующие операции: подготовку сырья и его тепловую обработку, формование, внесение компонентов, фасование, хранение и реализацию. Сыворотку из сыроизготовителей собирают в емкость и оставляют для нарастания кислотности до 17...22 °Т (повышать кислотность можно внесением кислой сыворотки или органической пищевой кислотой — лимонной, уксусной, молочной). Затем сыворотку нагревают до 65...70 °С и при постоянном перемешивании добавляют обезжиренное молоко или пахту в количестве 10 % объема перерабатываемого сырья. Смесь нагревают до 85...95 °С, выдерживают 10 мин, охлаждают до 40...45 °С и оставляют до отстоя белковых хлопьев. Формуют массу путем слива отстоявшейся сыворотки и частичного обезвоживания осадка путем прессования в специальной тележке. Для придания продукту специфического вкуса и легкой остроты в белковую массу вносят закваску чистых культур молочнокислых стрептококков в количестве 1,0... 1,5 % и 1...2 % поваренной соли. Сырную массу охлаждают, фасуют и хранят при температуре не выше 8 °С в течение 48 ч. Продукт имеет чистый кисломолочный вкус со специфическим привкусом альбумина и пастеризации, нежную консистенцию, светло-желтый цвет.

Физико-химические показатели сырной массы приведены ниже.

Массовая доля:

сухих веществ, %, не менее	20
хлорида натрия, %, не более	2
жира, %, не менее	2
Активная кислотность рН	5,15...5,20

Бактериальная обсемененность посторонней микрофлорой сырной массы в результате тепловой обработки сыворотки незначительная.

Сырная масса содержит до 15 % азотистых соединений (в пересчете на белок), в том числе 12,5 % растворимого азота, т. е. на уровне зрелых натуральных сыров. Содержание лактозы в свежей массе до 4 %, при хранении оно снижается до 0,05 % (на третьи сутки). Содержание лимонной кислоты за двое суток повышается с 0,048 до 0,056 %; в массе накапливается до 32,2 мг% летучих жирных кислот и 37,5 мг% свободных аминокислот, в том числе все незаменимые, что позволяет отнести сырную массу к пищевым продуктам с высокой диетической ценностью.

Для длительного хранения белок из молочной сыворотки высушивают с получением концентрата сывороточных белков (КСБ), сывороточного белкового концентрата после ультрафильтрации (СБК-УФ), сывороточного белкового концентрата после ультрафильтрации и электродиализа (СБК-УФ/ЭД), растворимого сывороточного белка после диафильтрации (РСБ).

2 Технология сгущенных продуктов из сыворотки

С целью длительного хранения и сокращения расходов на транспортировку молочную сыворотку концентрируют путем удаления влаги с получением сгущенных и сухих продуктов.

Сгущенная молочная сыворотка. Сгущение сыворотки необходимо перед сушкой, при производстве молочного сахара, напитков и сиропов. Сгущение молочной сыворотки (удаление части влаги) можно осуществить различными способами: выпариванием, вымораживанием, обратным

осмосом. Наиболее распространенным является способ выпаривания. Процесс удаления влаги проходит при кипении жидкости в пространстве с пониженным давлением и постоянной температурой. Способ вымораживания представляет интерес с энергетической точки зрения и позволяет за счет низких температур процесса сохранить биологическую ценность всех компонентов сыворотки. Концентрирование сухих веществ молочной сыворотки обратным осмосом находит все большее применение.

Степень сгущения молочной сыворотки определяется требованиями технологического процесса (для сухой сыворотки 15...30, а для молочного сахара 60...65 % сухих веществ), требованиями потребителей и техническими возможностями аппаратов.

Исходя из принципа анабиоза, консервирующее воздействие в сгущенной сыворотке обеспечивается за счет осмотического давления и молочной кислоты. В натуральной молочной сыворотке осмотическое давление составляет 0,74 МПа. Следовательно, для микроорганизмов, имеющих внутриклеточное давление на уровне 0,6 МПа, создаются оптимальные (изотонические) условия для развития. Этим объясняется быстрая порча молочной сыворотки при хранении. При сгущении сыворотки в 5 раз осмотическое давление повышается до 7,4 МПа, т. е. в 10 раз, что создает неблагоприятные условия для развития микроорганизмов.

Ингибирующее действие молочной кислоты на микроорганизмы для подсырной сыворотки проявляется при сгущении в 8...10 раз, а творожной — в 3...5 раз (кислотность выше 100 °Т).

При сгущении соленой сыворотки следует учитывать консервирующее действие хлорида натрия.

Текучесть сгущенной сыворотки обусловлена содержанием сухих веществ и температурой. Состояние сгущенной молочной сыворотки можно разделить по консистенции на три группы: текучая, пастообразная (тестообразная) и твердая (блочная). Эти условные показатели имеют важное практическое значение, так как определяют виды упаковки и способы транспортировки сгущенной

сыворокки, а также направления ее использования. В горячем состоянии (60...70 °С) сгущенная сыворотка сохраняет свою текучесть при концентрации сухих веществ 60...70 %. Охлаждение сгущенной сыворотки приводит к кристаллизации лактозы, и она приобретает пастообразную консистенцию. Теоретически, с учетом растворимости лактозы, предельная концентрация сухих веществ в сгущенной сыворотке с исключением кристаллизации лактозы составляет при 20 °С 30...35 %, а при 10 °С — 20...25 % сухих веществ. Практически, с учетом наличия в сухом веществе молочной сыворотки несахаров, обладающих мелассообразующей способностью, видимая кристаллизация лактозы наступает при содержании сухих веществ 35...40 %.

Белок в сгущенной молочной сыворотке образуется при содержании сухих веществ выше 75 % и охлаждении до 10 °С.

Практически молочную сыворотку сгущают от 2 до 15 раз с критическими точками 13, 20, 30, 40, 60 и 75 % сухих веществ. Технологическими параметрами, определяющими процесс сгущения сыворотки выпариванием влаги, являются температура и продолжительность. Для сохранения нативных свойств компонентов сыворотки желательна максимальная температура на уровне 50...60 °С. Такой температуре соответствует разрежение 1,15...2,0 Па. Повышение температуры приводит к потемнению продукта и гидролизу лактозы. Снижение температуры затягивает процесс, вызывает обильное пенообразование и может вызвать микробиологическую порчу. С точки зрения ведения процесса наиболее желательным является непрерывный с минимальным тепловым воздействием.

При сгущении молочной сыворотки выпариванием необходимо учитывать температурную, химическую и концентрационную депрессию. Так, например, повышение концентрации лактозы до 40 % увеличивает температуру кипения на 0,7 °С, химическая депрессия в конце сгущения (60 % сухих веществ) составляет 7 °С.

При обработке молочной сыворотки обратным осмосом лимитирующими факторами являются давление и концентрационная поляризация, особенно

сывороточных белков.

Криоконцентрация молочной сыворотки обусловлена температурным «напором» при замораживании и эффективностью разделения системы «концентрат — кристаллы льда».

Принципиальная технологическая схема производства сгущенной молочной сыворотки включает следующие операции: сбор и определение качества сыворотки, охлаждение (в случае хранения), пастеризацию, сгущение, охлаждение, упаковывание, хранение и реализацию. Для уменьшения энергозатрат готовый продукт можно пастеризовать в конце сгущения, используя вакуум-аппарат. Схема технологической линии для производства сгущенной сыворотки включает четыре основных аппаратурно-процессовых единицы: пастеризатор, вакуум-аппарат, кристаллизатор, емкости, в том числе три с простыми однофазными элементами процесса и одна с преобразованием фазового состояния (кристаллизация лактозы).

Сгущенная сыворотка содержит все составные части исходной сыворотки с увеличением объемной массы пропорционально степени сгущения. Кроме того, в процессе сгущения появляются окрашенные вещества (меланоидины) — результат комплексообразования между углеводами и азотистыми соединениями. Физико-химические показатели сгущенной молочной сыворотки приведены в таблице.

Физико-химические показатели сгущенной молочной сыворотки

Показатель	Нормы для молочной сыворотки с массовой долей сухих веществ, %				
	13	20	30	40	60
Массовая доля в сыворотке	13	20	30	40	60
сухих веществ, %, не менее					
Массовая доля лактозы					

в сыворотке, %, не менее:	9	13	22	24	30
подсырной творожной	7	10	21	22	30
Кислотность сыворотки, Т, не более:					
подсырной творожной	45 150	60 260	100 380	130 550	400 700

Между содержанием сухих веществ сыворотки и плотностью имеется определенная зависимость.

<i>Массовая доля сухих веществ, %</i>	<i>Плотность, кг/м³</i>
13	1052...1055
20	1103...1107
30	1110...1117
40	1140...1180
60	1280...1320

Сроки хранения молочной сыворотки зависят от содержания сухих веществ и условий хранения (табл.).

Сроки хранения молочной сыворотки

Сгущенная сыворотка с массовой долей сухих	Сроки хранения (сут) при температуре, °С	
	8 + 2	20 ±2
13	3	1
20	5	2
30	10	5
40	10	7

С целью улучшения потребительских свойств и увеличения сроков хранения в сгущенную сыворотку добавляют сахарозу в количестве 12,5...30 %, что позволяет получать на основе сыворотки, сгущенной до 40...60 % сухих веществ, концентраты с массовой долей сухих веществ 52,5...90 %. Сахарозу вносят в готовый продукт после сгущения, смесь тщательно перемешивают и охлаждают до 6...10°С.

Разработана технология обогащенных концентратов молочной сыворотки путем сбраживания лактозы (30, 40 и 60 % сухих веществ) и ее гидролиза (40 % сухих веществ, степень гидролиза не менее 50 %).

На основе сгущенной молочной сыворотки путем направленной обработки и внесения наполнителей можно получать ценные пищевые продукты и кормовые полуфабрикаты: пасты, сыры, кремы, колбасы, вермишель, помадку, суррогаты меда, блоки для комбикормов, блоки солилизунца и др.

Сгущенную сыворотку в блоках можно получить путем сгущения ее до 85...95 % сухих веществ с последующим охлаждением в формах, а также направленной термообработкой для получения коагуляционно-кристаллизационной структуры либо внесением наполнителей (мука, отруби, соли кальция и натрия, метилцеллюлоза, молочная кислота и др.). Блочные концентраты с тестообразной консистенцией можно формировать при концентрации сухих веществ 48...52 % путем структурообразования охлаждением и механической обработкой (разработка Сибирского филиала ВНИМИ).

Сгущенная молочная сыворотка может широко использоваться для выработки плавленых сыров, мороженого, в хлебопекарном и кондитерском производствах, других пищевых продуктах, рецептурах ЗЦМ и комбикормах.

Сывороточные пасты готовят на основе концентратов молочной сыворотки с внесением наполнителей и ароматических веществ. В Швеции выпускают пасту мюзост с содержанием сухих веществ сыворотки 75 %, наполнителями: сливки и свекловичный сахар (10... 12 %). Технология сырной пасты «Кендилак», разработанная в ВГТА, предусматривает сгущение сыворотки до 60...65 %, частичную кристаллизацию и отделение лактозы (20...25 %). Продукт содержит до 10 % белка и имеет кислотность 300 Т, рекомендуется для использования в хлебопечении.

3 Технология сухих продуктов из сыворотки

Сухая молочная сыворотка. Сушка молочной сыворотки позволяет использовать все ее компоненты и хранить герметически укупороженный продукт практически неограниченное время. Сушить молочную сыворотку можно одним из применяемых в молочной промышленности способов: распылительным, пленочным, пенным, сублимационным, терморadiационным и др. Перспективным является совмещение процесса сушки сгущенной сыворотки с кристаллизацией лактозы и гранулированием получаемого продукта.

Молочная сыворотка как объект сушки характеризуется значительным количеством влаги (примерно в 2 раза больше, чем в натуральном молоке), которая энергетически более связана с сухим веществом, что отражается на производительности сушилок.

Кинетика сушки молочной сыворотки включает три основных периода — возрастающей, постоянной и падающей скорости сушки. С увеличением содержания сухих веществ в сыворотке перед сушкой вследствие сгущения возрастает количество связанной влаги, что отражается на скорости сушки.

Содержание сухих веществ, %	6,2	15,5	19,5		
30,2	39,0				
Изменение скорости сушки, %/мин	10,5	5,5	3,8	2	1,5

В первый период возрастания скорости сушки при постоянной температуре материала удаляется свободная влага — происходит простое испарение. Во втором периоде при постоянной скорости сушки и увеличении температуры материала удаляется осмотически связанная влага. В третий период убывающей скорости сушки при приближении температуры материала к изотерме зоны нагрева удаляется адсорбционно-связанная влага.

Режим сушки определяется содержанием сухих веществ и молочной кислоты в сыворотке перед сушкой. Теоретически молочную сыворотку целесообразно максимально сгущать перед сушкой. На практике установлены следующие оптимальные значения массовой доли сухих

веществ в сгущенной сыворотке без дополнительной обработки перед сушкой (%): пленочная сушка — 20; распылительная — 40; пенная — 45; сублимационная сушка — 50.

Увеличить массовую долю сухих веществ можно путем введения наполнителей, например обезжиренного молока и ПАВ, а также кристаллизацией лактозы (для пленочной сушки до 30...40 %, а для распылительной 55 %).

Технологический процесс производства сухой молочной сыворотки включает следующие операции: сбор и отделение жира сепарированием, охлаждение (при необходимости хранения), пастеризацию, сгущение, сушку, охлаждение, упаковывание, хранение и реализацию.

Молочную сыворотку до внесения соли и разбавления водой собирают в емкость, сепарируют и пастеризуют при 72 °С с выдержкой 15 с или при 63 °С с выдержкой 30 мин. Сгущение сыворотки проводят до плотности 1070...1090 кг/м³ (20% сухих веществ) для пленочной сушки либо 1120... 1150 кг/м³ (40 % сухих веществ) для распылительной сушки. Сгущенная сыворотка без охлаждения подается на сушку. После пленочной сушки готовый продукт измельчается. Состав и свойства готового продукта приведены в таблице.

Состав и свойства сухой сыворотки

Показатель	Сухая сыворотка		
	Пленочной сушки		Распылительной сушки
Массовая доля, %:			
сухих веществ	95-97		96-98
белка	12,5-14,0		11,2-14,1
жира	0,7-1,5		1,0-1,5
лактозы	67-74		67-72
зола	4,5-8,0		4,4-6,4
Кислотность после восстановления, Т	13-17		13-70
Индекс растворимости, см ³ сырого осадка	0,2-0,5		0,1-0,3
Размер частиц, мкм	10-150		10-40

В сухой сыворотке содержатся все основные компоненты молока, она богата минеральными солями, микроэлементами, имеет высокую растворимость. По энергетической ценности 1,2 т сухой сыворотки эквивалентно 1 т сухого обезжиренного молока.

4 Технология напитков из сыворотки

Пищевая ценность и диетические свойства молочной сыворотки позволяют применять ее непосредственно или после предварительной обработки для приготовления разнообразных напитков. При этом используются все составные части сыворотки, в том числе вода, и создается возможность ее обогащения путем биологической обработки и введения наполнителей.

Технология напитков из молочной сыворотки основана на использовании ее в нативном виде или с предварительной очисткой (осветлением). Перспективным является производство специальных концентратов молочной сыворотки для приготовления напитков.

Напитки из натуральной сыворотки. Представляют особую ценность, так как содержат все составные части молока за исключением казеина. Среди напитков наиболее широкое распространение получили: натуральная пастеризованная сыворотка, напитки типа молока, кумыс, шипучие напитки, кисели и желе.

В качестве наполнителей при выработке напитков используют сахар, изюм, растительное масло, сиропы, фруктовые соки, ароматические вещества и стабилизаторы, молочный белок. Наполнители вносят в сыворотку до пастеризации, смесь тщательно перемешивают. Например, технология оригинального диетического фито-напитка «Чудо», разработанная ВНИМИ, предусматривает мягкую тепловую обработку молочной сыворотки с внесением до 10 различных видов концентратов сухих фруктов (пульпы), витаминов А, С и солей кальция.

Сыворотка молочная пастеризованная вырабатывается из творожной сыворотки и предназначена для непосредственного потребления, а также для

приготовления кулинарных изделий. Схема технологических процессов ее производства включает сбор и сепарирование сыворотки, пастеризацию, охлаждение, фасование, хранение и реализацию. Пастеризацию проводят при 72 ± 2 °С с выдержкой 15...20 с, затем охлаждают до $6 + 2$ °С. Готовый продукт при этой температуре можно хранить в течение 24 ч. Общее количество бактерий в 1 мл напитка не должно превышать 100 000 клеток с исключением патогенных микроорганизмов. Для придания специфических вкуса и аромата вносят кориандр, ванилин и другие вещества.

Ацидофильно-дрожжевой напиток вырабатывают с добавлением вкусовых и ароматических веществ. Сбраживание молочной сыворотки ведут при 30...33°С в течение 16...18ч до кислотности 75... 100 Т. Готовый напиток охлаждают до 6...8 °С и выдерживают для созревания 12 ч. Срок реализации продукта 7 сут.

Напиток типа молока готовят путем смешивания молочной сыворотки с кислотностью не выше 20 °Т с белковыми композициями из сои и липидным комплексом на основе жиров животного и растительного происхождения. После эмульгирования жира смесь гомогенизируют.

Кумыс готовят на основе молочной сыворотки с добавлением натурального или обезжиренного молока, а также пахты с последующим смешанным брожением. Например, по одному из способов, описанному М. С. Коваленко, берут доброкачественную сыворотку кислотностью не выше 60 °Т и натуральное молоко кислотностью не выше 20 °Т. Молочную сыворотку пастеризуют при 70 °С с выдержкой 20 мин, охлаждают до 40 °С и вносят 3...5 % закваски чистых культур болгарской и ацидофильной палочки неслизистой расы. Брожение ведут при 40 °С до кислотности 85...90 Т, затем сыворотку охлаждают до 25 °С и вносят 7 % свекловичного сахара в виде пастеризованного сиропа, а также смесь хлебопекарных (0,1 %) и молочных (0,4 %) дрожжей. В процессе брожения сыворотку через каждые 1...2ч тщательно перемешивают. Через 16...18 ч брожения смесь охлаждают до 18...20°С и к ней добавляют пастеризованное и охлажденное до 10 °С молоко.

При смешивании получается тонкодиспергированный молочный сгусток. Брожение можно продолжить еще на 18...20 ч. Готовый напиток охлаждают до 8... 10 °С и разливают в герметически закупориваемую тару (бутылки, бочонки).

Кумыс можно готовить из молочной сыворотки и путем ее обогащения сахаром, патокой, ржаной мукой с последующим сбраживанием.

Оригинальный напиток из смеси сгущенной молочной сыворотки, обезжиренного молока и пахты разработан под руководством В. К. Шамгина (Беларусь). Его состав близок к составу кумыса из кобыльего молока.

Жидкий кисель из молочной сыворотки готовят путем внесения при 90 °С сахара, крахмала и фруктовых эссенций. Кисель после охлаждения до 40...45 °С фасуют и хранят при 4...6 °С. Путем распылительной сушки предварительно сгущенной в 5...6 раз сыворотки и внесения наполнителей можно получить сухой кисель.

Фруктово-ягодные желе из сыворотки готовят путем внесения сахара, наполнителей и агар-агара (или желатина). Продукт имеет чистый сладковатый вкус и выраженный аромат наполнителей. Консистенция — студнеобразная, эластичная, однородная по всей массе.

Для получения прозрачных напитков из неосветленной молочной сыворотки можно использовать гидролиз белковых веществ ферментными препаратами. По оригинальному способу, разработанному Н. Н. Романской (Украина), сывороточные белки гидролизуют пепсином, а затем обогащают ароматическими веществами.

Напитки из осветленной сыворотки. Готовят их предварительным удалением белков путем тепловой коагуляции или ультрафильтрации. Тепловую коагуляцию проводят одновременно с внесением реагентов, разрешенных органами здравоохранения, — кислот, таннина, экстракта чая и др. Смесь подогревают до 90...95 °С и выдерживают 20 мин. Образующиеся хлопья белка удаляют отстоем, фильтрацией или центрифугированием. Очищенную (осветленную) сыворотку используют для выработки прохлад-

дительных напитков. Технология освежающих напитков из осветленной сыворотки включает внесение наполнителей и чистых культур молочнокислых бактерий.

Напиток «Прохлада» вырабатывают из пастеризованной осветленной сыворотки путем сквашивания чистыми культурами болгарской и ацидофильной палочек, молочными дрожжами, сбраживающими лактозу, с внесением сахарного или плодово-ягодного сиропов. Сквашивание ведут при 26...28 °С в течение 16... 18 ч до кислотности 100...110⁰T. Для придания напитку окраски вносят жженый сахар.

Сывороточный квас также можно вырабатывать из осветленной сыворотки. Биологическая обработка молочной сыворотки обеспечивает устранение специфического привкуса сыворотки, повышает кислотность до кислого вкуса, свойственного квасу, и накопление углекислого газа. Для обеспечения брожения в сыворотку вносят сахарозу, хлебный экстракт, хлебопекарные и молочные дрожжи.

Перспективным направлением является получение напитков из молочной сыворотки, обогащенной лактулозой, с последующим культивированием бифидобактерий.

Безалкогольные сывороточные напитки готовят на основе сывороточного концентрата, получаемого из творожной сыворотки путем ее очистки от белков, сгущения в 4...6 раз и обработки адсорбентами.

5 Технология сыворотки обогащенной

Сыворотка молочная обогащенная вырабатывается из творожной и подсырной молочной сыворотки путем культивирования ацидофильной палочки. Продукт предназначен для использования в виде кормовой добавки животным в целях профилактики желудочно-кишечных заболеваний, Массовая доля сухих веществ в сыворотке молочной обогащенной — 6%, кислотность — 60—90°T.

Технологический процесс производства сыворотки молочной обогатщенной осуществляется в следующей последовательности: сбор сыворотки, пастеризация, охлаждение, ферментация, охлаждение, фасование, хранение.

Молочную сыворотку после сепарирования пастеризуют при температуре 65°C с выдержкой 30 мин или температуре 72°C с выдержкой 15 с. Пастеризованную сыворотку охлаждают до 45°C и подают в ферментер, где она сквашивается закваской из чистых культур ацидофильной палочки в течение 5—6 ч до кислотности 40—60°Т, готовую сыворотку охлаждают до 8—10°C, фасуют во фляги или цистерны, хранят при 8°C не более 2 сут.

6 Технология Био-ЗЦМ

БИО-ЗЦМ — это сухой заменитель цельного молока для выпойки молодняка сельскохозяйственных животных, который получают путем сгущения смеси биологически обработанной сыворотки (дрожжеванная сыворотка), несепарированной подсырной сыворотки и обезжиренного молока, последующего ее смешения с жировыми компонентами и сушки. Массовая доля влаги в БИО-ЗЦМ составляет не более 7%, жира — не менее 20%, протеина — не менее 25%.

Молочную сыворотку, предназначенную для ферментации, пастеризуют при температуре 70—74°C с выдержкой 15 с и под-сгущают до массовой доли сухих веществ 15%. При необходимости хранения ее охлаждают до 6—10°C. Подсгущенную сыворотку пастеризуют при температуре 90°C, выдерживают в течение 5 мин при постоянном перемешивании, охлаждают до 25°C и направляют на ферментацию. Ферментацию подсгущенной сыворотки проводят в рабочих ферментаторах при внесении раствора минеральных солей и засевных дрожжей *T. Candida*. В процессе культивирования дрожжей поддерживают температуру 24—28°C, рН не регулируют, продолжительность роста клеток—14—18 ч. Ферментацию заканчивают при полном использовании лактозы в среде и

выходе сырой биомассы 250 г/л. Кислотность дрожжеванной сыворотки не должна превышать 30°Т. Для инактивации живых клеток дрожжей полученную дрожжеванную сыворотку нагревают до 82°С, затем охлаждают до 8°С и направляют для составления смеси.

Подсырную несепарированную сыворотку, предназначенную для использования в смеси в качестве источника лактозы, пастеризуют при температуре 70—74°С с выдержкой 15 с для инактивации сычужного фермента, охлаждают до 6—10°С и хранят в емкостях для составления смеси.

Обезжиренное молоко пастеризуют при температуре 83—87°С с выдержкой 15 с, охлаждают до 6—10°С и направляют в емкость для составления смеси.

Смесь обезжиренного молока, подсырной и дрожжеванной сыворотки в количествах, определенных рецептурой, перемешивают и подают на сгущение. Смесь сгущают в вакуум-выпарных аппаратах до массовой доли сухих веществ 45%, гомогенизируют при температуре 60°С и давлении 10 МПа и сушат на распылительных или вальцовых сушильных установках.

Молочную кислоту получают из подсырной, творожной и казеиновой сыворотки путем сквашивания ее закваской, приготовленной на чистых культурах болгарской палочки.

Продукт используется в пищевой, кожевенной и текстильной промышленности.

После сепарирования сыворотку нагревают до температуры 90—95°С для уничтожения микроорганизмов и денатурации сывороточных белков. Очищенную от белков сыворотку рекомендуется сгущать в 2,5—3 раза. Охлажденную до 45—50°С сыворотку заквашивают закваской, приготовленной на чистых культурах болгарской палочки. Чтобы не замедлять развития микроорганизмов, образующуюся в процессе брожения молочную кислоту периодически нейтрализуют карбонатом кальция до кислотности 120—100°Т. При нейтрализации образуется лактат кальция. Конец брожения определяют по остаточной массовой доле лактозы, которая

не должна превышать 0,4%. Сброженную сыворотку нагревают до 80—90°C для уничтожения микроорганизмов, нейтрализуют карбонатом кальция до кислотности 5—10 °Т и фильтруют.

Фильтрат после охлаждения до 46—50°C обрабатывают серной кислотой, которая, вступая в реакцию с лактатом кальция, образует нерастворимый осадок — сульфат кальция. Осадок отфильтровывают, а полученный фильтрат сгущают в 2—5 раз, в зависимости от необходимой массовой доли молочной кислоты в растворе (10—45%), после чего очищают до желаемой чистоты.

Контрольные вопросы и задания

- 1 Подготовить презентацию о производстве продуктов из молочной сыворотки.
- 2 Особенности технологии белковых продуктов из молочной сыворотки
- 3 Виды сгущенных продуктов из молочной сыворотки и их технология.
- 4 Виды сухих продуктов из молочной сыворотки и их технология.
- 5 Виды БИО-продуктов из молочной сыворотки и их технология.

Мунир Мазгутович Гафин

**ТЕХНОЛОГИЯ ЦЕЛЬНОМОЛОЧНОЙ И КИСЛОМОЛОЧНОЙ
ПРОДУКЦИИ:**

краткий курс лекций

для подготовки бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции». - Димитровград: Технологический институт – филиал УлГАУ, 2021.- 65 с.