

Министерство сельского хозяйства РФ
ФГБОУ ВПО «Брянская государственная сельскохозяйственная академия»
Мичуринский филиал

Приемка и первичная обработка молочного сырья
Учебное пособие

Специальность 19.02.07 Технология молока и молочных продуктов

Брянск, 2014

УДК 637(07)
ББК 36.95я73
П 75

П 75 Приемка и первичная обработка молочного сырья: учебное пособие / Сост. И.В.Сидоренко. – Брянск: ФГБОУ ВПО «Брянская государственная сельскохозяйственная академия»; Мичуринский филиал, 2014.- 124 с.

Данное учебное пособие предназначено для студентов среднего профессионального образования, изучающих ПМ 01 Приемка и первичная обработка молочного сырья программы подготовки специалистов среднего звена профессионального образования специальности 19.02.07 Технология молока и молочных продуктов и имеет своей целью помочь в организации самостоятельной работы обучающихся и облегчить им изучение теоретического курса по профессиональному модулю.

Рецензенты:

Вечирко О.М. - преподаватель высшей категории ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА» Мичуринского филиала

Куличенко А.И. - доцент кафедры технологического оборудования животноводства и перерабатывающего производства ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»

Печатается по решению методического совета Мичуринского филиала Брянского ГАУ

УДК 637(07)
ББК 36.95я73

© Сидоренко И.В. 2014
© ФГБОУ ВПО «Брянская
государственная
сельскохозяйственная
академия» Мичуринский
филиал, 2014

Содержание:

	стр.
Введение	4
Тема: Общие сведения о молочном скотоводстве	5
Тема: Составные части молока	14
Тема: Физико-химические, органолептические и технологические свойства молока	23
Тема: Оборудование для транспортировки молока	34
Тема: Оборудование для перекачивания молока	39
Тема: Оборудование для приемки, очистки, резервирования и хранения молока	44
Тема: Оборудование для механической обработки молока	50
Тема: Оборудование для тепловой обработки молока	60
Тема: Ход приемки сырья, учет количества и оценка качества молочного сырья	69
Тема: Сепарирование и нормализация молока	79
Тема: Гомогенизация молочного сырья	93
Тема: Мембранная обработка молочного сырья	100
Тема: Тепловая и вакуумная обработка молока и молочных продуктов	107
Используемая литература	122

Введение

Исторически молочное дело прошло путь от кустарного домашнего до крупных специализированных молочных предприятий с полной автоматизацией производства. В последние годы в силу сложившихся реалий появились четкие тенденции к организации производства молочных продуктов на специализированных модулях и заводах малой мощности, непосредственно на ферме и в личном подворье.

Молочные продукты, выпускаемые мини-заводами, должны изготавливаться квалифицированными специалистами по технологиям, обеспечивающим соблюдение всех требований действующих нормативных документов.

Объёмы переработки молока предполагают отсутствие или незначительные транспортные расходы, более гибкую систему смены ассортимента, максимальное использование вторичного молочного сырья и отходов производства при минимальных трудовых затратах на единицу продукции.

Предприятия могут успешно конкурировать, предлагая молочные продукты более высокого качества и/или по меньшей цене, выпускать продукцию для особых потребителей — сезонных рабочих, студентов, паломников и т.п.

Наряду с переработкой молока предприятия могут и должны развивать альтернативные производства по переработке разнообразного сельскохозяйственного сырья и дикоросов, служить торговыми точками по реализации продукции других промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

Современная технология производства молочных продуктов достаточно подробно описана в этой книге, что поможет избежать многих ошибок и неоправданных издержек производства, порчи молока и готовых продуктов.

Повышение эффективности промышленной переработки молока в агропромышленном комплексе, особенно в условиях рыночной экономики, непосредственно связано с полным и рациональным использованием всех его компонентов на принципах безотходной технологии. В процессе переработки молока появляются побочные продукты - обезжиренное молоко, пахта и молочная сыворотка, которые относятся ко вторичным сырьевым ресурсам. Специалисты мини-производств должны организовать рациональное использование вторичного молочного сырья на пищевые продукты, кормовые средства, медицинские препараты и технические полуфабрикаты. Это позволит организовать переработку молока с использованием всех его компонентов, внедрить безотходную технологию, увеличить выпуск товарной продукции из единицы сырья.

Целью настоящего учебного пособия является описание основных технологических процессов переработки молока.

Тема: Общие сведения о молочном скотоводстве

1. Молочное скотоводство и основные породы скота молочного направления.
2. Строение молочной железы, процесс образования и выделения молока.
3. Способы доения коров
4. Лактационный и сухостойный период коров
5. Первичная обработка молока на ферме

1. Молочное скотоводство и основные породы скота молочного направления.

Молочное скотоводство одна из наиболее важных отраслей животноводства. Оно служит источником таких ценных продуктов питания как молоко, мясо, а так же источником сырья для промышленности. Молоко является практически незаменимой основой питания в детском возрасте, как людей, так и животных. В нем содержатся все необходимые питательные вещества.

По многообразному составу с ним не может конкурировать ни один из известных человеку пищевых продуктов. В молоке имеются почти все известные в настоящее время витамины.

Особенностями, которые характеризуют молочное скотоводство, является: повсеместность производства молока и молочных продуктов для бесперебойного снабжения ими населения, необходимость сочетания молочного скотоводства с другими отраслями сельского хозяйства, значительная трудоемкость и большая доля продукции этой отрасли во всем объеме производства сельскохозяйственной продукции в большинстве регионов страны. Молочное животноводство оказывает большое влияние на экономику всего сельского хозяйства, поэтому производство молока имеет большое народнохозяйственное значение.

Максимальный уровень производства молока в России был достигнут к 90 году. Тогда во всех категориях хозяйств было произведено 55,7 млн. т молока. Упор делался на крупные животноводческие комплексы с промышленной технологией производства. В сельхозпредприятиях они давали более половины всего объема производимого молока. Однако средний надой молока на корову в целом по России в тот период составлял всего 2781 кг.

Последующий период развития молочного скотоводства можно условно разделить на 3 этапа: первый – с 90 по 95 год характеризовался обвальным падением производства молока, особенно – в сельхозпредприятиях, второй – с 96 по 2001 год характеризовался снижением темпов падения, и третий с 2001 по настоящее время – это период стабилизации и частичного роста.

Средний удой молока на корову в сельхозпредприятиях в 2008 году превысил уровень 90 года на 1243 кг и составил 4024 кг молока. В результате реализации приоритетного национального проекта «Развитие АПК» и Государственной программы развития сельского хозяйства на 2008-2012 гг., положено начало

создания новой базы молочного скотоводства. За три года введено в эксплуатацию 306 новых объектов на 168,6 тыс. коров, модернизировано и реконструировано более 1150 молочных комплексов и ферм с использованием самых современных проектов и технологий и комплектацией племенным поголовьем с высоким потенциалом продуктивности.

Основной причиной проблем, из-за которых тормозится развитие молочного скотоводства, является низкая рентабельность, а также высокая конкуренция со стороны аналогичной импортной продукции. Не менее важной причиной того, что молочное скотоводство испытывает трудности, является низкий уровень интереса населения к работе в этой отрасли.

В мире насчитывается до 400 пород крупного рогатого скота. По хозяйственно-полезным качествам они делятся на молочные, молочно-мясные и мясные.

В нашей стране разводят более 50 пород крупного рогатого скота. Среди них наибольшее значение приобрели такие породы, как симментальская и черно-пестрая.

Другие породы крупного рогатого скота разводят пока зонально.

Основные породы крупного рогатого скота молочного направления следующие: Черно-пестрая порода; Голландская порода; Голштино-фризская порода; Холмогорская порода; Красная степная порода; Ярославская порода; Тагильская порода; Бурая латвийская порода; Айрширская порода; Джерсейская порода.

2. Строение молочной железы, процесс образования и выделения молока.

Вымя коровы представляет собой молочную железу. Оно состоит из четырех долей – четвертей: двух передних и двух задних. Доли вымени не сообщаются между собой, и поэтому молоко из одной доли не может попасть в другие. Каждая доля вымени имеет свой сосок.

Левая и правая половины вымени разделены эластичной перегородкой, которая не только разделяет молочную железу, но и поддерживает ее. У старых коров она ослабевает, и поэтому с возрастом вымя становится более отвислым.

Вымя состоит из железистой, жировой и соединительной тканей, каждая из которых выполняет свои функции. Образование молока происходит в железистой ткани, которая состоит из большого количества мельчайших пузырьков - альвеол. Внутренняя поверхность альвеол выстлана клетками, в которых и образуется молоко. Накопившееся в альвеолах молоко поступает в мельчайшие молочные протоки, соединяющиеся в молочные каналы, которые укрупняются по мере их слияния и формируют молочные ходы. По еще более широким молочным протокам молоко поступает в четыре молочные цистерны. Каждая цистерна заканчивается сосковым отделом цистерны. В соске расположен выводной канал, который на конце имеет круговой мускул - сфинктер, препятствующий самопроизвольному выведению молока наружу. При доении сфинктер расслабляется, что позволяет извлекать молоко из вымени.

К моменту доения в цистернах содержится до 25 % накопленного в вымени молока, а остальное находится в протоках и альвеолах. Если в сосок вымени вставить катетер, представляющий собой полую трубку, то цистернальное молоко самопроизвольно вытечет. Однако полного опорожнения вымени, можно достигнуть только путем доения.

Соединительная ткань в вымени расположена вокруг железистой, выполняя опорную функцию и предохраняя вымя от неблагоприятных воздействий внешней среды.

Вымя имеет множество чувствительных нервных окончаний, которые передают в центральную нервную систему сигналы о раздражении, например о начале доения и др.

Снаружи вымя покрыто эластичной кожей с редким коротким волосом. Поэтому она при неблагоприятных воздействиях внешней среды, плохом уходе, сырости и сквозняках в помещении, быстром движении коров легко повреждается, что может быть причиной возникновения мастита.

После доения вымя спадает и на нем, особенно с задней стороны, образуется много складок. Это так называемый запас вымени, по выраженности которого можно судить о емкости молочной железы.

Образование молока - сложный физиологический процесс, в котором участвует не только молочная железа, но и другие органы и системы. Для образования молока используются питательные вещества, поставляемые к вымени с кровью. В свою очередь, в кровь питательные вещества поступают из пищеварительной системы.

Поэтому для высокопродуктивной коровы очень важное значение имеет хорошее развитие органов пищеварения.

Для образования 1 л молока через вымя должно пройти 400-500 л крови. Следовательно, у коровы должна быть система органов кровообращения, способная к постоянной напряженной работе.

Регулируется образование молока нервной и гормональной системами. Из желез внутренней секреции ведущее значение имеет гипофиз, который выделяет в кровь гормоны, в частности пролактин, вызывающий секрецию молока.

Раздражение нервных окончаний сосков при доении или сосании активизирует работу гипофиза, что способствует усилению секреции молока.

Секреция молока осуществляется в молочной железе.

Эпителиальные клетки, выстилающие полость альвеол, синтезируют основные составные части молока: белки, жиры и молочный сахар - лактозу из питательных веществ, поступающих с кровью. В процессе синтеза они претерпевают значительные изменения. Так, белок казеин, кроме молока, нигде в природе не встречается.

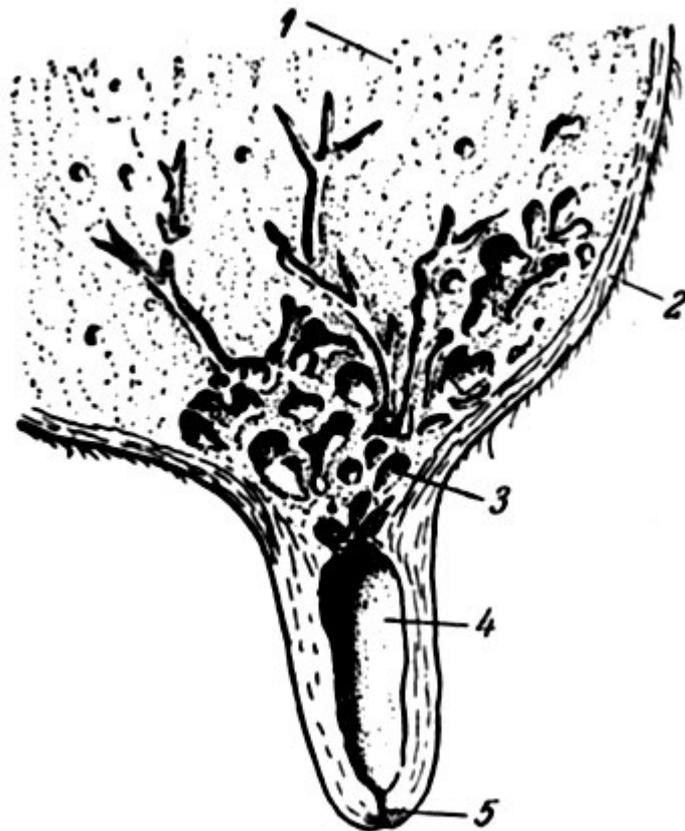
Витамины, минеральные соли, гормоны и ферменты поступают в плазму из крови животного в готовом виде.

У лактирующих коров молоко в вымени образуется непрерывно. Вначале молоко заполняет полости альвеол, выводные протоки, затем - более крупные протоки и в последнюю очередь - молочные цистерны. По мере накопления в

вымени молока вследствие снижения тонуса гладкой мускулатуры сократительная сила мышечных волокон ослабевает. В результате до определенного периода существенного увеличения давления в вымени не происходит и сохраняются условия для накопления молока.

Заполнение всех полостей вымени происходит в течение 10 - 12 ч, затем внутреннее давление начинает повышаться, кровеносные сосуды сдавливаются, что приводит к постепенному снижению секреторной деятельности молочной железы. Если корову не доить 14 - 16 ч, то давление в вымени возрастет настолько, что секреция молока полностью прекратится. Если и после этого корова не будет выдоена, то начинается обратный процесс-всасывание компонентов молока.

Следовательно, для поддержания высокой интенсивности молокообразования необходимо регулярное выведение молока из вымени. Пропуск доения, чрезмерно большой интервал между доениями тормозят молокообразование и приводят к снижению удоев.



Сосок и цистерна вымени (продольный разрез): 1 - железистая ткань; 2 - кожа на вымени; 3 - цистерна; 4 - сосковая полость; 5 - выводной канал.

3. Молочная продуктивность крупного рогатого скота и факторы, влияющие на неё.

Молочная продуктивность коров колеблется в весьма широких пределах (от 1000 до 25 000 кг и более). Даже в одной и той же климатической зоне за один

и тот же календарный период средние удои коров в отдельных хозяйствах значительно различаются.

Различия в молочной продуктивности обусловлены условиями кормления, содержания, эксплуатации животных и уровнем племенной работы с каждым стадом. Потенциальные возможности пород, разводимых в хозяйствах нашей страны высокие.

Факторы, влияющие на молочную продуктивность:

1. Породные и индивидуальные наследственные особенности коров.

*Создавая породы животных и работая над их совершенствованием, человек специализировал каждую из них, развивая те или иные признаки продуктивности. В связи с этим породы крупного рогатого скота молочного направления продуктивности обладают значительно большими способностями к высоким удоям, чем мясные породы. Это выражено тем ярче, чем продолжительнее и квалифицированнее была работа по совершенствованию породы. Но в пределах каждой породы, каждого стада величина молочной продуктивности обуславливается индивидуальными наследственными особенностями животных. Учитывая большую зависимость **молочной продуктивности** от породных и индивидуальных наследственных особенностей животных, следует систематически совершенствовать эти особенности, разводить породный скот, отбирать молодняк на племя от лучших по продуктивным и племенным качествам родителей, осуществлять эффективные методы и приемы селекции.*

2. Возраст коров.

Общая закономерность возрастной изменчивости молочной продуктивности выражается в том, что удои равномерно увеличиваются до определенного максимума, а затем постепенно уменьшаются.

Эта закономерность обусловлена тем, что секреторная деятельность молочной железы находится в зависимости от развития половой системы, всех внутренних органов и тканей, размеров тела и общей жизнедеятельности организма. Чем более скороспелым будет скот, чем лучше выращивается и развивается животное в молодом возрасте, тем интенсивнее увеличивается молочность, раньше достигается максимальная продуктивность, а удои молодых коров меньше отличаются от удоя половозрелых животных.

Возрастные изменения удоев у отдельных животных могут быть различными. Некоторые коровы за первые лактации имеют невысокие удои, а затем постепенно раздаиваются и дают рекордную продуктивность после 8-9 отела. Но нередко встречаются коровы, которые дают большие удои сразу после первого отела и удерживают высокую продуктивность на протяжении многих лактаций.

Для увеличения производства молока в каждом хозяйстве в течение ряда лет необходимо прежде всего обеспечить лучшее развитие животных в молодом возрасте.

3. Зависимость молочной продуктивности от живой массы коров.

Молочная продуктивность коровы зависит в немалой степени от ее живой массы, так как живая масса является показателем общего развития и выражает

степень упитанности животного. Обычно в тех хозяйствах, где получают наибольшее количество молока, средняя живая масса коров значительно выше, чем в других хозяйствах, разводящих животных той же породы.

Высокая молочная продуктивность коров связана с большим физиологическим напряжением всего организма, поэтому они должны быть хорошо развитыми, иметь крепкую конституцию и здоровье. Заботу о будущих высокопродуктивных коровах надо проявить еще с внутриутробного периода их развития путем правильного проведения сухостойного периода у коров-матерей и обеспечения оптимальных условий кормления и содержания во все периоды выращивания животного после рождения. В каждой породе, в каждом стаде лучшая по продуктивности часть животных, как правило, имеет более высокую живую массу, чем в среднем по породе, в среднем по стаду. Для лучших в породе рекордисток по удою характерна и более высокая живая масса.

4. Кормление коров.

Бесперебойное полноценное кормление коров — необходимое условие получения от них высокой молочной продуктивности. Полноценное кормление влияет не только на удои, но и на состав молока. При недостаточном кормлении сначала снижаются удои (в это время жирность молока может даже временно увеличиваться), а затем падает жирность молока. Особенно отрицательно влияет на жирность молока белковый недокорм скота.

От кормов, входящих в рацион молочного скота, зависят состав молока, его вкусовые качества и технологические свойства. Включение в рацион жмыхов (подсолнечного, хлопчатникового, льняного) временно повышает жирность молока на 0,2—0,4%. При скармливании коровам макового, рапсового, конопляного жмыхов жирность молока, наоборот, снижается. Различное влияние жмыхов на жирность молока объясняется количеством, составом и свойствами содержащихся в них растительных масел.

К кормам, положительно влияющим на состав молока, относятся подсолнечный и льняной жмыхи, доброкачественное сено из молодой травы, зеленая масса бобовых или травосмесей; злаковых и бобовых культур. Скармливание молочному скоту зеленых кормов и пастбищной растительности в весенне-летний период, а в зимнее время доброкачественных силосованных кормов и сенажа позволяет получать молоко, обогащенное каротином и витамином А.

При включении в рацион большого количества некоторых видов сочных кормов (турнепс, брюква, ботва корнеплодов) молоко приобретает заметную горечь, кормовой привкус. Состав и свойства молока ухудшаются при скармливании недоброкачественных кормов (загнивших или заплесневелых корнеплодов, сена, силоса и сенажа).

На практике часто встречаются случаи снижения жирности молока в весенний период при переводе коров на кормление зеленой травой. В это время зеленые корма содержат небольшое количество клетчатки и коровы получают ее в рационе недостаточно. Это оказывает влияние на характер бродильных процессов в рубце, в частности, угнетает образование уксусной кислоты, что

отрицательно влияет на синтез молочного жира молочной железой. Для предотвращения снижения жирности молока следует при кормлении коров молодой зеленой массой включать в их рацион 1,5—2 кг хорошего сена или другого корма, богатого клетчаткой.

5. Условия содержания коров и сезон года.

Существенное влияние на молочную продуктивность коров оказывают температура, влажность и насыщенность газами окружающей среды. Оптимальные параметры микроклимата для коров, которые обеспечивают нормальный обмен в организме и не оказывают отрицательного воздействия на уровень удоев и состав молока, следующие: температура воздуха 5—15°C, относительная влажность 70—75%.

В пастбищный период продуктивность выше, чем в стойловый период.

В течение года требования животных к оптимальной температуре меняются (например, летом после линьки животных). Это обусловливается способностью животных регулировать теплопродукцию в зависимости от температуры воздуха.

Высокая относительная влажность воздуха (более 75%) при сочетании с высокой температурой ухудшает общее состояние животных и снижает их продуктивность.

Вредно действует на состояние животных и понижает их продуктивность повышенное содержание в воздухе помещения углекислоты, аммиака и сероводорода.

Неблагоприятное влияние на молочную продуктивность коров оказывает нарушение спокойной обстановки за счет большого шума, вызываемого неотрегулированной работой машин, оборудования и другими посторонними средствами.

6. Длительность сухостойного периода (когда корова перед отелом определенное время не доится). Этот период должен быть не менее 6 недель. Если этот период меньше, то продуктивность соответственно меньше.

7. Стерильность коровы.

Коровы, которые не случены (их называют яловыми) несколько лет, дают молока меньше.

4. Способы доения коров

На молочных фермах применяется ручное и машинное доение коров.

Недостатки ручного доения: 1) одновременно можно выдаивать молоко только из двух сосков, в то время как рефлекс молокоотдачи распространяется сразу на все вымя коровы; 2) поступающее в открытое ведро молоко загрязняется; 3) доение сопряжено с большими затратами труда; 4) за смену одна доярка выдаивает обычно лишь 10—12 коров.

Машинное доение значительно облегчает труд доярок, повышает его производительность в несколько раз, что ведет к снижению себестоимости молока. При машинном доении получают доброкачественное молоко: оно поступает из вымени в закрытую систему и не соприкасается с внешней средой. Работа доярок при машинном доении заключается в подготовке коров к доению

(обмывание, массаж вымени, сдаивание первых струек молока), надевании доильных стаканов на соски вымени, наблюдении за работой доильной машины и в своевременном ее отключении. После снятия стаканов проверяют полноту выдаивания коровы при легком массаже вымени. Иногда корову додаивают машиной после механического массажа вымени. Машинное доение коровы длится обычно 4—7 мин, причем за 1 мин выдаивается около 1 кг молока.

Машинное доение должно отвечать следующим требованиям: 1) быстрота выдаивания; 2) полнота извлечения молока; 3) равномерное выдаивание всех сосков; 4) чистота доения; 5) отсутствие болевых раздражений вымени; 6) недопустимость вакуума в сосках, что может привести к заболеванию вымени коровы маститом или появлению крови в молоке.

Основной способ доения коров - машинный, при котором учитываются биологические факторы животных.

Производят дву- и трехкратное доение коров в течение суток. При трехкратном доении в ряде случаев получают на 10 % больше молока, чем при двукратном. При сокращении же количества доений с трех до двух затраты труда снижаются на 25-30 %.

5. Лактационный и сухостойный период коров

Лактационный цикл у коровы длится обычно 12мес, в том числе 305 дней лактации и 60 дней сухостойный период. Последний является как бы подготовкой к следующему периоду лактации. В течение периода сухостоя корова не производит молока, но использует питательные вещества для развития плода теленка и подготовки вымени для следующей лактации.

По составу молока лактацию делят на три периода: молозивный (5-7 дней после отела), нормального молока (293-288 дней), стародойного молока (7-10 дней перед отелом).

Молоко, полученное в первые дни отела называют молозиво. Оно имеет желтовато-бурый цвет, солоноватый привкус, специфический запах, густую, вязкую консистенцию. Белка в нем больше в 4 раза, жира - в 1,5-2, минеральных веществ в 1,5 раза, больше каротина, витаминов, ферментов, иммуноглобулинов и лизоцима, но меньше молочного сахара (лактозы). Кислотность молозива 40 °Т.

В стародойном молоке повышенное содержание жира, белков, ферментов, минеральных веществ

6. Первичная обработка молока на ферме

Основными технологическими операциями являются: сбор и транспортирование молока, приемка, контроль качества и учет количества, очистка, охлаждение и хранение молока.

Очистка от механических загрязнений. Наиболее простым способом очистки молока от механических загрязнений является фильтрование с использованием фильтров различной конструкции. При механизированном доении молоко фильтруется через фильтры, установленные в линии молокопровода. Такие

фильтры входят в конструкцию доильных установок. Плотные нетканые материалы и бязь обеспечивают очистку молока до 1 группы.

Для эффективной очистки молока в доильных установках размещают параллельно 2 фильтра, соединенных между собой в общую систему посредством трехходовых кранов, при помощи которых можно переключать фильтры в процессе доения с грязного на чистый для замены фильтрующей ткани на загрязненном фильтре.

В качестве фильтрующих материалов используют бязь, марлю, миткаль, фланель, лавсан, пропиленовые волокна, а также металлические, керамические материалы.

Наиболее эффективна очистка от механических примесей с помощью центробежных молокоочистителей. Очистка на сепараторах-молокоочистителях позволяет удалить из молока не только механические примеси, но и слизь, сгустки молока. Центробежную очистку целесообразно проводить при температуре 40 ± 5 °С, при которой триглицериды находятся в жидком состоянии, в результате чего не происходит подсыхания молочного жира и снижаются его потери. Такую температуру имеет свежесвыдоенное молоко, поэтому центробежную очистку нужно проводить в течение 2 ч после доения.

Охлаждение молока. После очистки свежесвыдоенное молоко должно быть немедленно охлаждено, иначе по истечению 1-2 часов (бактерицидной фазы) его качество резко ухудшается. Развитие молочнокислых бактерий, вызывающих повышение кислотности молока и его сквашивание, приостанавливается при температуре, близкой к 10 °С. При температуре от 0 до 10 °С молочнокислые бактерии практически не размножаются. Для кратковременного хранения молока (не более 1 суток) достаточно охладить молоко до температуры 6-10 °С, для более длительного хранения молоко нужно охладить до температуры 2-4 °С.

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите основные породы скота молочного направления.
2. Что представляет собой молочная железа КРС.
3. Назовите факторы, влияющие на молочную продуктивность.
4. Какие способы доения коров вы знаете?

Тема: Составные части молока

1. Состав молока.

1. Молоко - продукт нормальной физиологической секреции молочных желез сельскохозяйственных животных, полученный от одного или нескольких животных в период лактации при одном и более доениях, без каких-либо добавлений к этому продукту или извлечений каких-либо веществ из него.

Молоко состоит из воды и сухого остатка, включающего жир, фосфатиды, стерин и другие азотистые вещества, белки, молочный сахар, минеральные соли, а также микроэлементы, газы, витамины, ферменты, гормоны.

Химический состав молока

Компоненты	Содержание, %
Вода	87,5
Белки	3,2
Жиры	3,6
Углеводы	4,8
Минеральные вещества	0,9

Вода. В молоке содержится 85-89 % воды. Большая часть воды в молоке 83,5-84 % находится в свободном состоянии и может принимать участие в химических реакциях. Свободная вода не связана с составляющими компонентами молока и легко удаляется при его сгущении, сушке или замораживании. 3-,35 % воды находится в связанном состоянии (вода, удерживаемая молекулярными силами компонентов молока).

Сухие вещества – это вещества, которые остаются в молоке после высушивания при 103-105 °С до постоянной массы. Массовая доля сухих веществ в молоке составляет 12-13 % и зависит от его состава. В наибольшей степени на количество сухих веществ в молоке влияет содержание жира. Массовую долю сухих веществ в молоке можно рассчитать по формуле:

$$СВ=(4,9*Ж+Д)/4+0,5,$$

СВ – массовая доля сухого вещества, %; Ж – массовая доля жира в молоке, %; Д – плотность молока при 20 °С, °А.

Массовая доля сухого обезжиренного остатка колеблется от 8 до 10%. В питательном отношении СОМО является самой ценной частью молока. Количество СОМО получают, вычитая из количества СВ процент жира.

Белки молока. Количество белков в молоке колеблется от 3,05 до 3,85% (в среднем 3,2%). В их состав входит около 80% казеина, около 20% сывороточных белков (12% альбумина, 8% глобулина).

Основа белковых молекул - аминокислоты, соединенные между собой пептидными связями. Известно более 20 аминокислот, 18 из них обнаружены в молочном белке, в том числе 8 незаменимых, т. е. не синтезируемых в организме человека. Большая часть из них (метионин, триптофан, изолейцин, фенилаланин)

в белке молока содержится в количестве, значительно превышающих их содержание в белках мяса, рыбы и растительных продуктов.

Казеин – основной белок молока по количеству и технологическому значению. Его содержание в молоке колеблется от 2,3 до 2,9%. Под действием кислот, солей и ферментов казеин свертывается (коагулирует) и выпадает в осадок. Коагуляцией казеина обусловлено свертывание молока под действием молочной кислоты, образующейся в результате молочнокислого брожения. При производстве сыров и творога казеин осаждают сычужным ферментом.

Сывороточные белки. Белки, которые остаются в сыворотке после осаждения казеина. **Альбумин** – находится в молоке в растворенном состоянии и выпадает в осадок при нагревании до 70 °С. Выпавший в осадок альбумин, денатурирует и вновь не растворяется. Для альбумина характерно большое содержание такой аминокислоты, как триптофан (около 7%), которую не содержит ни один белок. **Глобулин** – свертывается при нагревании до 72-75 °С в слабокислой среде. Как альбумин, так и глобулин – это белки плазмы крови. Они являются носителями иммунных свойств. Количество их увеличивается в молозиве.

Помимо указанных белковых веществ, в молоке содержится белок оболочек жировых шариков.

Молочный жир. В молоке жир находится в виде эмульсии или суспензии и имеет форму мелких шариков. Число и размер жировых шариков зависят от породы скота, периода лактации, корма и условий содержания. Диаметр жировых шариков колеблется от 0,5 до 10 мкм.

Содержание молочного жира в молоке колеблется от 2,8 до 5%.

По химическому составу молочный жир представляет собой сложный эфир глицерина и жирных кислот. Из молочного жира выделено до 20 жирных кислот (насыщенные: масляная, капроновая, каприловая, каприновая, лауриновая, миристиновая, пальмитиновая, стеариновая, арахидоновая; ненасыщенные: олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая, миристолеиновая и др.). Насыщенные жирные кислоты молочного жира определяют такие его свойства, как способность к плавлению, а следовательно, его консистенцию, вкус и запах. Температура плавления и отвердевания служат важными физическими характеристиками для молочного жира. Температурой плавления молочного жира считают температуру, при которой он переходит в жидкое состояние (28-36 °С). Температурой отвердевания считают температуру, при которой молочный жир отвердевает (18-23 °С).

В молочном жире растворены витамины А, Д, Е.

Кроме молочного жира в молоке находятся липиды (жиры и жироподобные вещества): фосфолипиды, стерины и каротин. Основной из **фосфолипидов** – лецитин – входит в состав оболочек жировых шариков. Фосфолипиды необходимы для построения костной и нервной тканей, а также мозгового вещества, поэтому они постоянно должны поступать в организм вместе с пищей.

В молочных продуктах фосфолипиды могут действовать либо как прооксиданты (ускорители окисления молочного жира), либо как антиоксиданты, препятствующие окислению.

Стерины молока представлены в основном холестерином, выполняющим в организме жизненно важные функции, например обезвреживать ядовитые вещества крови – сапонины, которые способствуют растворению красных кровяных шариков.

Поступающий вместе с пищей холестерин расходуется в зависимости от потребности организма. Если обмен веществ в клетках нарушается из-за неправильного питания в течение ряда лет, то холестерин может стать причиной развития атеросклероза.

Каротин – жирорастворимый пигмент молока – обуславливает окраску молочного жира и молока. Содержание каротина и соответственно интенсивность окрашивания зависят от состава корма, времени года, породы животного.

Зимой и весной содержание каротина в молоке уменьшается из-за недостаточного его содержания в кормах. При хранении молока и масла на свету содержание его снижается.

Молочный сахар (лактоза). Содержание его в молоке составляет 4,5-5,0%. Он является главным источником питания молочнокислых бактерий, которые сбраживают молочный сахар до образования молочной кислоты. Молочная кислота отщепляет молочный сахар от казеина кальций, в результате чего последний выпадает в осадок. Этот процесс используется при производстве творога, простокваши, сметаны и др. продуктов.

Длительное нагревание молока при высокой температуре (100 °С и выше) приводит к изменению цвета, что обусловлено взаимодействием белков с молочным сахаром. Образуются меланоидиновые соединения. Молочный сахар менее сладкий, чем свекловичный.

Минеральные соли. В молоке содержатся около 0,6-0,8%: соли кальция, магния, калия, железа, милоновой и фосфорной кислот.

Они имеют большое значение в питании организма. При недостатке или избытке их нарушается коллоидная система, что вызывает выпадение белков в осадок.

Равновесие солевой системы молока в процессе его переработки может нарушиться из-за изменения температуры, рН молока. Самопроизвольное нарушение солевого равновесия молока под действием различных факторов вследствие нарушения технологического процесса может вызвать нежелательные реакции в молоке на различных стадиях переработки (например, коагуляция белков при стерилизации молока). Направленное нарушение солевого равновесия молока применяют при выработке творога, сыров и некоторых молочных продуктов.

Микроэлементы. В молоке содержатся в очень малых количествах. К ним относятся медь, марганец, йод, алюминий, хром, цинк, кобальт, мышьяк, титан, серебро, гелий и др. Несмотря на малое количество, роль микроэлементов в питании организма велика.

Микроэлементы характеризуют пищевую ценность молока, входят в состав заквасок при производстве кисломолочных продуктов. Однако содержание микроэлементов выше нормы может отрицательно сказаться на качестве

молока. Некоторые микроэлементы могут быть катализаторами химических реакций, что может привести к образованию пороков качества сырья и готовых продуктов.

Витамины. В молоке содержатся все жизненно необходимые для нормальной жизнедеятельности живого организма, хотя и в небольших количествах. Различают жирорастворимые и водорастворимые витамины. Первые преобладают в молочном жире (в сливках, масле, пахте), вторые – в обезжиренном молоке и молочной сыворотке. К жирорастворимым витаминам относятся ретинол (витамин А), кальциферол (витамин Д), токоферол (витамин Е), филлохинон (витамин К). К водорастворимым витаминам относятся тиамин (витамин В1), рибофлавин (витамин В2), пиридоксин (витамин В6), пантотеновая кислота (витамин В3), цианкобаламин (витамин В12), ниацин (витамин РР), аскорбиновая кислота (витамин С), биотин (витамин Н).

Витамин А. Образуется из каротина, находящегося в зеленых кормах, поэтому содержание его в молоке летом больше (0,01-0,05 мг%), чем зимой. В молоке витамин А находится в жире, окрашивая его в желтоватый цвет, отчего цвет сливочного масла, выработанного летом, более желтый, чем масла, изготовленного зимой. Каротин и витамин А легко разрушается кислородом воздуха, поэтому хранить и нагревать молоко следует в закрытой системе без доступа воздуха. Витамин А необходим для обеспечения зрения, роста, а также нормального состояния кожных и слизистых покровов. Суточная потребность человека в витамине А 1-2 мг.

Витамин В1. Стоек к нагреванию и сравнительно мало изменяется на воздухе. Он синтезируется с помощью молочнокислых бактерий. Поэтому его количество в молочнокислых продуктах больше, чем в молоке. Недостаток приводит к расстройству нервной системы и заболеванию полиневрит. Содержится в отрубях, злаковых, дрожжах.

Витамин В2 является фактором роста. Его отсутствие замедляет рост и вызывает заболевание глаз. Он находится в растворенном состоянии в сыворотке молока, окрашивая её в зеленоватый цвет.

Витамин В12 способствует образованию красных кровяных шариков. Его отсутствие приводит к малокровию. При нагревании этот витамин не разрушается.

Витамин РР входит в состав ферментов, которые принимают участие в окислительно-восстановительных процессах организма. Он устойчив к действию высокой температуры, кислорода и света.

Витамин С. Быстро разрушается под действием солнечного света, кислорода воздуха, тяжелых металлов, при долгом хранении молока. Витамин С улучшает всасывание железа, способствует инактивированию токсинов. При его недостатке человек заболевает цингой (выпадение зубов), появляется кровоточивость десен. Для профилактики и лечения рекомендуется ежедневно принимать до 1 г витамина С.

Витамин Д. Он предохраняет организм от заболевания рахитом. Большая потребность в этом витамине у детей. Он устойчив к нагреванию и действию кислорода воздуха, начинает разрушаться при 150 °С.

Витамин Е. Участвует в реакциях промежуточного обмена веществ.

Фолиевая кислота (водорастворимая). Её недостаточность ведет к заболеваниям, связанных с нарушением процессов всасывания в кишечнике.

Холин. Недостаток его вызывает заболевание печени.

Витамин Н участвует в обмене веществ.

Для повышения пищевой и биологической ценности молока и молочных продуктов была предложена их витаминизация. В частности, кисломолочные продукты обогащают за счет использования определенных штаммов микроорганизмов, в результате жизнедеятельности которых образуются некоторые витамины, например витамин С и витамины группы В. Кроме того, витаминизацию можно применять в технологических целях, например β-каротин и рибофлавин используют в качестве красителей, токоферол и аскорбиновую кислоту как антиоксиданты (*Ученые выяснили, что спасителями наших клеток являются антиоксиданты, которые способны нейтрализовать вредные свободные радикалы и поддерживать их в незначительной концентрации. Исследования также показали, что антиоксиданты замедляют процесс старения, снижают риск возникновения у человека рака, сердечно-сосудистых заболеваний, мышечной дистрофии и др. Однако курение, стрессы, экология только способствуют уменьшению антиоксидантов*).

Ферменты молока. Они способствуют ускорению биологических процессов.

Под действием ферментов молекулы белков, жиров и углеводов расщепляются до простых веществ, выделяя энергию, необходимую для поддержания жизнедеятельности живого организма.

В молоке от здоровых животных, получающих хороший рацион, содержатся более 20 ферментов. Большая часть ферментов образуется в клетках молочной железы животного и попадает в молоко во время секреции, другая часть попадает в молоко из крови животного (нативная форма). Микроорганизмы молока в процессе своей жизнедеятельности также выделяют много ферментов (микробные ферменты), их насчитывают более 50.

Большинство ферментов (внутриклеточные) входят в состав клеток организмов. Внеклеточные переходят из клеток в кровь и различные жидкости, где и проявляют свои действия. К числу внеклеточных ферментов относится пепсин, трипсин, сычужный фермент.

Каждый из ферментов при определенных условиях ускоряет только один процесс. Ферменты чувствительны к действию высоких температур и при пастеризации молока разрушаются. При низких температурах ферменты теряют свою активность. Для активной деятельности ферментов наиболее благоприятной является температура 15-40 °С.

В молоке содержатся следующие ферменты: лактаза, амилаза, липаза, фосфотаза, пероксидаза, редуктаза.

Лактаза расщепляет молочный сахар на глюкозу и галактозу. Этот процесс является основополагающим при производстве кисломолочных продуктов и сыров. В молоке она образуется при размножении молочнокислых бактерий. Действие лактазы оптимально при температуре 40 °С.

Амилаза расщепляет полисахариды до мальтозы. В молоко она попадает из молочной железы. Действие амилазы оптимально при температуре 37 °С. Режим пастеризации молока приводит к инактивации амилазы.

Липаза расщепляет молочный жир до глицерина и жирных кислот. Этот фермент в молоке, образуется в результате жизнедеятельности гнилостных микроорганизмов и плесеней, развивающихся в молоке. *Это может вызвать прогорклый вкус молока, масла и других молочных продуктов. В некоторых сырах созревающих при участии плесени или слизи, липаза обуславливает образование специфического вкуса и аромата.* Действие липазы оптимально при температуре 37 °С.

Фосфотаза вызывает гидролиз сложных эфиров фосфорной кислоты. Наличие её в пастеризованном молоке свидетельствует о несоблюдении режима пастеризации (фосфотаза разрушается при 63 °С в течение 30 мин, при 72°С в течение 15 с и при 80°С без выдержки).

Пероксидаза участвует в окислительно-восстановительных реакциях, происходящих в организме. Температура инактивирования пероксидазы около 80 °С без выдержки.

Различные бактерии, особенно пептонизирующие, выделяют большое количество редуктазы. Редуктаза может обесцвечивать метиленовую синь. На этом свойстве основана редуктазная проба молока. По скорости обесцвечивания окрашенного метиленовым синим молока судят о степени загрязнения его микроорганизмами.

Гормоны. Это химические стимуляторы, регулирующие обмен веществ в организме. Содержание их в молоке не значительно. К наиболее значимым относятся пролактин (стимулирует развитие молочных желез, образование молока), окситоцин (стимулирует отделение молока), тиротоксин (йодсодержащий гормон щитовидной железы).

Газы. Газы попадают в молоко при соприкосновении его с воздухом в процессе получения и обработки. Их количество в 1 л молока составляет около 80 мг. От общего количества 50-70% приходится на долю углекислого газа, около 10% на долю кислорода и до 30% азота.

Определять кислотность и плотность свежесвыдоенного молока рекомендуется не ранее чем через 2 часа после выдаивания, так как структура молока должна стабилизироваться и часть газов улетучиться.

Из всех растворенных в молоке газов особенно нежелателен кислород, так как его наличие является причиной развития окислительных процессов в молоке. При повышенном содержании воздуха в молоке ухудшается отделение жира при сепарировании, уменьшается эффективность пастеризации и стойкость молока при хранении.

Посторонние вещества, содержащиеся в молочном сырье. Посторонними являются вещества, отрицательно влияющие на биологическую ценность и технологические свойства молока. Посторонние вещества можно подразделить на химические, радиоактивные, биологические и механические.

Химические вещества: антибиотики, пестициды, тяжелые металлы, нитраты, моющие и дезинфицирующие средства, мочевины.

Антибиотики в молоке отрицательно влияют на здоровье человека, вызывая в некоторых случаях аллергические реакции. Они попадают в молоко вследствие лечения мастита и других заболеваний. В течение 2-5 сут после окончания лечения молоко нельзя использовать в пищу и в производстве молочных продуктов.

Антибиотики могут вносить в молоко производителями (фальсификация антибиотиками) для предотвращения его преждевременного скисания. Наличие антибиотиков в молоке приводит к несквашиванию молока при производстве кисломолочных продуктов и сыров, так как они подавляют действие микроорганизмов заквасочных культур.

Чтобы исключить вредное воздействие антибиотиков при производстве молочных продуктов, а также заквасок, подбирают устойчивые к воздействию различных антибиотиков штаммы молочнокислых микроорганизмов. На молочных предприятиях молочное сырье обязательно контролируют на наличие антибиотиков.

В молоко иногда могут попадать различные токсины растительного и микробного происхождения, способные вызвать пищевые отравления. Токсины растительного происхождения могут попасть в молоко при скармливании животным ядовитых растений.

Пестициды – это яды химического и биологического происхождения, используемые в сельском хозяйстве для защиты культурных растений от сорняков, насекомых, болезней. Остатки этих ядовитых веществ попадают в молоко после поедания животными кормов, их содержащих.

Они представляют опасность для здоровья человека, поэтому в нашей стране установлен максимально допустимый уровень их содержания в пищевых продуктах.

Моющие и дезинфицирующие средства в виде остатков могут попадать в молоко в результате плохого ополаскивания оборудования после мойки и дезинфекции. Эти вещества снижают способность молока к сычужному свертыванию и ингибирующее действуют на микрофлору заквасок.

Наибольшую опасность для человека, использующего в пищу молоко и молочные продукты, в которых имеются остатки моющих и дезинфицирующих средств представляют препараты, содержащие активный хлор и четырехзамещенные соединения аммония.

Источником поступления в молоко тяжелых металлов могут быть окружающая среда, корма, вода для питья животных или используемая для восстановления сухих молочных продуктов, техногенные факторы, катастрофы и т.д. К опасным токсичным элементам в соответствии с медико-биологическими

требованиями и санитарными нормами качества продовольственного сырья и пищевых продуктов относятся свинец, кадмий, мышьяк, ртуть. Для этих элементов СанПин установлены максимально допустимые уровни их содержания в молоке и молочных продуктах.

Радиоактивные вещества. Наибольший вред человеку могут нанести радионуклиды с длительным периодом полураспада: стронций-90 и цезий-137.

Молоко, загрязненное радионуклидами, перед употреблением в пищу или технологической переработкой необходимо очищать с помощью ионообменных смол. Из радиоактивно загрязненного молока можно вырабатывать сливочное и топленое масло, в которое переходит менее 1% радионуклидов от общего их количества в молоке.

Биологические вещества. Чаще всего это бактерии, плесени и дрожжи. Микроорганизмы могут попасть в молоко из окружающей среды, с рук обслуживающего персонала, посуды, кожи животного, подстилки, корма и т.д., на любом этапе технологического процесса при несоблюдении санитарно-гигиенических норм производства, при транспортировании и хранении молока.

Условно микроорганизмы, встречающиеся в молоке и молочных продуктах, можно разделить на три групп: патогенные, вызывающие пороки молока, молочнокислые бактерии.

Микрофлора молока, вызывающая инфекционные заболевания, называется патогенной микрофлорой. Источником ее в молоке являются больные или переболевшие люди и животные, выделяющие болезнетворные микробы в окружающую среду. К патогенной микрофлоре относятся возбудители пищевых отравлений (сальмонеллы, палочки вида эшерихия *Escherichia*, патогенные стафилококки и стрептококки, возбудители ботулизма и т. д.), возбудители кишечных инфекционных болезней человека, возбудители зооантропонозов, возбудители мастита.

Чаще всего пищевые отравления микробного происхождения вызываются сальмонеллами. В молочных продуктах эти микроорганизмы длительно сохраняются (до 34 мес в твороге) и размножаются. Патогенные стафилококки и стрептококки вызывают гнойно-воспалительные процессы и пищевые токсикозы.

Пищевые отравления могут быть вызваны кишечными палочками рода эшерихия. Они являются постоянными обитателями кишечника человека и животных и при определенных условиях приобретают патогенные свойства. Кишечные палочки, вызывающие пищевые отравления, обнаруживаются в молоке и молочных продуктах, поэтому во время технологического процесса сырье и готовый продукт контролируют на наличие бактерий группы кишечной палочки.

К микроорганизмам, вызывающим появление пороков относятся: гнилостные бактерии, маслянокислые бактерии, энтерококки, термоустойчивые молочнокислые палочки и бактериофаги.

В результате жизнедеятельности маслянокислых бактерий происходит маслянокислое брожение лактозы до образования масляной, а также в небольших количествах уксусной, муравьиной и пропионовой кислот. Кроме того

выделяется много углекислого газа и водорода. Маслянокислые бактерии плохо развиваются в молоке, но при созревании сыров создаются благоприятные условия для их развития, что приводит к позднему вспучиванию сыров. Это проявляется рваной текстурой сыра, прогорклым и сладковатым вкусом. В связи с этим молоко, предназначенное для производства сыров, проверяют на наличие маслянокислых бактерий.

Энтерококки выделяют фермент, сходный по действию с сычужным ферментом, что приводит к прогорканию молока и его преждевременному свертыванию.

Бактериофаги вызывают лизис бактерий. При наличии фагов молочнокислое брожение замедляется либо прекращается совсем. Бактериофаги развиваются при 8-46 °С, выдерживают нагревание при температуре 75 °С в течение 15 с, хорошо переносят замораживание и длительное хранение при низких температурах. Для того чтобы избежать попадания бактериофагов, закваски получают в асептических условиях, используют питательные среды, тормозящие действие бактериофагов, поддерживают на высоком уровне санитарно-гигиенические условия производства процесса не только заквасок, но и всего технологического процесса.

К биологически посторонним веществам молока относятся также соматические клетки, на 90% состоящие из лейкоцитов. Соматические клетки являются потенциальным источником таких ферментов, как каталаза, пероксидаза, липаза, которые могут вызвать гидролиз и окисление компонентов молока при первичной обработке и хранению

Механические вещества: пыль, навоз, грязь, частицы белка, особенно в молоке с повышенной кислотностью и т. д. В основном молоко загрязняется пылевыми частицами и комбикормами. Присутствие их в молоке не желательно, так как кроме грязи молоко дополнительно обсеменяется микроорганизмами, что приводит к его порче и невозможной переработки в молочные продукты.

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите химический состав молока.
2. Казеин.
3. Сывороточные белки.
4. Углеводы молока.
5. Водорастворимые и жирорастворимые витамины.

Тема: Физико-химические, органолептические и технологические свойства молока

1. Физико-химические свойства молока
2. Органолептические (сенсорные) свойства молока.
3. Антибактериальные свойства молока.
4. Химические свойства молока.
5. Физические свойства молока.
6. Технологические свойства молока.
7. Пищевая и энергетическая ценность
8. Пороки сырого молока.

Свойства молока характеризуются определенными физико-химическими, органолептическими, технологическими, антибактериальными показателями. Они могут меняться под влиянием различных факторов (стадии лактации, болезни животных, условий содержания и кормления и т. д.), а так же при фальсификации молока. Поэтому их определение позволяет оценить натуральность, качество молока и приготовить его к переработке в различные молочные продукты.

1. Физико-химические свойства молока

	Показатель	Среднее значение	Пределы колебаний
	Плотность при 20°C, кг/м ³	1028,5	1027-1033
	Титруемая кислотность, °Т	17	16-20
	Величина рН при 20°C	6,69	6,5-6,8
	Окислительно-восстановительный потенциал, мВ	275	200-350
	Вязкость при 20°C, мПа*с	1,79	1,1-2,5
	Поверхностное натяжение при 20°C, Н*м	0,044	0,0424-0,051
	Удельная теплоемкость при 0-40°C, Дж*кг*К	3890,9	3778-4020
	Температура замерзания, °С	-0,55	-0,51 - -0,58
	Температура кипения, °С	100,2	-

2. Органолептические (сенсорные) свойства молока

Молоко характеризуется определенными органолептическими (сенсорными) свойствами: внешним видом, консистенцией, цветом, вкусом, запахом. Эти свойства выявляют благодаря зрительным, осязательным, обонятельным,

вкусовым и слуховым ощущениями человека. Органолептический анализ – это качественная и количественная оценка ответной реакции органов чувств человека на свойства продукта. Качественную оценку выражают словесным описанием, а количественную – численно и графически.

Молоко, полученное от здоровых сельскохозяйственных животных на территории, благополучной в отношении инфекционных и других общих для человека и животных заболеваний, по внешнему виду и консистенции представляет собой однородную жидкость без осадка и хлопьев от белого до слабо-кремового цвета. Однако естественный цвет сырого молока не постоянен и зависит от времени года, от количества жира и каротина. Кремовый оттенок (от жира) более заметен в молоке летно-осеннего периода, зимой этот оттенок выражен слабее. Вкус сырого нормального молока приятный сладковатый. Запах легкий специфический. Для парного молока характерны более выраженный запах и сладковатый вкус.

Вкус и запах зависят не только от состояния здоровья животного и стадии лактации, рациона кормления, но и от наличия и количества определенных вкусовых и ароматических веществ и от их сочетания. Молочный сахар в 6 раз менее сладкий, чем сахароза. Поэтому для свежего молока характерен едва ощутимый сладкий вкус. Липиды придают молоку нежный и приятный вкус, а белки и соли молока оказывают незначительное влияние на его вкусовые качества. Однако стародойное молоко, содержащее больше солей, чем нормальное, относительно солоновато. Соли лимонной кислоты придают молоку приятный вкус.

Молоко легко воспринимает посторонние запахи и его компоненты подвержены разным биохимическим превращениям, в процессе которых часто образуются вещества с неприятным вкусом и запахом. Резкие изменения содержания вкусовых и ароматизирующих компонентов, физико-химических свойств и состава молока приводят к возникновению различных пороков вкуса и запаха, которые могут перейти при переработке такого сырья в готовые молочные продукты.

3. Антибактериальные свойства молока

Антибактериальные или бактерицидные свойства молока обусловлены наличием антител и веществ, образующихся в организме животного и поступающих из крови клеток молочной железы в молоко. К антителам относятся антитоксины и другие антимикробные вещества, а к веществам, обладающим бактерицидными свойствами, - иммуноглобулины, лизоцим, лейкоциты и др. Количество бактерицидных веществ в молоке определяется физиологическим состоянием животных и лактационным периодом.

Бактерицидная фаза молока – это время, в течение которого микроорганизмы, попадающие в свежесвыдоенное молоко, не развиваются в нем и даже частично отмирают.

Продолжительность бактерицидной фазы молока зависит от температуры хранения и первоначального количества микрофлоры. При хранении

свежевыдоенного молока неохлажденным бактерицидная фаза продолжается 1-2 ч в зависимости от его первоначального обсеменения. По окончании бактерицидной фазы в молоке при температуре хранения выше 10 °С начинается быстрое размножение микрофлоры, которое ведет к повышению титруемой кислотности, накоплению бактериальных токсинов, не уничтожающихся при пастеризации молока, появлению ферментов бактериального происхождения, вызывающих пороки молока и т. д.

В увеличении продолжительности бактерицидной фазы заинтересованы как производители, так и переработчики молока, так как от этого зависят его качество и качество вырабатываемых из него продуктов.

Снижая температуру хранения молока, можно продлить бактерицидную фазу молока на достаточно длительное время при условии низкой первоначальной бактериальной обсемененности.

Зависимость продолжительности бактерицидной фазы от температуры молока:

Температура хранения молока, °С	7	0	5	0		
Продолжительность бактерицидной фазы, ч				4	6	8

Большое количество первоначальной микрофлоры в свежевыдоенном молоке сокращает бактерицидную фазу. Поэтому для увеличения её продолжительности необходимо улучшать санитарно-гигиенические условия производства молока на ферме, очищать и охлаждать молоко непосредственно после доения. Охлаждать до температуры 8-10°С (продолжительность хранения 6-12 ч), до температуры не выше 6-8°С (12-18 ч), до 4-6°С(18-24 ч), летом молоко следует охлаждать до температуры не выше 6-8°С, а зимой – до температуры 8-10°С. При нагревании молока до 70°С и более бактерицидные вещества разрушаются.

4. Химические свойства молока

Химические свойства молока характеризуются активной кислотностью, титруемой кислотностью и окислительно-восстановительным потенциалом.

Титруемая кислотность. Титруемая кислотность определяется в градусах Тернера (°Т). Под градусом Тернера понимают количество миллилитров 0,1 н. раствора щелочи (*гидроксид натрия*), которое расходуется на нейтрализацию (*титрование*) 100 мл молока. Титруемая кислотность свежевыдоенного молока в среднем составляет 16-18 °Т (*т.е. для нейтрализации свежего молока требуется 16-18 см³ раствора щелочи*).

Кислотность молока обуславливается главным образом наличием в нем кислых солей и белков.

Титруемая кислотность молока отдельных коров зависит от кормового рациона, породы, возраста, периода лактации, состояния здоровья и пр. Кислотность молока в первые дни после отела (*молозиво*) высокая (*до 50°Т за счет большого содержания белков и солей*), по мере нормализации состава

молока она становится равной 16-18°Т. Стародойное молоко имеет низкую кислотность (до 10°Т). Молоко от коров, болеющих маститом, имеет также низкую титруемую кислотность.

Повышение кислотности молока до 23-25°Т является следствием нарушения минерального обмена в организме коров из-за недостатка солей кальция в кормах, скармливания больших количеств силоса, однообразного кормления кислыми травами и др.

Свежее натуральное молоко с повышенной (19°Т) естественной кислотностью (установленной на основании стойловой пробы) пригодно для производства кисломолочных продуктов и сыра. Молоко с повышенной кислотностью (более 20°Т) не принимается для промышленной переработки, так как при нагревании оно свертывается.

Активная кислотность или водородный показатель (рН) выражается концентрацией водородных ионов. Водородный показатель свежего натурального молока, определяемый потенциометрическим методом с использованием рН-метра, в среднем равен 6,6-6,7.

Активная кислотность молока изменяется медленнее, чем титруемая, следовательно, она не характеризует свежесть молока. Между активной и титруемой кислотностью нет прямой взаимосвязи. Молоко является буферной системой, сохраняющей определенный уровень рН при добавлении небольших количеств кислоты и щелочи. Но величина его изменяется при разбавлении (повышается) или концентрировании (понижается) молока, при термической обработке (незначительно снижается). Наиболее сильно влияют на изменение рН молока процессы обмена веществ молочнокислых бактерий.

В производственных условиях измерение рН необходимо проводить в тех случаях, когда концентрация водородных ионов оказывает решающее влияние на качество и выход молочных продуктов. От величины рН зависят многие производственные показатели: условия развития полезной и вредной микрофлоры и ее влияние на процессы сквашивания и созревания; скорость образования типичных компонентов вкуса и запаха отдельных молочных продуктов; очищающе-дезинфицирующая способность моющих и дезинфицирующих средств.

Количество кислоты или щелочи, которую необходимо добавить к 100 мл молока, чтобы изменить рН на единицу, называется буферной емкостью молока.

Окислительно-восстановительный потенциал. Нормальное свежее молоко имеет потенциал от 0,2 до 0,3 В. Основным фактором, влияющим на величину потенциала, является концентрация растворенного кислорода.

Развитие в молоке микроорганизмов сопровождается уменьшением количества кислорода и образованием ферментов, катализирующих восстановительные реакции. Это приводит к снижению окислительно-восстановительного потенциала. Определение окислительно-восстановительного потенциала дает возможность инструментально осуществить контроль за развитием микрофлоры в молоке.

5. Физические свойства молока

Плотность – это отношение массы вещества к занимаемому им объему, определяемому ареометрическим методом. Плотность зависит от температуры молока и его составных частей, и изменяется от 1015 до 1033 кг/м³. Белки, углеводы, минеральные вещества повышают, а жир понижает плотность молока.

Плотность обезжиренного молока выше плотности цельного молока и равна 1033-1038 кг/м³. Повышение плотности молока выше 1030 кг/м³ при низкой жирности говорит о фальсификации – подсытии сливок или добавлении обезжиренного молока.

При добавлении к молоку воды его плотность уменьшается (и будет, как правило, ниже 1027 кг/м³). Каждые 10% добавленной к молоку воды снижают его плотность на 3 кг/м³.

Плотность молока изменяется под влиянием многих факторов: лактационного периода, условий содержания, породы коров, состояния их здоровья и др. В первые дни после отела молоко (молозиво) характеризуется высоким содержанием белковых веществ, вследствие чего плотность его достигает 1040 кг/м³. Плотность молока, определенная сразу после доения, ниже плотности остывшего молока на 0,8-1,5 кг/м³. Это объясняется удалением растворенных в молоке газов.

Плотность цельного молока при колебаниях температуры изменяется сильнее, чем плотность обезжиренного молока, так как коэффициент расширения молочного жира значительно выше, чем воды.

Вязкость – свойство среды оказывать сопротивление относительному перемещению её слоев. Выражают вязкость в паскаль*секунду (Па*с). Вязкость молока при 20°C в среднем равна 1,8*10⁻³ Па*с.

Вязкость молока обуславливается присутствием в нем сухих веществ и зависит от физико-химических свойств молока, лактационного периода и состояния животного, продолжительности хранения молока, кислотности и т.д. Вязкость молока увеличивается при слиянии жировых шариков, а при раздроблении их уменьшается. С повышением температуры молока до 40-45°C его вязкость снижается. При дальнейшем повышении температуры молока, начиная с 65°C, вязкость молока увеличивается в результате необратимой денатурации сывороточных белков.

Поверхностное натяжение молока. Возникает в жидкостях на поверхности раздела фаз, например на границе жидкость-воздух. Поверхностное натяжение молока ниже, чем воды, так как в молоке присутствуют вещества (поверхностно-активные), снижающие поверхностное натяжение (белки, фосфолипиды).

От поверхностного натяжения зависит пенообразование молока при механической обработке, растворении сухого молока и др.

Температура замерзания и кипения. Температура кипения молока немного выше 100°C и составляет 100,2°C. Температура замерзания молока ниже температуры замерзания воды и в среднем составляет -0,54°C.

Значительно меняется температура замерзания молока при его разбавлении водой – повышается пропорционально количеству добавленной воды.

Кроме названных выше к физическим свойствам молока относятся также оптические свойства (показатель преломления), осмотическое давление, теплопроводность, теплоемкость, температуропроводность и электропроводность.

6. Технологические свойства молока

К основным технологическим свойствам молока относят термоустойчивость и сычужную свертываемость.

Термоустойчивость – это способность молока выдерживать нагревание при высоких температурах без видимой коагуляции белков. Эту способность особенно важно учитывать при производстве продуктов детского питания, стерилизованных продуктов и молочных консервов.

Термоустойчивость молока обусловлена в основном его кислотностью и солевым балансом. Повышение кислотности молока в результате жизнедеятельности молочнокислых бактерий снижает его термоустойчивость.

Термоустойчивость молока зависит от равновесия между катионами (кальций, магний и др.) и анионами (цитраты, фосфаты). Избыток тех или других нарушает солевое равновесие системы, что может привести к коагуляции белков.

Свежее молоко кислотностью 16-18°Т выдерживает высокотемпературную обработку без видимых коагуляции белков. Повышение кислотности приводит к снижению термоустойчивости, так как в результате уменьшается заряд белковых частиц и часть коллоидных солей кальция переходит в растворимое состояние. Это приводит к агрегации казеиновых частиц и их коагуляции при нагреванию.

Сычужная свертываемость – способность молока свертываться под действием сычужного фермента с образованием довольно плотного сгустка.

Сычужная свертываемость молока относится к факторам, определяющим его пригодность для производства сыра. На сычужную свертываемость молока влияют в первую очередь содержание казеина и ионов кальция: чем выше их содержание, тем быстрее свертывается молоко и плотнее образующийся белковый сгусток.

Глобулы жира не способствуют образованию сгустка хорошей концентрации. Чем больше количество жировых шариков в молоке, тем меньше плотность сгустка.

Плотность сгустка, выработанного из молока коров, заболевших маститом, низкая, что объясняется уменьшением содержания казеина и увеличением рН молока.

Содержание казеина и ионов кальция, а также кислотность молока учитывают при оценке сыропригодности молока.

7. Пищевая и энергетическая ценность

Пищевая ценность молока отражает полноту полезных его качеств. Среди всех пищевых продуктов молоко – самый полноценный, наиболее сбалансированный по незаменимым веществам продукт, рекомендуемый для питания людей всех возрастных категорий.

Вследствие содержания необходимых организму человека пищевых веществ в легкодоступной для усвоения форме молоко занимает особое место в питании детей, беременных и кормящих женщин, а также пожилых и больных людей.

Молоко в первую очередь отвечает потребностям растущего организма, оно способно удовлетворять организм ребенка в дефицитных аминокислотах: триптофане, лизине, метионине и гистидине. Благодаря химической структуре жира, специфическим качествам белков молоко наиболее приемлемо для переработки ещё несовершенным пищеварительным трактом новорожденного. Так, для переваривания молока требуется в 3-4 раза меньше пищеварительной энергии, чем для переваривания белков хлеба, и самое малое количество панкреатического сока.

Высокая питательная ценность молока обусловлена оптимальным содержанием в нем необходимых для питания человека белков, жиров, углеводов, минеральных солей и витаминов, а также благоприятным, почти идеальным сочетанием их, при котором эти вещества в основном полностью усваиваются.

В организме человека белки молока играют роль пластического материала, необходимого для построения новых клеток и тканей, образования биологически активных веществ, ферментов и гормонов. Степень чистой утилизации молочного белка в организме человека составляет 75%. Высокая биологическая ценность белков молока обусловлена составом, сбалансированностью незаменимых аминокислот, их хорошей перевариваемостью и усвояемостью в живом организме.

Из 18 аминокислот молока 8 относятся к незаменимым, т. е. к кислотам, не синтезируемым в организме, но без которых не могут быть построены молекулы белков. Такие незаменимые аминокислоты, как триптофан, метионин, фенилаланин и т.д., содержатся в белке молока в значительно больших количествах, чем в белках растительных продуктов, мяса и рыбы.

Хорошей усвояемостью молочного жира (98%) способствует низкая температура его плавления (28-34°C). Присутствие в молочном жире необходимых насыщенных и ненасыщенных жирных кислот и фосфолипидов наряду с высокой усвояемостью его обуславливают пищевую ценность молока.

В молоке содержится довольно много углеводных компонентов, из которых 90% приходится на долю лактозы – углевода, характерного только для молока. Лактоза является источником энергии.

Степень усвоения молочного сахара в организме человека составляет 98%. Лактоза способствует также лучшему усвоению кальция.

Молоко, поступающее в организм человека, служит источником минеральных веществ, которые поддерживают кислотно-щелочное равновесие в тканях и осмотическое давление в крови, а также способствуют нормальной физиологической деятельности организма.

Ежедневное употребление 0,5 л цельного молока или кисломолочных напитков удовлетворяет значительную часть суточной потребности человека в пищевых веществах.

8. Пороки сырого молока

Молоко и молочные продукты должны иметь определенные показатели состава и свойств, присущие нормальному молоку. Все отклонения от них при ухудшении качества или порче продукта называются пороками. Их образованию способствуют следующие причины: изменение количественного состава компонентов молока; попадание посторонних веществ с сильными вкусовыми и ароматическими свойствами; изменение отдельных компонентов молока под воздействием физико-химических факторов (действие ферментов, кислорода воздуха, света, теплоты и т. д.); нарушение режимов хранения (температуры, влажности воздуха, правил упаковки и т. д.) и др.

Причинами возникновения пороков в сыром молоке являются зоотехнические и ветеринарные факторы, плохие санитарно-гигиенические условия получения молока на ферме, нарушение режимов или условий первичной обработки, хранения и транспортировки молока.

Зоотехнические и ветеринарные факторы зачастую являются причинами возникновения многих пороков в сыром молоке. Так, неправильно составленные рационы кормления коров из трав или злаков, обладающих резким запахом и горьким вкусом, кормление животных непосредственно перед доением, осуществляемым в тех же помещениях, что и кормление, плохой ветеринарный контроль, в результате чего животные часто болеют, и другие причины приводят к возникновению неисправимых пороков в молоке.

Сырое молоко во время доения коров, при первичной обработке, хранении и транспортировании подвергается вторичному микробному обсеменению, а также механическим, температурным и световым воздействиям, которые могут привести к ухудшению его качества и возникновению пороков.

Пороки сырого молока:

Порок	Причины появления пороков		
	Корма и сорняки	Зоотехнические и ветеринарные факторы	Санитарно-гигиенические условия доения
Пороки цвета			
Выраженный желтый оттенок	Морковь, кукуруза, ревеня, шафран, лук, календула	Молозиво. Ящур, желтуха, пироплазмоз, перипневмония, клинический мастит.	_____
Розово-красноватый оттенок	Капуста кормовая, осока, камыш, горчица полевая, хвощ обыкновенный, красная свекла.	Сибирская язва, пироплазмоз	Примесь крови при механическом повреждении сосков молочной железы из-за нарушения работы доильной

			установки
Голубовато-синий оттенок	Хвощ болотный, незабудка, люцерна, гречиха	Клинический мастит, туберкулез молочной железы	Хранение молока в цинковой посуде. Фальсификация водой или частичное обезжиривание молока
Пороки консистенции			
Вязкая (тягучая, густая, слизистая)	Капуста кормовая, гнилые и плесневые корма	Молозиво и стародойное молоко. Ящур, пневмония, расстройство пищеварения, клинический мастит, инфекционная желтуха	_____
Пенящаяся	Избыточное количество картофеля	Конец лактации и стельности. Клинический мастит, расстройство пищеварения	_____
Бродящая	Недоброкачественный силос, свекольная ботва	Расстройство пищеварения	_____
Песочная	Корма, обедненные кальцием	Воспаления протоков молочной железы, нарушение обмена веществ	Недодаивание коров
Водянистая	Водянистые корма: свекольная ботва, замороженный картофель; некачественные грубые корма	Наследственные факторы. Туберкулез молочной железы, клинический мастит, сибирская язва, расстройство пищеварения	Фальсификация молока водой.
Хлопьевидная (сладкое или сычужное)	Болотные травы, кислые и гнилые корма.	Конец сухостойного периода.	Длительное хранение молока при повышенной

свертывание)	Растительность заболоченных пастбищ	Расстройство пищеварения, клинический или хронический мастит	температуре
Пороки запаха и вкуса			
Затхлые, гнилостные, плесневые	Затхлые, гнилостные и плесневые корма	Использование в качестве подстилки плесневелых соломы и опилок. Поение недоброкачественной водой.	Нарушение санитарно-гигиенических условий, недоброкачественная мойка и дезинфекция
Специфические (с запахом лекарств, нефтепродуктов и др.)	Анис, тмин, укроп	Поение водой, загрязненной нефтепродуктами. Наличие в силосе смазочных масел. Неправильное использование медикаментов	Смазывание сосков молочной железы солидолом. Недостаточный смыв моющих и дезинфицирующих средств
Кислые	Кислые корма, недостаточное содержание в рационе кальция	_____	Антисанитария молочного оборудования
Травяные	Излишнее количество люцерны, силоса, зерновых и травяных культур	_____	_____
Слабый сладкий или горько-соленый вкус	_____	Клинический мастит, туберкулез легких	Смешивание молозива, стародойного или маститного молока с нормальным молоком
Горький вкус	Зеленые капустные листья, ботва свеклы, сырой картофель, листья ольхи, осины, дуба и др.	Плесневела или пыльная подстилка. Некачественная вода. Заболевание печени, желчного пузыря,	_____

		пищеварительного тракта	
Прогорклые	Прогорклый жмых, растения болотных пастбищ	Чаще в осенне-зимний период. В конце лактации, особенно в стойловый период. Расстройство пищеварения, клинический мастит	Смешивание небольшого количества молока с большим количеством воздуха. Всасывание воздуха из-за неправильной конструкции и монтажа доильной установки
Окисленный (металлический, маслянистый) вкус	Незрелый силос, излишки концентратов, недостаток витамина С	Чаще в зимне-осенний период. Поение коров с большим количеством окислов железа. Начало лактации, конец стойлового содержания.	Наличие медных деталей в системе подачи воды
Нечистые, коровьи, хлевные	Силос, люцерна	Плохая вентиляция скотного двора. Несоблюдение правил кормления	_____

Наиболее нежелательный порок сырого молока – прогорклость.

Для предотвращения появления пороков в молоке необходимо обеспечить максимальную бактериальную чистоту при его получении на ферме. Использование дезинфицирующих средств при обработке вымени приводит к снижению количества бактерий в молоке в 30 раз. Мойка и дезинфекция инвентаря и оборудования снижают бактериальное обсеменение в 9-10 тыс. раз. Кроме того, при длительном хранении сырого молока для подавления жизнедеятельности психотрофных бактерий, которые являются одними из основных продуцентов липаз и протеаз, его охлаждают до 4-5°С или ниже, либо подвергают термизации с последующим охлаждением.

Зная причины, вызывающие порчу молока и снижение его качества, необходимо соблюдать следующие правила:

- Поддерживать санитарно-гигиенические условия при получении, первичной обработке, хранении и транспортировании молока и сливок;
- Своевременно проводить первичную обработку молока;

- Соблюдать правила эксплуатации, мойки и дезинфекции молочного оборудования;
- Не допускать смешивания нормального молока с молозивом и стародойным молоком, а также разбавления молока водой и замораживания;
- Кормить коров за 4-5 часов до доения или сразу после него;
- Контролировать качество воды для поения, правильно подбирать рационы, не использовать некачественные корма;
- Своевременно проводить профилактические мероприятия по предупреждению и лечению коров;
- Не допускать интенсивного длительного перемешивания и перекачивания парного молока, смешивания его с холодным молоком, а также периодического нагревания и охлаждения молока;
- Не подвергать молоко длительному световому воздействию;
- Не транспортировать молоко в неполных цистернах.

Для предотвращения порчи молока при невозможности или нежелательности его охлаждения в редких случаях можно применять химические вещества, проявляющие бактерицидные свойства, адсорбенты, антиоксиданты: пероксид водорода в смеси с каталазой; пропускание через молоко газов азота и углекислого; добавление низина.

Вопросы для самоконтроля:

1. Физико-химические свойства молока
2. Пищевая и энергетическая ценность
3. Органолептические (сенсорные) свойства молока.
4. Физические свойства молока.
5. Антибактериальные свойства молока.
6. Технологические свойства молока.
7. Пороки сырого молока.
8. Химические свойства молока.

Тема: Оборудование для транспортировки молока

1. Первичная обработка молока.
2. Автомолцистерны для транспортировки молока.
3. Основные расчеты автоцистерн.
4. Принцип действия автомолцистерн.
5. Санитарная обработка автомолцистерн.
6. Эксплуатация автоцистерн.
7. Молокопроводы.
8. Фляги.

1. Первичная обработка молока.

1. Первичная переработка молока на молокоперерабатывающем предприятии осуществляется по схеме

Таким образом, первичная переработка молока в общем случае включает в себя: транспортировку, приемку, очистку, резервирование и хранение молока на молокоперерабатывающих предприятиях.

Как видно из представленной схемы, транспортирование молока является первой стадией его первичной переработки. Доставленное автотранспортом на молокоперерабатывающее предприятие молоко перекачивается в резервуар для резервирования и хранения молока. При этом определяется его количество, и оно очищается. При необходимости (в случае поступления неохлажденного молока) на участке (6-7) дополнительно используются поточные охладители молока.

Для транспортирования молока применяют резервуары, называемые транспортными цистернами, а также фляги. *Первые получили наибольшее распространение при транспортировке молока на молокоперерабатывающие предприятия. Во флягах молоко доставляют главным образом на сборные молочные пункты или низовые заводы.*

Молоко доставляется на перерабатывающие предприятия специализированным транспортом (автомобильным, железнодорожным, водным). Наибольшее распространение получил автомобильный транспорт.

Цистерны по виду транспортных средств бывают автомобильными, железнодорожными и водными. Последние два типа в настоящее время практически не применяются.

2. Автомолцистерны для транспортировки молока

Это цистерны, установленные на автомобили, полуприцепы и прицепы, предназначены для транспортирования молока и жидких молочных продуктов с молочных ферм и молокоприемных пунктов на молочные заводы для их обработки и переработки.

Основными производителями автомолцистерн в России, для которых данная продукция является профильной, являются ОАО «Старт», ОАО «Вологодский машиностроительный завод» и ОАО «Оскон».

Все молочные цистерны должны отвечать следующим общим требованиям:

- материал, применяемый для их изготовления, должен быть коррозионностойким к кислым агрессивным средам (листовой пищевой алюминий, нержавеющая никелесодержащая сталь);
- внутренняя полость цистерны должна быть гладкой, не иметь застойных зон (мест скопления остатков молочных продуктов), затрудняющих санитарную обработку, сварные швы - зачищены и отполированы, углы и кромки - скруглены для исключения накопления остатков молока или моющих растворов;
 - при заполнении цистерны должно быть исключено вспенивание молока;
 - температура продукта, находящегося в цистерне, должна быть постоянной (допустимое ее изменение не должно превышать 1 °С за 24 ч);
 - люки секций для защиты от дорожной пыли и грязи должны снабжаться сверху защитным колпаком (крышкой);
 - камеры хранения шлангов, инвентаря и других приспособлений должны иметь пыленепроницаемые дверцы, шланги должны снабжаться заглушками;

- конструкция цистерн должна соответствовать требованиям промышленной санитарии.

Автомобильные цистерны изготавливаются одно-, двух-, трех- и четырехсекционными и имеют вместимость до 45 т молока. Цистерны малой вместимости (до 0,9 т) могут монтироваться на шасси автомобиля, полуприцепа или прицепа. Цистерны большой вместимости (более 13 т) в настоящее время имеют несущий корпус.

Двухсекционная автомолцистерна (рис. 3.2) состоит из двух резервуаров 7, покрытых теплоизоляционным 2 и гидроизоляционным 3 материалами и заключенных в защитный кожух 4 сварной конструкции из тонколистовой углеродистой или нержавеющей стали.

Для чистки, мойки и осмотра рабочей поверхности резервуара предназначен люк 5, герметически закрывающийся крышкой с уплотнительной резиновой прокладкой. С обеих сторон машины располагаются площадки для обслуживания автоцистерны. Автоцистерны наполняются молоком либо под вакуумом, создаваемым в резервуарах всасывающим коллектором двигателя автомобиля, либо насосом, установленным на месте сбора молока. Контроль за наполнением автоцистерны молоком осуществляется системой сигнализации. Слив молока из автоцистерны производится с помощью насоса молокоперерабатывающего предприятия.

3. Основные расчеты автоцистерн

Основными параметрами, характеризующими цистерну, являются вместимость (при этом определяются ее геометрическая и рабочая вместимость); продолжительность ее опорожнения.

Геометрическая вместимость - объем цистерны как геометрического тела. Геометрическая вместимость (V_G , м³) определяется по формуле объемов геометрических тел:

- для цистерн цилиндрической формы с плоскими торцевыми сторонами:

$$V_G = \frac{\pi * D^2 * L}{4}$$

где D - диаметр цистерны, м; L - длина цистерны, м;

- для цистерн эллиптической формы:

$$V_G = \frac{\pi}{4} * a * b * L$$

где a — высота цистерны, м; b - ширина цистерны, м; L - длина цистерны, м;

Рабочая вместимость (V_P , м³) всегда меньше геометрической и приблизительно принимается:

$$V_P = (0,90 - 0,95 V_G).$$

Продолжительность заполнения (τ_3) секции цистерн определяется по формуле:

-с помощью насоса:

$$\tau_3 = \frac{V_P}{Q}$$

где V_p - рабочая вместимость цистерны, м^3 ; Q - производительность насоса, $\text{м}^3/\text{ч}$;

Продолжительность опорожнения цистерны вычисляется по формуле:

$$t = \frac{1,7 * G}{S * v_{\text{макс}}}, \text{ с}$$

где S - сечение выходного отверстия, м^2 ; $v_{\text{макс}}$ - первоначальная наибольшая скорость истечения жидкости, $\text{м}/\text{с}$; G — объем жидкости, находящейся в одной секции цистерны, м^3 .

4. Принцип действия автомолцистерн

Трубопроводы наполнения-слива имеют эффективную защиту от обмерзания в зимнее время.

Наполнение цистерн молоком производится насосом, установленным на месте сбора молока. *Отдельные молокоцистерны оборудованы вакуумной системой наполнения с устройством сигнализации окончания заполнения каждой секции цистерны.* Наполнение молоком производится под вакуумом, создаваемым в секциях всасывающим коллектором двигателя автомобиля. Наполнение секций снизу, через молокопроводы, предотвращает вспенивание молока. Контроль наполнения цистерны молоком до заданного уровня осуществляется электрической системой сигнализации.

В верхней части секций, в горловине, установлены датчики верхнего уровня молока, подающие сигнал о заполнении секции продуктом, и воздухоотводящее устройство. Для выхода воздуха при заполнении цистерны молоком и поступления воздуха при ее опорожнении служат воздушные клапаны.

Слив молока из автомолцистерны осуществляется самотеком или с помощью заводского насоса.

5. Санитарная обработка автомолцистерн

Санитарная обработка автомолцистерн, предназначенных для перевозки молока осуществляется на молокоперерабатывающих предприятиях после сдачи молока в соответствии с Инструкцией по санитарной обработке оборудования на предприятиях молочной промышленности в следующей последовательности: ополаскивание => мойка => ополаскивание => дезинфекция => ополаскивание. При ополаскивании удаляют остатки молока, моющих и дезинфицирующих средств.

Мойку проводят вручную (как правило цистерны малой вместимости и на предприятиях малой мощности) либо механизировано от заводской централизованной системы. При этом молочные цистерны большой, а иногда и средней вместимости оснащены индивидуальными (для каждой секции) сферическими моющими головками.

Для мойки и дезинфекции применяют различные средства: моющие - ВИМОЛ, РОМ-АЦ-1, «Стекломой», Ром-Блок; моюще-дезинфицирующие - МД-1, МСТА, Катрил-Д, Катрил-С, Катрил-Р, дезинфицирующие - Катамин-АБ и др.

На ряде предприятий для дезинфекции автомолцистерн применяют стерилизацию. Для этого внутреннюю поверхность цистерны промывают горячей водой температурой 90-95 °С в течение 5-7 мин. или обрабатывают острым паром (давление 1,5 МПа) в течение 2-3 мин. После санитарной обработки автомолцистерну закрывают и пломбируют, на сливные патрубки надевают заглушки.

6. Эксплуатация автоцистерн

Перед заполнением цистерн продуктом, ее секции, шланги и сливные патрубки должны быть подвергнуты санитарной обработке. При этом запрещается чистить рабочую поверхность секций металлическими щетками, песком и другими абразивными материалами.

Систематически следует проверять систему вакуумирования, исключая возможность попадания паров бензина в секции цистерны.

На боковые поверхности цистерны по горизонтальной оси наносят голубой или красной краской надпись «МОЛОКО».

Периодически необходимо следить за целостностью защитных покрытий. В случае скола или отслаивания краски поврежденное место зачистить до металлического блеска и подкрасить.

7. Молокопроводы

Особый интерес представляет применение молокопроводной системы транспортирования молока на перерабатывающие предприятия малой и средней мощности в том случае, когда они незначительно удалены от молочных ферм. Опыт показал целый ряд преимуществ такой доставки перед всеми другими способами: высокий коэффициент эксплуатационной надежности, простота и удобство обслуживания, возможность использования в условиях бездорожья, сокращение длительности транспортировки молока.

В горных районах благодаря перепаду высот между пунктами приема и сбора молока экономичны самотечные Молокопроводы из полиэтиленовых труб диаметром 16, 20 или 25 мм. В доступных местах их укладывают в землю на глубину 40-70 см, а в ущельях, на крутых склонах, над водными преградами крепят к промежуточным опорам или стальной проволоке, туго натянутой между опорами.

К напорным системам относят Молокопроводы, проложенные по равнинной местности в земле ниже зоны промерзания грунта. Подземный напорный молокопровод представляет собой две параллельные полиэтиленовые трубы, по одной из которых подается молоко, по второй — сжатый воздух.

Подземный молокопровод работает следующим образом. Молоко центробежным насосом нагнетается через счетчик в молокопровод. Затем вставляют пробку из пористой пищевой резины. Сжатый воздух из компрессора, подаваемый в молокопровод, перемещает пробку и вытесняет молоко из трубопровода в чаши приемных весов молочного завода. Резиновая пробка при этом задерживается в улавливателе. Таким образом, работа подземного

молокопровода состоит из трех периодов: заполнения трубопровода жидкостью, движения жидкости и опорожнения трубопровода.

Молокопроводы большой протяженности обычно изготавливают из полиэтиленовых труб. Они морозостойки, сохраняют гибкость даже в интервале от -30 до -60°C . Жидкость в этих трубах замерзает в 3-4 раза медленнее, чем в металлических. При замерзании жидкости трубы не разрушаются, а благодаря своей эластичности увеличиваются в диаметре и после оттаивания жидкости вновь приобретают прежнюю форму.

9. Фляги

Фляги должны герметически закрываться, быть удобными для переноски, погрузки, выгрузки и мойки, прочными и гигиеничными.

Фляги изготавливают преимущественно из листовой стали; все швы сваривают; лудят путем двух-, трехкратного погружения в расплавленное олово.

В последнее время получили распространение алюминиевые фляги, но хранить и охлаждать в них молоко не следует.

Фляги изготавливают также из нержавеющей стали. Такие фляги отличаются большей износоустойчивостью и гигиеничностью.

Для перевозки фляг можно использовать тележки.

Для опорожнения фляг применяют специальные приспособления — флягопрокидыватели, представляющие собой металлический каркас, с которым фляга легко поворачивается на шарнире, проходящем вблизи от центра тяжести фляги.

Вопросы для самоконтроля:

1. Автомолцистерны для транспортировки молока.
2. Первичная обработка молока.
3. Эксплуатация автоцистерн.
4. Основные расчеты автоцистерн.
5. Фляги.
6. Санитарная обработка автомолцистерн.
7. Молокопроводы.
8. Принцип действия автомолцистерн.

Тема: Оборудование для перекачивания молока

1. Классификация насосов

1. Классификация насосов

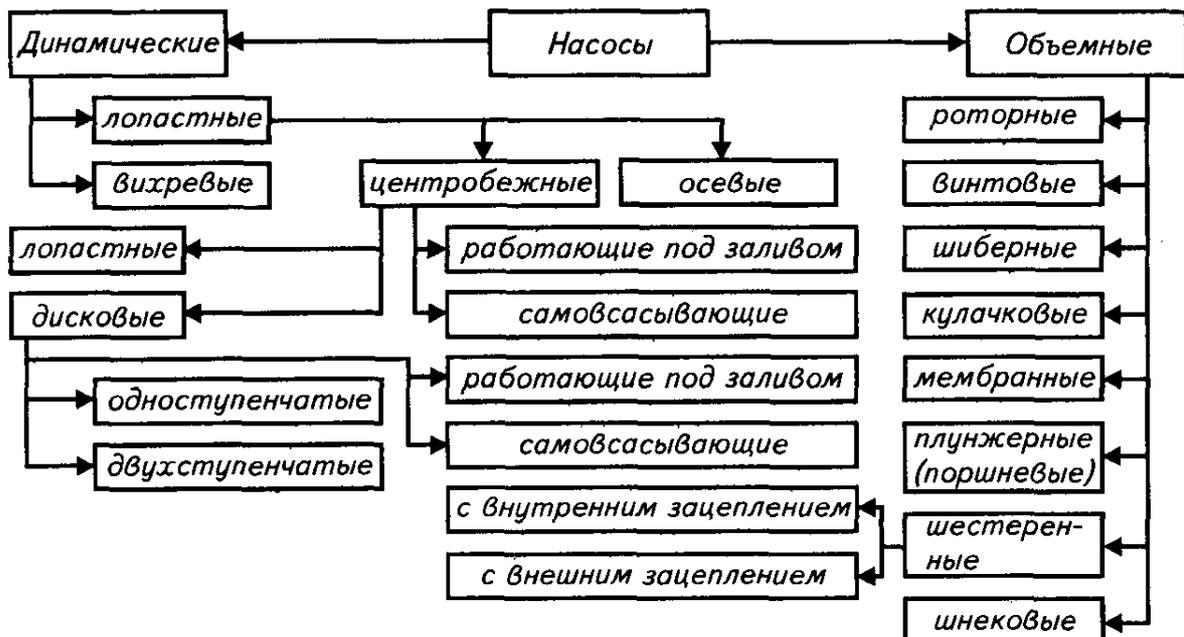
Насосы и насосные установки являются одним из основных видов оборудования для транспортирования (перекачивания) молока на молокоперерабатывающих предприятиях. Они предназначены для перекачивания молочного сырья при его приемке, для подачи и откачивания из технологического оборудования (емкостного или проточного), для межоперационного

транспортирования и молока, а также для подачи молочных продуктов на фасовку. Молоко и молочные продукты транспортируются по трубопроводам с установленной на них необходимой арматурой.

Применяемые в молочной промышленности насосы можно разделить на две группы: динамические и объемные. Работа насосов характеризуется двумя величинами: подачей (производительностью) и напором.

Подача - величина, характеризующая количество продукта, перекачиваемого в единицу времени (производительность).

Напор - величина, характеризующая высоту подачи продукта от уровня его всасывания до наивысшей точки подъема.



Упрощенная классификация насосов

Динамические насосы. К ним относятся лопастные, вихревые и другие виды насосов. Исполнительным органом динамических насосов является вращающееся рабочее колесо, энергия от которого передается продукту путем динамического взаимодействия лопастей или диска с обтекающим их молоком.

Лопастные насосы подразделяются на центробежные и осевые. Наибольшее распространение получили центробежные насосы.

Центробежные насосы. Их применяют для маловязких однородных продуктов (молоко, обезжиренное молоко, сыворотка, моющие растворы и др. жидкости аналогичной вязкости). Центробежные насосы состоят из следующих основных частей: корпуса, крышки, рабочего колеса, торцевого уплотнения и привода.

Корпус с крышкой образуют камеру, имеющую всасывающий и нагнетающий патрубки. Привод насоса осуществляется непосредственно от вала электродвигателя.

По конструкции применяемые в молочной промышленности центробежные насосы, в свою очередь, бывают лопастными (одноступенчатыми с одной лопастью и многолопастными), дисковыми (одно- и двухступенчатыми).

Принцип действия лопастных и дисковых насосов одинаков и основан на использовании центробежной силы, развиваемой при быстром вращении рабочего колеса, установленного в камере. Продукт под действием центробежной силы отбрасывается к периферии камеры насоса, а из нее поступает в нагнетательный патрубок. В результате этого в центральном пространстве камеры образуется зона разрежения (пониженного давления). Новая порция продукта под действием атмосферного давления заполняет по всасывающему трубопроводу центральное пространство камеры, и цикл повторяется.

Лопастные насосы бывают одно- и многолопастными с прямыми (рис. а) и загнутыми (рис. б) назад лопатками. Лопастные насосы - одноступенчатые не обладают способностью самовсасывания и могут всасывать жидкость только при полном начальном заполнении их корпуса и всасывающего трубопровода перекачиваемой жидкостью, т. е. работают под заливом.

Дисковые насосы (рис. 4.3) бывают одно- и двухступенчатыми.

В корпусе дискового *одноступенчатого* насоса (рис. а, а1) размещен диск с направляющими каналами диаметром 10-15 мм.

В одноступенчатом дисковом насосе, показанном на рис. а1 каналы образуются двумя дисками, на одном из которых имеются лопасти. Внутри корпуса 1 расположено вращающееся рабочее колесо 3, непосредственно посаженное на вал электродвигателя и представляющее собой камеру, которая ограничена двумя дисками. На одном из дисков лопасти 4 образуют криволинейные каналы б. С торца колеса имеется отверстие для входа всасываемой жидкости. В центре крышки 8 насоса находится всасывающий патрубок 7. Нагнетательный патрубок 9 установлен тангенциально в корпусе насоса.

Молоко из всасывающего патрубка через отверстие в центре одного из дисков поступает в камеру рабочего колеса насоса. Вследствие вращения рабочего колеса и возникающей центробежной силы молоко движется по криволинейным каналам б и выходит из колеса в спиральный канал 5 корпуса насоса, а затем в нагнетательный патрубок. При движении молока по криволинейным каналам б к периферии рабочего колеса 3 в центре его образуется вакуум, который обеспечивает поступление в насос новых порций молока через всасывающий патрубок.

Дисковые двухступенчатые насосы (рис. б) создают напор до 100 м. Они представляют собой две последовательно размещенные камеры, в каждой из них создается определенный перепад давления, вследствие чего напор увеличивается в 1,5-1,8 раза.

Самовсасывающий центробежный насос. В нем всасывающий патрубок 4 загнут вверх. Рабочее колесо б имеет несколько видоизмененные лопасти. Сопло 9 насоса представляет собой цилиндрическую трубу, проходящую внутри нагнетательного патрубка 3. Воздухоотделитель 2 присоединяется к нагнетательному патрубку и представляет собой цилиндрическую камеру. К торцевой части воздухоотделителя подходит нагнетательный трубопровод.

Перед пуском насос заполняется жидкостью до верхнего уровня всасывающего патрубка. Вращающееся колесо образует в рабочей камере насоса воздушно-жидкостную смесь, которая через сопло нагнетается в воздухоотделитель, в котором жидкость освобождается от воздуха и направляется снова в рабочую камеру насоса для нового образования воздушно-жидкостной смеси. Этот процесс продолжается до тех пор, пока в рабочей камере не будет создано достаточное разрежение для всасывания продукта. После этого насос работает так же, как обычный центробежный насос.

Объемные насосы — принцип их работы заключается в том, что определенный объем продукта, поступающего в рабочую камеру, захватывается исполнительными органами и выталкивается в нагнетательную камеру. Рабочая камера образуется корпусом и крышкой насоса и снабжается всасывающим и нагнетательным патрубками. Насосы этого типа применяются для перекачивания вязко-пластичных однородных по консистенции молочных продуктов (сливки, высокожирные сливки, сметана, смеси для мороженого, молочно-белковые смеси, творог, сливочное масло и др.). Объемные насосы бывают роторные, шестеренные (с внутренним и внешним зацеплением), винтовые, шибберные, кулачковые, мембранные, поршневые (плунжерные) и др. Наибольшее применение в молочной промышленности получили роторные, винтовые и плунжерные насосы.

На рис. а, б показаны схемы роторов выпускаемых роторных (кулачковых) насосов.

Внутри рабочей камеры роторных насосов расположены роторы, входящие в зацепление.

Как правило, верхний ротор является ведущим, нижний - ведомым. Роторы бывают двух- и трехкулачковые. Корпус имеет два патрубка: всасывающий и нагнетательный. При этом, за счет изменения направления вращения роторов назначение патрубков выбирается с учетом условий подключения к технологическим трубопроводам. С торцов корпус и роторы закрыты крышкой.

При вращении роторов на стороне, где кулаки роторов выходят из зацепления, образуется вакуум, и продукт засасывается в корпус насоса. При заполнении пространства между кулаками роторов продукт переносится ими на нагнетательную сторону, где кулаки входят в зацепление, в результате чего продукт выталкивается из пространства между ними в нагнетательный трубопровод.

Шестеренные насосы могут быть с внутренним и внешним зацеплением шестерен.

У шестеренных насосов с внутренним зацеплением (рис. а) ведущим является зубчатый диск. Вращаясь, он приводит в движение внутреннее зубчатое колесо 2. При этом жидкость из всасывающего патрубка 7 поступает в пространство между зубьями шестерен и перемещается ими к нагнетательному патрубку 4. В результате зацепления шестерен жидкость вытесняется в нагнетательный патрубок.

Таков же принцип работы насосов, у которых ведущим колесом является внутренняя зубчатка.

Одновинтовой насос по сравнению с шестеренным в меньшей степени воздействует на продукт. При этом существенного изменения его структуры или консистенции не происходит. Передача вращения рабочему органу от двигателя осуществляется через вариатор 3 той или иной конструкции или редуктор.

Рабочим органом насоса является винтовая пара-винт 6 с обоймой 5. Применение дискового (или иного) вариатора 3 позволяет изменять частоту вращения винта, а следовательно, и производительность насоса.

Между обоймой и винтом образуются замкнутые пространства, заполняемые в процессе работы насоса продуктом. При вращении винта (при работе насоса) продукт перемещается им по спирали, образуемой свободными полостями обоймы, вдоль его оси от всасывающего патрубка к нагнетательному.

Шиберный насос представляет собой металлический корпус, внутри которого эксцентрично установлен цилиндрический ротор с пазами.

В пространствах между пластинами образуются рабочие полости, заполненные продуктом. При повороте ротора пластины передвигают продукт, поступивший из всасывающего патрубка, входят в пазы ротора. При этом рабочие полости между ними уменьшаются, вследствие чего и создается давление нагнетания, а продукт выталкивается в нагнетательный патрубок.

Поршневые (плунжерные) насосы. Применяются в том случае, когда требуется создать высокое давление, (например, при гомогенизации молока, распылении молока во время сушки и др.) - для подачи жидких молочных продуктов в распылительные устройства сушильных установок, при транспортировке молока на дальние расстояния, для закачивания молока в систему и когда требуется преодолевать значительные противодействия. К этой группе относятся поршневые и плунжерные насосы.

Поршневые (плунжерные) насосы состоят из рабочего цилиндра с всасывающим и нагнетательным клапанами, которые периодически в строгой последовательности соединяют насос со всасывающей и нагнетательной линиями; поршня или плунжера со штоком и кривошипно-шатунного механизма, связанного с приводом, сообщаящим поршню возвратно-поступательное движение.

Принцип действия насоса состоит в следующем. После включения привода поршню сообщается возвратно-поступательное движение. Перемещаясь в одну сторону, он создает разрежение, вследствие чего всасывающий клапан открывается, и жидкость под атмосферным давлением устремляется в полость цилиндра. При обратном движении поршня создается давление, всасывающий клапан закрывается, а нагнетательный - открывается, и жидкость под большим давлением нагнетается в подающий трубопровод.

Мембранные насосы предназначены для перекачивания сливок повышенной жирности, молочно-белковых смесей и закваски.

Кроме насосов для транспортировки жидких молочных продуктов в ряде случаев используются безнасосные системы, так называемые вакуум-

компрессионные системы (для перемещения молока при заполнении цистерн, выгрузки масла из маслоизготовителей, сырного зерна из аппаратов выработки сырного зерна и др.). При этом продукт по трубам перемещается вследствие разности между давлениями, которая создается сжатым воздухом на напорном участке или разрежением в аппарате, куда поступает продукт. Сжатие воздуха происходит в воздушных компрессорах. При создании вакуума используются вакуум-насосы (например, струйные). В целях уменьшения степени неравномерности подачи сжатого воздуха в системе устанавливается ресивер. На всасывающей стороне воздушного компрессора размещается фильтр для очистки воздуха.

Вопросы для самоконтроля:

1. Устройство и принцип действия центробежных насосов.
2. Устройство и принцип действия роторных насосов.
3. Классификация насосов.

Тема: Оборудование для приемки, очистки, резервирования и хранения молока

1. Учет и взвешивание молока.
2. Оборудование для очистки молока.
3. Общие требования к резервуарам.
4. Оборудование для резервирования и хранения молока.

1. Учет и взвешивание молока

Для определения количества сырья, готовой продукции и вспомогательных материалов на молокоперерабатывающих предприятиях применяют молокомеры, счетчики, расходомеры и весы.

Поплавковый молокомер является наиболее простым и распространенным средством измерения небольшого количества молока. Он представляет собой цилиндрическое ведро с жестко закрепленной ручкой. В молокомер помещен поплавок с вертикальной линейкой, входящей в прорезь ручки. Линейка отградуирована в литрах.

При наполнении ведра поплавки всплывают и линейка поднимается над ручкой на высоту, соответствующую объему молока.

С помощью счетчиков измеряют количество продукта в потоке, т. е. протекающего по трубопроводу. В молочной промышленности наиболее часто применяют два типа счетчиков: с кольцевым поршнем и овальными шестернями (шестеренный счетчик).

Счетчик с кольцевым поршнем применяют для измерения объема молока в потоке. Он имеет измерительную камеру, образованную двумя концентрическими цилиндрами, корпусом счетчика и поршнем. Под давлением молока, поступающего через входное отверстие, поршень перемещается в камере. Его движение передается счетному механизму с помощью магнитной муфты,

представляющей собой два постоянных магнита. Относительная погрешность измерения $\pm 0,2-0,5\%$.

Шестеренный счетчик также позволяет измерить количество молока в потоке и состоит из проточной камеры, в которой под напором проходящего молока вращаются овалы с мелкими зубьями. С помощью системы передач счетный механизм преобразует частоту вращения шестерен проточной камеры в показания количества молока, прошедшего через счетчик.

Допустимая температура измеряемой жидкости 90°C , давление 700 кПа. Погрешность показаний счетчика $\pm 0,5\%$.

Электромагнитные счетчики-расходомеры предназначены для измерения расхода молока и молочных продуктов в потоке и выдаче командного сигнала на какое-либо исполнительное устройство при прохождении заданного количества продукта.

Обычно такие расходы состоят из двух основных элементов: первичного преобразователя импульсов (ПРИМ) и измерительного устройства (ИУ).

При прохождении измеряемой жидкости через магнитное поле, созданное в трубопроводе, в ней, как в движущемся проводнике, наводится ЭДС, пропорциональная средней скорости потока. При постоянном сечении трубопровода ЭДС пропорциональна объемному расходу жидкости.

Работа датчика турбинного расходомера также основана на явлении электромагнитной индукции. В качестве исполнительного органа такого датчика служит турбинка с встроенным в нее магнитом. Под давлением протекающего молока турбинка вращается. Частота ее вращения, пропорциональная скорости потока, преобразуется в электрические сигналы, которые подаются на электронный блок. Погрешность показаний $\pm 0,25-0,5\%$.

Циферблатные весы с подвесными емкостями позволяют взвешивать молоко без тары. Они состоят из взвешивающего механизма, двух грузоприемных емкостей одинаковой вместимости и циферблатного механизма. Емкости оборудованы сливными клапанами, соединенными системой рычагов — пультом управления.

Под действием поступающего молока подвесные емкости опускаются и через систему рычагов воздействуют на весовой механизм. На шкале циферблатного механизма стрелка показывает массу молока в килограммах. После взвешивания с помощью рукоятки управления клапан открывается и молоко сливается в приемный бак.

Наибольшее распространение на некрупных молокоперерабатывающих предприятиях получили весы СМИ-250 и СМИ-500. Вместимость каждой из двух емкостей этих весов соответственно 125 и 250 кг.

2. Оборудование для очистки молока

Для этих целей используются фильтры или сепараторы-молокоочистители. Последние предназначены для очистки молока от механических загрязнений, молочной слизи под действием центробежной силы, степень очистки у них выше,

чем у фильтров. Вместе с тем, очистка молока может осуществляться как на ферме, так и на молокоперерабатывающем предприятии.

Фильтры. Очистка молока и молочных продуктов осуществляется под действием разности давления по обе стороны фильтрующей перегородки. Последняя представляет основную часть фильтра и в основном определяет его конструкцию и техническую характеристику (производительность, степень очистки и др.). Известно большое число разнообразных по свойствам фильтрующих перегородок из органических и неорганических материалов. Они могут быть изготовлены из хлопчатобумажных, шерстяных, синтетических, стеклянных, керамических и металлических материалов. Давление в фильтрах создается при помощи насоса.

Как правило, в фильтрах для молока и молочных продуктов используют тканевые (холст, марля, лавсан, фланель), металлические (гранулы титанового сплава, нержавеющие плетеные и перфорированные штампованные сетки с отверстиями диаметром 0,5-2 мм) и другие материалы. Площадь сечения фильтрующих перегородок составляет до 50%.

По конструкции фильтры для молока бывают цилиндрические, пластинчатые, дисковые, открытые и закрытые.

3. Общие требования к резервуарам

Классификация и основные элементы. Емкостное оборудование по функциональному назначению подразделяется на три группы: емкости хранения, емкостные аппараты и универсальные емкости.

Основными элементами этого емкостного оборудования являются корпус, перемешивающее и моечное устройства, площадка и лестница обслуживания.

Лестницы бывают стационарными и приставными. Для невысоких емкостей применяют, как правило, приставные лестницы, верхняя ступень которых (на высоте до 800 мм) по размеру больше основных и является своего рода небольшой площадкой обслуживания.

Несколько однотипных емкостей, входящих в состав линии, обычно имеют одну общую площадку обслуживания и одну или две лестницы.

Корпус резервуара. Корпус состоит из цилиндрической оболочки замкнутого профиля и приваренных к ней верхнего и нижнего днищ. Вместо верхнего днища может быть откидывающаяся крышка. Доступ во внутреннюю полость корпуса – через люк с откидывающейся крышкой. Подвод и отвод продукта осуществляется через патрубки (наполнения-опорожнения)

На корпусе предусмотрены также ряд фланцев и штуцеров, предназначенных для крепления привода перемешивающего устройства, пробоотборного крана, моечного устройства, электроосветительного и вентиляционного устройств, смотрового окна (устройства, позволяющего вести наблюдения за продуктом с помощью осветительного устройства), а также для размещения первичных измерительных преобразователей (ПИП) приборов контроля уровня и температуры.

Днища корпуса могут иметь плоскую, коническую, эллиптическую, сферическую и полушаровую форму. При вертикальном расположении корпуса люк может находиться как на верхнем днище, так и на его боковой поверхности.

Используемые для проведения технологических процессов корпуса имеют нагревательно-охладительную систему, которая может быть приварена снаружи к цилиндрической части, а иногда и к нижнему днищу. В резервуарах, применяемых только для хранения молока и молочных продуктов, корпус может быть выполнен и без охлаждающей системы.

По исполнению корпуса подразделяются на вертикальные и горизонтальные. Вертикальный корпус, как правило, имеет цилиндрическую форму, а горизонтальный корпус может быть также прямоугольной или полуцилиндрической формы. Внутреннюю поверхность корпуса выполняют, как правило, гладкой без отражательных перегородок.

Перемешивающие устройства. Перемешивающие устройства в резервуарах для резервирования и хранения молока предназначены для перемешивания продукта, исключения его расслоения, обеспечения однородности консистенции.

Мешалки. В емкостных аппаратах молочной промышленности применяют как быстроходные вращающиеся мешалки (пастеризация и нормализация продуктов), так и тихоходные (созревание сливок и производство кисломолочных напитков и другие процессы). Используют также качающиеся и комбинированные мешалки.

Роторные и планетарные перемешивающие устройства. В емкостных аппаратах, диаметр корпуса которых составляет 1500 мм и более, применяют в основном планетарные перемешивающие устройства. Мешалки планетарного перемешивающего устройства вращаются вокруг оси аппарата и дополнительно - вокруг собственной оси, параллельной оси аппарата, что позволяет сократить диаметр мешалки примерно в 2 раза. Кроме того, планетарные устройства эффективны при использовании в емкостных аппаратах, применяемых для перемешивания высоковязких и неньютоновских сред, где необходимо периодически перемешивать жидкость в любой точке аппарата.

аппараты с планетарным движением мешалки не получают широкого распространения в отечественной технике, в основном, из-за высокой сложности привода

Вибрационное перемешивающее устройство. Это механическое перемешивающее устройство, мешалка которого совершает вибрационное движение. *Вибрационный способ перемешивания в последнее время нашел применение, как наиболее эффективный.*

Моечные устройства. Моечные устройства предназначены для осуществления процесса безразборной механизированной санитарной обработки внутренних поверхностей корпусов емкостного оборудования с помощью технических моющих и дезинфицирующих средств.

Каждый емкостный аппарат, снабженный стационарным моечным устройством, имеет автономный привод: электрический (электродвигатель и редуктор); пневматический или гидравлический.

Неподвижные моющие головки без внешнего привода выполняют, как правило, с отверстиями. Вращающиеся моечные головки без внешнего привода с отверстиями или форсунками вращаются в результате образования выходящих из них реактивных струй.

Приборы контроля. В резервуарах для резервирования и хранения молока к ним относятся приборы для контроля уровня заполнения (массы продукта), температуры, а также в ряде случаев - кислотности молока и молочных продуктов.

Уровнемеры. Уровень жидкости (продукта) является очень важным показателем, используемым для учета продукта. В емкостных аппаратах используют местные указатели количества продукта (водомерные стекла, поплавковые устройства и др.) и первичные измерительные преобразователи уровня с дистанционной передачей показаний. Простейшее и вместе с тем самое точное измерение высоты уровня жидкости относительно дна емкостного аппарата осуществляется непосредственным определением высоты с помощью мерных линеек.

Наиболее широко применяют поплавковые уровнемеры. При изменении уровня жидкости поплавки перемещаются вместе с ней на всем диапазоне измерения. Поплавковые уровнемеры не могут быть применены для измерения уровня вязких жидкостей из-за залипания поплавка и обволакивания его вязкой средой, а также жидкостей малой плотности.

Сигнализаторы верхнего и нижнего уровней. Регулятор-сигнализатор уровня ЭРСУ-3 предназначен для эксплуатации при температуре окружающего воздуха от -10 до +45 °С. Он состоит из трех электроконтактных ПИП (датчиков) и релейного блока. Принцип работы регулятора-сигнализатора основан на преобразовании изменения электрического сопротивления между электродом ПИП и стенкой корпуса в электрический сигнал.

Регулятор-сигнализатор ЭРСУ-3 обычно используют с тремя ПИП (датчиками), два из которых предназначены для контроля уровня продукта в рабочем диапазоне, а третий - для сигнализации об аварийном положении уровня. При осушении ПИП нижнего уровня загорается сигнальная лампочка нижнего уровня. При погружении ПИП верхнего уровня в контролируемую среду загорается лампочка верхнего уровня.

Для измерения текущего уровня (количества продукта) в резервуарах используют сильфонные манометры МС-П1 с мембранным разделителем РМ и гибким рукавом в комплекте с пневматическим показывающим прибором контроля ППВ1.1, а также тензорезисторные полупроводниковые измерительные преобразователи «Сапфир».

Измерители и регуляторы температуры. Температуру продукта в резервуарах измеряют с помощью стеклянных угловых термометров УЧ-1240-201, оснащенных металлическими гильзами, и термопреобразователей сопротивления ТСМ-08 79-01 (ТУ 25-02 79288). Последние предназначены для измерения температуры жидких и газообразных сред в пределах от -50 до +200 °С, имеют

виброустойчивое исполнение 2 (ГОСТ 17167), конструкция головки – водозащищенная.

4. Оборудование для резервирования и хранения молока

Назначение и классификация. Для длительного или кратковременного хранения молока на молокоперерабатывающих предприятиях применяют резервуары хранения, выполняющие функции накопителей молока перед его переработкой. Они относятся к емкостному оборудованию, основным параметром технической характеристики которого является рабочая вместимость.

Резервуары хранения предназначены для накопления и хранения молока и молочных продуктов температурой до 35 °С на предприятиях молочной промышленности. К резервуарам хранения относятся также молокоохладители, предназначенные для кратковременного хранения молока на молочнотоварных фермах и животноводческих комплексах. Резервуары хранения бывают двух типов: горизонтальные и вертикальные.

Основные требования. Перемешивающее устройство должно эффективно перемешивать содержимое резервуара хранения без изменения основных свойств продукта при наполнении ее в пределах от 25 до 100% ее номинального объема. Отклонение проб сырого молока, взятых в различных точках резервуара хранения, по содержанию жира не должно превышать 0,1% после 20-минутной работы перемешивающего устройства.

Теплоизоляция емкостей хранения должна быть такой, чтобы начальная температура продукта не изменялась более чем на 2 °С в течение 24 ч при разнице температур продукта и окружающей среды, равной 21 °С, и заполнении резервуара до 25% номинального объема. Днища резервуаров хранения, устанавливаемые на фундамент, должны полностью опираться на него. Резервуары номинальным объемом 0,63 м³ и выше следует оснащать площадкой для обслуживания или лестницей; допускается установка общей площадки для нескольких резервуаров. При установке резервуара на опорные ножки расстояние между нижней точкой емкости и полом должно быть не менее 250 мм. Опорные ножки должны быть регулируемы и позволять устанавливать ось резервуара в вертикальном положении на полу с наклоном не более 3%. При установке резервуара вне помещения необходимо надежно закреплять ее на фундаменте; такие резервуары должны выдерживать расчетную нагрузку ветра.

Вопросы для самоконтроля:

1. Общие требования к резервуарам.
2. Оборудование для резервирования и хранения молока.
3. Учет и взвешивание молока.
4. Оборудование для очистки молока.

Тема: Оборудование для механической обработки молока

1. Сепарирование молока и сепараторы
2. Устройство сепаратора
3. Сепараторы-нормализаторы
4. Гомогенизаторы
5. Разделение и концентрирование молока мембранными методами

В сложный технологический процесс переработки молока неотъемлемой частью входит его механическая обработка, заключающаяся в механическом воздействии на молоко с целью его разделения на фракции (механические загрязнения и цельное молоко; сливки и обезжиренное молоко), повышения гомогенности и однородности жировой фазы в молоке до и после разделения, а также в подготовке молока для получения одинакового соотношения массовой доли жира и сухих веществ в сырье и готовом продукте. Основные технологические операции механической обработки - сепарирование, нормализация и гомогенизация молока.

Основные понятия процессов механической обработки молока:

- *Сепарирование - процесс механического разделения молока на фракции под действием центробежной силы.*
- *Гомогенизация - процесс получения гетерогенных систем посредством тонкого измельчения и равномерного распределения ингредиентов по объему продукта (95% частиц ингредиентов имеет размер 8-10 мкм).*
- *Диспергирование - процесс получения гетерогенных систем посредством измельчения и распределения ингредиентов по объему жидкости.*
- *Эмульгирование - процесс диспергирования жидких ингредиентов.*

1. Сепарирование молока и сепараторы

Технологический процесс сепарирования заключается в механическом разделении молока на фракции под действием центробежной силы. Так, сепарирование обеспечивает разделение молока на сливки и обезжиренное молоко (обрат); очистку его от механических и естественных (слизь, кровь и т. п.) примесей; выделение белков из сыворотки; получение высокожирных сливок и др. Молоко под действием центробежной силы разделяется благодаря различной величине плотности фракций.

Сепарирование молока осуществляется на специальных машинах - сепараторах. Сепараторы, применяемые в молочной промышленности, можно классифицировать по различным характерным признакам:

Так, по технологическому назначению сепараторы подразделяются на четыре основные группы:

- сепараторы-осветлители, к ним относятся сепараторы-молокоочистители (для теплого и холодного молока). В машинах этой группы происходит центробежная очистка молока от загрязнений и механических примесей. К этой

же группе относятся технологические сепараторы для обезжиривания творожного сгустка при производстве мягкого творога, а также - бактофуги - сепараторы-отделители бактерий;

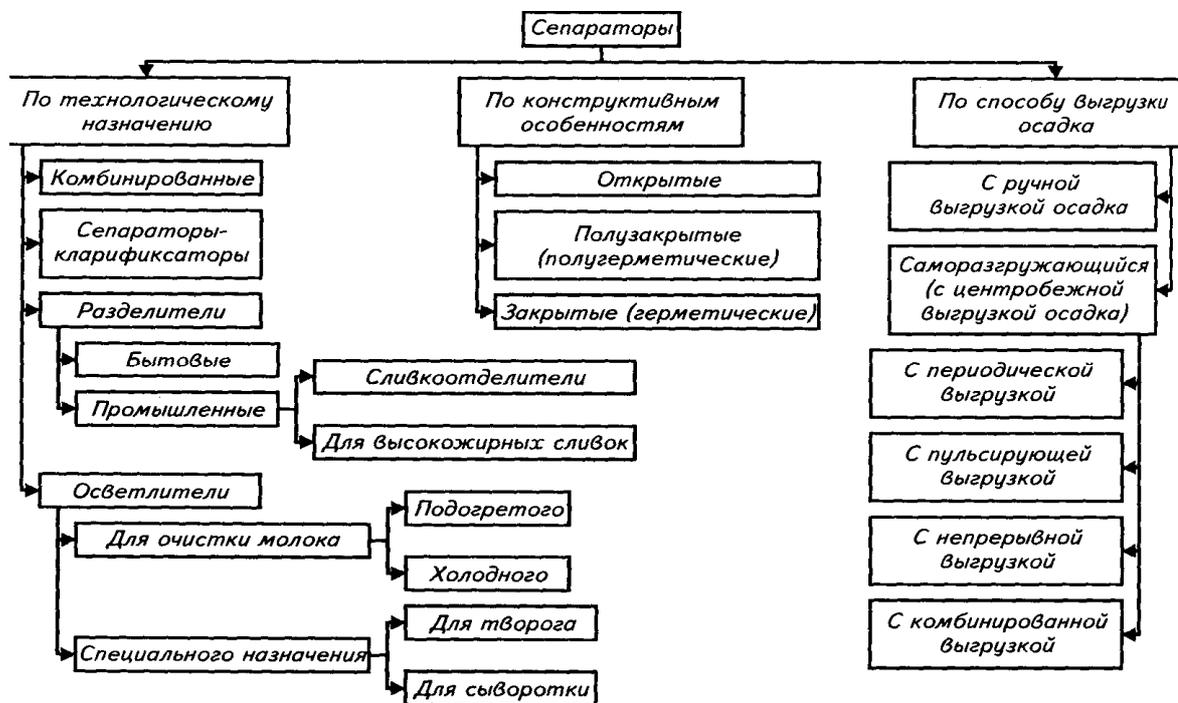
•сепараторы-разделители, к ним относятся сепараторы-сливкоотделители. В машинах этой группы происходит центробежное разделение цельного молока на обезжиренное молоко и сливки. Некоторые сепараторы снабжены устройством нормализации, что обеспечивает получение в потоке нормализованного по жиру молока. К этой же группе относятся сепараторы для обезжиривания сыворотки, а также для получения высокожирных сливок (разделение сливок на высокожирные и пахту);

•комбинированные сепараторы. В машинах этой группы одновременно происходит отделение механических или иных твердых примесей (например, казеиновая пыль) и разделение жидкости на фракции (сыворотки - на обезжиренную сыворотку и подсырные сливки). К ним относится сепаратор Ж5-ОХ2-С для очистки творожной и подсырной сыворотки от казеиновой пыли и жира;

•сепараторы-кларификаторы для очистки и гомогенизации молока. Эти сепараторы в настоящее время не получили широкого развития и применения.

По конструктивным особенностям сепараторы подразделяют на три группы Открытые сепараторы, в которых ввод молока и вывод его жидких фракций происходит в виде свободной струи (не герметизированы) и имеют контакт с окружающей средой (воздухом).

Полузакрытые (полугерметичные) - ввод молока может быть открытым через



поплавковую камеру с поплавком и неподвижную трубку или закрытым, но без напора, свободной струей, а выход отсепарированных фракций - закрытым (герметизирован), под давлением, создаваемым в сепараторе напорными дисками под действием центробежных сил.

Закрытые (герметичные) — ввод исходного продукта в сепаратор и отвод отсепарированных фракций осуществляются под давлением (герметизированы).

В открытых сепараторах ввод исходного продукта и вывод жидких фракций осуществляются в виде свободной струи при доступе воздуха. В этом случае образуется молочная пена, ухудшающая условия эксплуатации сепараторов. В полугерметичных (полузакрытых) сепараторах молочное сырье подается свободной струей, а вывод жидких фракций осуществляется под давлением. В герметичных (закрытых) сепараторах и ввод молочного сырья, и вывод жидких фракций осуществляются под давлением.

По организации технологического процесса сепараторы бывают периодического и непрерывного действия.

Вывод твердого осадка (сепараторной слизи) может быть периодическим при полной разборке и мойке сепарирующего устройства — барабана (сепараторы с ручной выгрузкой осадка); пульсирующим, обеспечивающим выброс осадка в течение долей секунды без остановки сепаратора путем раскрытия барабана (саморазгружающиеся сепараторы); непрерывным — выброс осадка происходит через сопла в стенках барабана (творожные).

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

2. Устройство сепаратора

Основными узлами сепаратора являются:

- сепарирующее устройство (барабан), в котором осуществляется разделение эмульсий (суспензий) на фракции;
- приемно-отводящие устройства для продукта, поступающего в барабан, и отсепарированных жидких фракций;
- приводной механизм.

Все части сепаратора размещены на общей станине.

Станина. На ней монтируются все части и узлы сепаратора. В нижней части располагается привод. В чаше станины установлен барабан, укреплены тормоза и стопоры, ускоряющие остановку барабана и удерживающие его от произвольного вращения при сборке соответственно. Внутренняя часть станины герметизирована и одновременно является картером (масляной ванной).

Сепарирующие устройства. Барабаны, основные рабочие органы сепараторов-молокоочистителей и сепараторов-сливкоотделителей созданы на общей основе. Они бывают с нижним и верхним вводами продукта. При этом продукт, попадающий в нижнюю часть сепарирующего устройства, распределяется между тарелками (конструкция должна обеспечивать по возможности равномерное растекание).

Зазор между тарелками фиксируется шипиками, у различных сепараторов он неодинаков (0,6-0,8 мм - у сепараторов-сливкоотделителей, 2-4 мм - у сепараторов-молокоочистителей).

Принципиальные отличия сепарирующего устройства сепаратора-молокоочистителя от сепарирующего устройства сепаратора-сливкоотделителя следующие:

- жидкость в межтарелочные пространства сепаратора-молокоочистителя входит с периферии тарелок, а не через отверстия в тарелках, как у сепаратора-сливкоотделителя, так как отверстия в тарелках в первом случае вообще отсутствуют;

- весь поток обрабатываемого в сепараторах-молокоочистителях продукта направлен в единственный отводной патрубок, а не в два (для сливок и обезжиренного молока), как у сепараторов-сливкоотделителей;

- периферийное пространство сепараторов-молокоочистителей увеличено, по сравнению с сепараторами-сливкоотделителями.

Рабочим органом сепаратора-сливкоотделителя с достаточной точностью можно считать межтарелочные пространства, а рабочим объемом сепараторов-молокоочистителей - периферийную часть и межтарелочные пространства.

Молоко из поплавковой камеры поступает в тарелкодержатель, затем в нижнюю камеру и в пакет тарелок. Пакет закрыт разделительной тарелкой, на которую надета тарелка с камерой напорного диска.

Над камерой диска для сливок расположена перегородка с отверстиями для прохода обезжиренного молока. Между перегородкой и крышкой расположена камера для обезжиренного молока с напорным диском.

Напорные диски и неподвижны. Они последовательно надеты на трубку поплавковой камеры, причем между трубкой камеры и патрубками дисков расположены каналы для прохода обезжиренного молока и сливок.

Из напорных дисков обезжиренное молоко и сливки направляются в трубопроводы, присоединяемые к патрубкам. Соотношение обезжиренного молока и сливок регулируют специальными кранами, установленными на трубопроводах.

Основные узлы сепарирующего устройства (барабана) и последовательность их сборки у герметичного сепаратора с периодической выгрузкой осадка. Барабан насаживают на вертикальный вал. Тарелки собирают на тарелкодержателе. Затем в паз укладывают резиновую уплотнительную прокладку, надевают крышку и затягивают кольцевую гайку до совпадения отметок на гайке и крышке. Крышку станины опускают и запирают специальным зажимом.

Все детали барабана изготовлены из материалов, разрешенных Минздравом РФ для контакта с пищевыми продуктами (нержавеющая никелесодержащая сталь, пищевые резина и полимеры). Уплотнения барабана (резиновые и полимерные) должны быть стойкими к 20%-ному раствору азотной кислоты и едкого натра, а также к моющим и дезинфицирующим растворам, к их повышенным температурам (до 80 °С); а также нетоксичными и без постороннего запаха и сохранять работоспособность при давлении 20-30 МПа.

Приемно-отводящие устройства крепятся на крышке сепаратора и обеспечивают подачу исходной жидкости в барабан и отвод из него фракций (например, очищенное молоко в осветлителях или сливки, обезжиренное молоко, высокожирные сливки в осветлителях).

По трубке молоко поступает в тарелкодержатель. В сепарирующее устройство молоко может подаваться насосами, установленными в технологических линиях, или насосами, смонтированными в станину сепаратора (сепараторы с нижним вводом исходного продукта через полый вал).

На пути движения сливок установлены ротаметр и регулирующий вентиль, изменяющий давление на выходе сливок. В результате изменения давления на выходе сливок или обезжиренного молока изменяется содержание жира в сливках.

В настоящее время используются различные устройства для вывода осадка: сопловые и пульсирующие.

В сопловом устройстве обеспечивается непрерывная выгрузка твердого осадка в течение всей работы сепаратора, а в пульсирующем его вывод осуществляется по мере накопления его в периферийном пространстве.

Крышка сепаратора служит защитным кожухом вращающегося барабана. На ней монтируется приемно-выводное устройство. Крышка крепится к станине сепаратора с различными способами.

3. Сепараторы-нормализаторы

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

конструкцией сепаратора. В открытых сепараторах нормализацию можно осуществить двумя способами:

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

2 способ - нормализация цельным молоком. Если в нормализованном молоке массовая доля жира должна быть ниже, чем в цельном, то часть цельного молока из поплавковой камеры, минуя барабан сепаратора, по трубе с регулирующим клапаном смешивается с выходящим из барабана сепаратора обезжиренным молоком. Массовая доля жира в нормализованной смеси определяется количеством и жирностью цельного молока, так как масса и жирность обезжиренного молока практически постоянны.

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

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

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

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

Очистка молока от микробиологических примесей осуществляется в процессе **бактериофугирования на сепараторе-бактериоотделители (бактофуге)**. Биологические загрязнения и плазма молока, имеющие разные плотности, разделяются под действием центробежной силы в бактериофуге, устройством напоминающей сепаратор-молокоочиститель. Отличие бактериофуги от сепаратора-молокоочистителя состоит в том, что частота вращения барабана бактериофуги значительно выше и по периферии тарелок расположены отверстия.

Эффективность выделения клеток достигает 98%. Совмещение процесса бактериоотделения с тепловой обработкой молока повышает эффективность его микробиологического обеззараживания до 99,9%.

В процессе сепарирования сепараторная слизь, в которой скапливаются микроорганизмы, собирается на периферии барабана, откуда с небольшим

количеством молока через два отверстия выбрасывается наружу и попадает в кожух, снабженный специальным грязевым желобом с рубашкой.

Для повышения эффективности бактериофугирования уменьшают производительность бактериофуги и увеличивают продолжительность пребывания молока в ней.

Сепаратор-творогоотделитель относится к сепараторам открытого типа с непрерывной выгрузкой через сопла тяжелой фракции - творога. В корпусе сепаратора-творогоотделителя по окружности располагаются 12 отверстий. Изменяя их количество и размер, регулируют степень обезвоживания творожного сгустка. Для предотвращения забивания сопел жиром сепарированию подвергают обезжиренный творог. Творожный сгусток по центральной трубке поступает под тарелкодержатель и далее - в периферийное пространство сепарирующего устройства. Творог непрерывно выводится через сопла в приемник творога. Сыворотка удаляется из сепарирующего устройства через направляющее кольцо свободной струей.

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

4. Гомогенизаторы

Гомогенизация, в общем случае - это процесс получения гетерогенных систем посредством тонкого измельчения и равномерного распределения ингредиентов по объему продукта (95% частиц ингредиентов имеет размер 8-10 мкм). В частности - технологический процесс дробления жировых шариков на более мелкие жировые частицы в молоке в результате интенсивного механического воздействия на продукт с целью исключения отстоя жира и равномерного распределения жировой фазы по всему объему.

В результате гомогенизации в молоке жировая фаза равномерно распределяется по всему объему продукта, улучшаются его питательные и вкусовые

Процесс гомогенизации осуществляется в специальных машинах - гомогенизаторах. При этом применяются гомогенизаторы низкого и высокого давления. Наибольшее применение нашли гомогенизаторы высокого давления,

или клапанные гомогенизаторы, создающие максимальный эффект гомогенизации. Для гомогенизации вязких продуктов, таких, как масло, плавленый сыр и т. п., используются гомогенизаторы-пластификаторы клапанного типа.

Для частичной гомогенизации известно и другое оборудование (эмульгаторы, эмульсоры, диспергаторы и др.), но оно менее эффективно.

Процесс гомогенизации, широко применяемый в молочной промышленности, осуществляется различными путями, например:

- путем проталкивания жидкого продукта через узкую кольцевую щель (где и происходит дробление жировых шариков) между клапаном и его седлом при высоком давлении, создаваемым многоплунжерным насосом агрегата (плунжерные гомогенизаторы);

- за счет удара струи жидкого продукта с большой кинетической энергией о какую-либо преграду (центробежные, роторные и др. гомогенизаторы), и др.

Давление гомогенизации автоматически поддерживается неизменным и может достигать 10—20 МПа в зависимости от вида молочного продукта, подвергающегося гомогенизации.

Наибольшее распространение получили гомогенизаторы клапанного типа в которых гомогенизация происходит благодаря проталкиванию продукта плунжерным насосом через специальную гомогенизирующую головку.

Основным фактором, определяющим эффективность гомогенизации, является скорость истечения жидкости через клапанную щель. При входе в клапанную щель скорость движения гомогенизируемой жидкости резко возрастает.

При проходе жировой капли из зоны малых скоростей v_0 в зону высоких, передние части жирового шарика включаются в поток в щели с огромной скоростью, вытягивается и от него отрываются малые частицы, величина которых зависит от величины давления гомогенизации. В то же время остальная часть капли, еще принадлежащая к потоку, продолжает проходить через пограничное сечение и постепенно отдавать свой материал вновь образованным частицам. Чем выше скорость, тем интенсивнее вытягивается жидкая нить из жирового шарика в пограничной зоне, тем тоньше эта нить и мельче частицы после ее распада.

Высокое давление в гомогенизаторе создается плунжерным насосом, который приводится в движение кривошипно-шатунным механизмом. Гомогенизируемая жидкость при ходе плунжера влево всасывается через клапан в цилиндр, а при ходе вправо нагнетается через клапан в нагнетательную камеру, на которой установлен манометр для контроля давления гомогенизации. Далее молоко по каналу поступает в гомогенизирующую головку, в которой поднимает клапан, прижимаемый к седлу пружиной. Сила давления пружины на клапан регулируется винтом. Клапан и седло притерты один к другому. В нерабочем положении клапан плотно прижат к седлу пружиной, а в рабочем, когда нагнетается жидкость, клапан приподнят за счет давления жидкости и находится в «плавающем» состоянии. Высота клапанной щели при работе гомогенизатора не

превышает 0,1 мм, а скорость молока при движении его в щели обычно достигает 150-200 м/с. При этом молоко в зоне клапана подвергается сильному механическому воздействию, которое приводит к дроблению жировых шариков, т. е. осуществляется процесс гомогенизации.

Давление регулируют винтом, руководствуясь показаниями манометра. При завинчивании винта давление пружины на клапан увеличивается, а следовательно, высота клапанной щели уменьшается, что приводит к возрастанию давления, необходимого для проталкивания данного количества жидкости. Поэтому гомогенизатор снабжен пружинным клапаном, через который жидкость выходит наружу в тех случаях, когда давление в машине выше предельного. Предельное давление открытия предохранительного клапана регулируется винтом с пружиной. Кроме того, клапан также предохраняет машину от аварии в случае засорения клапанной щели.

При работе гомогенизатора на выходе из клапанной щели часто наблюдаются слипание раздробленных частиц и образование «гроздьев», ухудшающих эффект гомогенизации. Во избежание этого эффекта применяют двухступенчатую гомогенизирующую головку. Вторая ступень предназначена для дробления подобных образований. Для этого не требуется сильное механическое воздействие. Поэтому давление, создаваемое во второй ступени, значительно ниже, чем в первой.

Гомогенизатор с двухступенчатой гомогенизирующей головкой состоит из станины, корпуса, плунжерного блока, гомогенизирующей головки, привода и кривошипно-шатунного механизма.

К плунжерному блоку болтами крепится двухступенчатая плунжерная головка, манометрическая головка и, с противоположной стороны гомогенизирующей головки, - предохранительный клапан. Двухступенчатая плунжерная головка представляет собой последовательное соединение двух гомогенизирующих головок с отдельной регулировкой силы прижатия гомогенизирующих клапанов к седлам.

В двухступенчатой гомогенизирующей головке процесс дробления жировой фазы под давлением 14-20 МПа происходит на первой ступени, а на второй, при давлении 5 МПа устраняются образованные на первой ступени агрегаты жировых шариков.

5. Разделение и концентрирование молока мембранными методами

К мембранным методам обработки молока относят ультрафильтрацию, обратный осмос и электродиализ. Сущность всех мембранных методов — это разделение и концентрирование молочного сырья в процессе фильтрации через специальные мембраны под действием давления (ультрафильтрация и обратный осмос) или электрического поля (электродиализ).

Ультрафильтрацию используют для выделения белков из молока и молочной сыворотки; при обратном осмосе происходит концентрирование молочного

сырья, так как через мембраны проходит только вода; электродиализу подвергают молочную сыворотку с целью ее деминерализации.

Исполнительный орган установок для фильтрации и обратного осмоса — полупроницаемая мембрана на основе ацетата целлюлозы и пористых полимерных материалов. Для ультрафильтрации применяют мембраны с размерами пор 500-100 нм. Такие мембраны задерживают молекулы с размерами большими, чем размеры пор, и пропускают мелкие молекулы.

Движущей силой мембранных процессов является давление, приложенное к поверхности обрабатываемой жидкости. Процесс ультрафильтрации проводят под давлением 0,2-0,8 МПа. Для обратного осмоса используют полупроницаемые мембраны с размерами пор менее 50 нм, процесс ведут при давлении 2-0 МПа.

Мембранный аппарат — это устройство, состоящее из корпуса, мембраны, дренажного узла, крепежных деталей, конструктивных элементов для ввода исходного раствора и выхода концентрата и фильтрата, перемешивания и др. Для мембранного разделения применяют четыре типа аппаратов: плоскорамные, трубчатые, рулонные и с полыми волокнами.

Промышленные мембранные аппараты представляют собой пакеты, блоки, комплексы мембранных элементов: ячеек, секций, модулей. Мембранный аппарат обычно является частью мембранной установки периодического или непрерывного действия, в которую входят также насосы, дозирующие устройства, емкости для исходного раствора, фильтрата, концентрата и моющих растворов, соединительные трубопроводы и контрольно-измерительные приборы.

Ультрафильтрационная установка состоит из фильтрующего аппарата, насоса для подачи в аппарат продукта, насоса для проталкивания продукта через мембранные фильтры, соединительных трубопроводов и регулирующих вентилях.

Главной частью фильтрующего аппарата является полупроницаемая мембрана — тонкая пористая пленка, размеры пор которой менее 0,5 мкм. Пленка помещается на макропористую подложку, усиливающую ее механическую прочность. Обычно в качестве подложки применяется пористая нержавеющая листовая сталь толщиной 0,5-3 мм с порами 0,5-10 мкм.

Сочетание ультрафильтрации и обратного осмоса с другими методами мембранной обработки — диафильтрацией и электродиализом открывает широкие возможности в области создания технологий новых видов молочных продуктов с регулируемым минеральным и углеводным составом, что до настоящего времени являлось неосуществимым.

Разработана технология нового вида питьевого молока «Волжское», которое обогащают белково-углеводной основой, полученной из сыворотки, концентрированной ультрафильтрацией. Согласно этой технологии исходное цельное молоко нормализуют обезжиренным молоком или пахтой и добавляют 20% белково-углеводной основы с массовой долей сухих веществ 10,5%.

Широкое применение мембранные процессы нашли при производстве кисломолочных напитков. В ассортимент этой группы молочных продуктов входят напитки, технология которых предусматривает повышение массовой доли

сухих веществ в исходном сырье. К таким продуктам относятся: Таллиннский кефир, кефир «Особый», йогурт и др., выпускаемые в нашей стране, а также йогурт и имер, вырабатываемые молочной промышленностью западных стран.

Концентрирование исходного сырья ультрафильтрацией приводит к получению более прочных кислотных сгустков по сравнению со сгустками из молока, содержание сухих веществ в которых увеличено за счет внесения казеината или сухого обезжиренного молока согласно рецептурам на кефир «Особый» и на Таллиннский кефир.

Применение мембранной техники в молочной промышленности Позволило выделить и сконцентрировать сывороточные белки из подсырной и творожной сыворотки без изменения их агрегатного состояния. Молочная сыворотка содержит в определенных количествах белок, жир, лактозу и соли. Растворителем является вода. С помощью мембранных установок сыворотка перерабатывается в две стадии. На первой стадии осуществляется ультрафильтрация, в результате чего получают белковый концентрат, содержащий от 3 до 15% белка и лактозно-солевой раствор. На второй стадии лактозно-солевой раствор пропускают через обратноосмотическую мембрану и получают концентрированный раствор лактозы (10-20%-ный) и фильтрат, который представляет собой 1%-ный раствор солей.

В молочной промышленности в настоящее время на основе ультрафильтрации выпускают концентрат сывороточных белков (КСБ-УФ), а также концентрат обезжиренного молока жидкий — ДМБ-1 и сухой ДМБ-1-60.

Мембранная техника используется в молочной промышленности также при производстве ряда других продуктов: сгущенных молочных консервов, детских продуктов, новых видов молочных продуктов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Устройство сепаратора
2. Сепараторы-нормализаторы
3. Гомогенизаторы
4. Сепарирование молока и сепараторы

Тема: Оборудование для тепловой обработки молока

1. Требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам
2. Классификация и выбор теплообменных аппаратов
3. Типы теплообменников
4. Пластинчатые пастеризационно-охладительные установки
5. Пластинчатые охлаждающие установки
6. Трубчатые пастеризационные установки
7. Оборудование для стерилизации молока
8. Вакуум-термическая обработка молока

Аппараты, применяемые в пищевом производстве для проведения теплообменных процессов, называют **теплообменниками**. Теплообменники

характеризуются разнообразием конструкций, которое объясняется различным назначением аппаратов и условиями проведения процессов.

1. Требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам

К теплообменным аппаратам, применяемым для тепловой обработки молока и молочных продуктов, предъявляют следующие требования:

- конструкция теплообменных аппаратов должна обеспечивать быструю и удобную разборку тех частей аппаратов, через которые проходит продукт, легкую чистку и мойку поверхностей, соприкасающихся с продуктом;
- во внутренней части аппарата не должно быть острых углов, щелей, карманов, труднодоступных для чистки и мойки;
- детали и узлы, соприкасающиеся с продуктом, должны быть изготовлены из нержавеющей стали;
- теплообменные аппараты должны быть снабжены приборами контроля и автоматического регулирования температуры нагрева или охлаждения продукта;
- разделяющие поверхности аппарата должны быть герметичными;
- вытеснительные барабаны с ножами и другие вращающиеся устройства должны обеспечивать равномерное перемешивание продукта: скорости перемешивания продукта и механическое воздействие вращающихся частей аппарата не должны изменять вязкость и нарушать консистенцию готового продукта;
- теплообменные аппараты (трубчатые, с рубашкой и другие) должны иметь надежную теплоизоляцию, предохраняющую наружные поверхности от нагрева выше 30-35 °С и от охлаждения ниже 10-15°С;
- наружная форма аппарата должна соответствовать современному эстетическому оформлению.

В молочной промышленности используются теплообменные аппараты, разные по конструкции, производительности, принципу действия, тепловым показателям, требующие разных приемов эксплуатации.

Для соблюдения режима тепловой обработки молока и молочных продуктов обслуживающий персонал должен хорошо знать устройство, особенности, настройку и регулировку аппарата.

2. Классификация и выбор теплообменных аппаратов

Теплообменные аппараты, применяемые в молочной промышленности, можно разделить на поверхностные и аппараты смешения. У *поверхностных аппаратов*, наиболее распространенных в молочной промышленности, имеется теплопередающая стенка. В *аппаратах смешения* теплообмен происходит непосредственно при смешении теплоносителя с продуктом, например при подогреве молока паром.

В большинстве теплообменных аппаратов, в которых нагревается или охлаждается продукт, не происходит существенных изменений химических или физических свойств обрабатываемого продукта. Но существуют аппараты,

например выпарные, в которых наряду с теплообменом происходит преобразование обрабатываемого продукта.

Теплообменные аппараты классифицируются по следующим признакам:

по назначению (нагреватели, охладители, регенераторы, аппараты комплексной тепловой переработки, выпарные, кристаллизаторы);

по виду действия (непрерывно действующие, периодические);

по виду теплоносителя, хладоносителя (водообогреваемые, паробогреваемые, охлаждаемые водой, охлаждаемые рассолом, охлаждаемые водой и рассолом);

по взаимному направлению движения жидкостей (прямого потока, противоточные, перекрестного типа, смешанного тока);

по конструкции поверхности теплообмена (пластинчатые, трубчатые, с рубашкой емкостные, с рубашкой и мешалкой, корпусные оросительные);

• по числу секций (односекционные, двухсекционные, многосекционные или комбинированные, однокорпусные, многокорпусные, одноцилиндровые, двухцилиндровые).

По принципу действия теплообменники делят на **рекуперативные, регенеративные и смесительные** (градирни, скрубберы, конденсаторы смещения и т. д.).

В рекуперативных теплообменниках теплоносители разделены стенкой, через которую теплота передается от одного теплоносителя к другому.

В регенеративных теплообменниках одна и та же теплообменная поверхность омывается попеременно горячим и холодным теплоносителями. При смывании горячим теплоносителем поверхность нагревается за счет его теплоты, при смывании поверхности холодным теплоносителем она охлаждается, отдавая теплоту. Таким образом, теплообменная поверхность аккумулирует теплоту горячего теплоносителя, а затем отдает ее холодному.

В смесительных аппаратах передача происходит при непосредственном взаимодействии теплоносителей.

3. Типы теплообменников

Рекуперативные теплообменники

Кожухотрубные теплообменники

Кожухотрубный вертикальный одноходовой теплообменник состоит из цилиндрического корпуса, с двух сторон ограниченного приваренными к нему трубными решетками с закрепленными в них греющими трубами.

Пучок труб делит объем корпуса теплообменника на трубное пространство, заключенное внутри греющих труб, и межтрубное. Для ввода и вывода теплоносителей корпус и днища имеют патрубки. Один поток теплоносителя, например жидкость, направляется в трубное пространство, проходит по трубам через патрубок и выходит из теплообменника через патрубок в верхнем днище. Другой поток теплоносителя, например пар, вводится в межтрубное пространство

теплообменника, омывает снаружи греющие трубы и выводится из корпуса теплообменника через патрубок.

Теплообмен между теплоносителями осуществляется через стенки труб.

Преимущества кожухотрубных теплообменников: компактность, невысокий расход металла, легкость очистки труб изнутри (за исключением теплообменника с иобразными трубами).

Недостатки теплообменников: сложность достижения высоких скоростей теплоносителей, за исключением многоходовых теплообменников; трудность очистки межтрубного пространства и малая доступность для осмотра и ремонта; сложность изготовления из металлов.

Теплообменники типа «труба в трубе»

Состоят из ряда наружных труб большего диаметра с расположенными внутри трубами меньшего диаметра. Внутренние и внешние трубы элементов соединены друг с другом последовательно с помощью колен и патрубков. Один из теплоносителей движется по внутренней трубе, а другой — по кольцевому каналу, образованному внутренней и внешней трубами. Теплообмен осуществляется через стенку внутренней трубы.

В таких теплообменниках достигаются высокие скорости теплоносителей как в трубах, так и в межтрубном пространстве.

Преимущества данных аппаратов: высокий коэффициент теплопередачи вследствие большой скорости теплоносителей и простота изготовления.

Недостатки теплообменников: громоздкость, высокая металлоемкость, трудность очистки межтрубного пространства.

Оросительные теплообменники

Теплообменники состоят из нескольких расположенных одна над другой труб, соединенных коленами. По трубам протекает охлаждаемый теплоноситель.

Охлаждающая вода поступает в распределительный желоб, из которого равномерно перетекает в верхнюю трубу теплообменника и на расположенные ниже трубы. Часть охлаждающей воды испаряется с поверхности труб. Под нижней трубой находится желоб для сбора воды.

Оросительные теплообменники просты по устройству, но металлоемки, обычно их устанавливают на открытом воздухе.

Погружные змеевиковые теплообменники

Змеевиковый теплообменник представляет собой трубу, согнутую в виде змеевика и погруженную в аппарат с жидкой средой. Теплоноситель движется внутри змеевика. Змеевиковые теплообменники изготавливают с плоским змеевиком или со змеевиком, согнутым по винтовой линии. Преимущество змеевиковых теплообменников — в простоте изготовления.

В то же время такие теплообменники громоздки и трудно поддаются очистке. Погружные теплообменники применяются для охлаждения и нагрева конденсата, а также для конденсации.

Пластинчатые теплообменные аппараты

Пластинчатые теплообменники монтируют на рамке, состоящей из верхнего и нижнего несущих брусов, образующих собой стойку с неподвижной

плиткой. По направляющим стяжным шпилькам перемещается подвижная плита. Между неподвижной и подвижной плитами располагается пакет стальных штампованных гофрированных пластин, в которых имеются каналы для прохода теплоносителей. Уплотнение пластин достигается с помощью заглубленных прокладок, выдерживающих высокие рабочие давления. Теплообмен происходит в противотоке, причем каждый теплоноситель движется вдоль одной стороны пластины.

Пластинчатые теплообменники компактны, обладают большой площадью поверхности теплопередачи, что достигается гофрированием пластин.

Спиральные теплообменники

Спиральные теплообменники состоят из спиральных каналов прямоугольного сечения, образованных металлическими листами. Внутренние концы спиралей соединены перегородкой. С торцов каналы закрыты крышками и уплотнены прокладками. У наружных концов каналов предусмотрены патрубки для входа и выхода теплоносителей, два других патрубка приварены к плоским боковым. Недостаток спиральных теплообменников - сложность изготовления, ремонта и очистки.

Теплообменники с поверхностью, образованной стенками аппарата

Передача теплоты от теплоносителя к стенкам аппарата происходит при смывании внешних стенок корпуса теплоносителя. В пространстве между рубашкой и корпусом циркулирует теплоноситель, который обогревает среду, находящуюся в аппарате.

В молочной промышленности к данному классу аппаратов относятся ванны длительной пастеризации (ВДП), широко применяемые при производстве кисломолочных продуктов.

Регенеративные теплообменники

Регенеративные теплообменники состоят из двух секций, в одной из которых теплота передается от теплоносителя промежуточному материалу, в другой — от промежуточного материала технологическому газу. Примером регенеративной теплообменной установки является установка непрерывного действия с циркулирующим зернистым материалом, выполняющим функцию переносчика теплоты от горячих топочных газов к холодным технологическим. Установка состоит из двух теплообменников, каждый из которых представляет собой шахту с движущимся сверху вниз сплошным потоком зернистого материала.

В нижней части каждого теплообменника имеется устройство для равномерного распределения газового потока по сечению теплообменника (газораспределитель). Выгрузка зернистого материала из теплообменника происходит непрерывно с помощью шлюзового затвора.

Охлажденный зернистый материал из второго теплообменника поступает в пневмотранспортную линию, по которой воздухом подается; в бункер-сепаратор, где частицы осаждаются и вновь поступают в первый теплообменник.

Смесительные теплообменники

Смесительные теплообменники бывают мокрого и сухого типов. Теплота в них передается от одного теплоносителя к другому при их смешении.

В прямоточном конденсаторе взаимодействие пара и охлаждающей воды происходит в прямотоке.

В противоточном сухом конденсаторе смешения взаимодействие пара и охлаждающей воды происходит в противотоке. Охлаждающая вода поступает на верхнюю перфорированную тарелку конденсатора, а пар — под нижнюю тарелку. Вода протекает с тарелки на тарелку в виде тонких струй через отверстия и борта. Образовавшийся в результате сгущения пара конденсат вместе с водой выводится через барометрическую трубу, конец которой опущен в колодец, а воздух отсасывается через ловушку вакуум-насосом. Такие конденсаторы иногда называют барометрическими.

4. Пластинчатые пастеризационно-охладительные установки

Пластинчатые теплообменники являются наиболее совершенными и широко применяются в молочной промышленности. Аппараты отличаются компактностью, высокой производительностью, универсальностью, высокими технологическими показателями. Контроль и регулирование тепловых параметров в данных аппаратах автоматизированы.

Пластинчатые теплообменники являются универсальными и чаще всего их используют для пастеризации и охлаждения молока, сливок смеси мороженого в непрерывном потоке. В одном аппарате можно выполнить весь комплекс операций тепловой обработки молока и одновременной раздельной обработки двух и более продуктов (молока сливок, обезжиренного молока) при различных режимах. Важным достоинством этих аппаратов является также большая производительность при сравнительно небольших габаритных размерах. Для пластинчатых аппаратов характерны небольшие скорости потока жидкости, что позволяет применять их для тепловой обработки сравнительно вязких продуктов, а также незначительный температурный перепад в 1—2 °С.

Недостатком пластинчатых аппаратов является наличие большего количества резиновых уплотнительных прокладок, которые изнашиваются, и их периодически следует менять, так как при износе прокладок происходит утечка жидкости.

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

Основным рабочим органом пластинчатых аппаратов являются *пластины*, изготовленные из нержавеющей стали. На каждой пластине в аппарате имеется соответствующее клеймо, где указаны (например, пластины П-1) ее тип, разновидность и порядковый номер. Это необходимо для выполнения новых компоновок аппарата, а также для сборки его после ремонта.

В пластинчатом аппарате пластины располагаются параллельно одна другой так, что между рабочими поверхностями образуются небольшие зазоры, по

которым по одну сторону пластины течет продукт, по другую — тепло- или хладоноситель. Если число пластин в аппарате бывает большим, то жидкости движутся по нескольким параллельным каналам сразу.

Группа пластин подвешивается на горизонтальные штанги, концы которых закреплены в стойках. Одна стойка неподвижна, и пластины прижимаются к ней через передвижную плиту нажимным винтом. Уплотнение между пластинами достигается за счет резиновых прокладок. Уплотнительные прокладки выполнены так, что пластины в сжатом виде образуют две системы угловых каналов, одна из которых для молока, другая - для теплоносителя.

Все пластины сжимаются одним нажимным винтом. Для затяжки винта применяют специальные ключи.

Принцип действия установки ОПУ-5М. Сырое молоко через уравнильный бачок поступает в первую секцию рекуперации, где нагревается до температуры 40-45 °С. Нагретое молоко из секции рекуперации поступает на сепаратор, очищенное и нормализованное молоко подается во вторую секцию рекуперации, где нагревается до температуры 65-70 °С и при этой температуре подается на гомогенизатор. Гомогенизированное молоко поступает в секцию пастеризации, где нагревается до температуры (76+2) °С и с этой температурой поступает в выдерживатель трубчатого или пластинчатого типа, обеспечивающий режим кратковременной пастеризации 15-20 с. Пастеризованное молоко из выдерживателя поступает с начала во вторую, а затем в первую секцию рекуперации, где проходит косвенный теплообмен с поступающим в аппарат сырым холодным молоком. Частично охлажденное молоко подается в секцию водяного охлаждения, а затем для более глубокого охлаждения - в секцию охлаждения ледяной водой или рассолом. На выходе из пластинчатого теплообменника молоко имеет температуру (6+2) °С. Для обеспечения контроля режимов пастеризации охлажденное молоко проходит через возвратный клапан. При соблюдении режимов пастеризации поток молока направляется в резервуары для промежуточного резервирования пастеризованного молока. При нарушении режимов пастеризации молоко подается на повторную пастеризацию в уравнильный бачок и процесс повторяется.

5. Пластинчатые охлаждающие установки

Автоматизированные пластинчатые охлаждающие установки широко применяются для охлаждения молока на молочных предприятиях в цехах приемки. Молоко охлаждается в непрерывном потоке.

Пластинчатый охладитель собран из пластин, изготовленных из нержавеющей стали, это позволяет их использовать в системе циркуляционной безразборной мойки.

В настоящее время выпускают ряд автоматизированных пластинчатых установок для молока: производительностью 1250, 3000, 5000, 10 000 и 25 000 л/ч.

Пластинчатая охлаждающая установка **А1-ООЛ-1,25** предназначена для охлаждения смесей мороженого. Пастеризованная и гомогенизированная смесь мороженого температурой 80-86 °С поступает в пластинчатый аппарат, в секцию

предварительного охлаждения, где охлаждается до 24—28 °С артезианской или водопроводной водой температурой не выше 12°С. Предварительно охлажденная смесь поступает во вторую секцию для окончательного охлаждения до 6-10 °С. Глубина охлаждения определяется видом обрабатываемой смеси. Хладоносителем в этой секции служит рассол с начальной температурой от -5 до -7 °С. *Использовать рассол более низкой температуры нельзя, так как может нарушиться стабильная работа охладителя и смесь мороженого начнет замерзать в отдельных каналах аппарата и даже целых его пакетах.* Давление рассола и воды в магистралях контролируется манометрами. С помощью приборов на щите управления контролируют, регистрируют и регулируют температуру охлаждения смесей мороженого.

6. Трубчатые пастеризационные установки

Трубчатые теплообменники применяются для подогрева молока перед сепарированием и очисткой, для высокотемпературной пастеризации молока и сливок с нагревом до 95 °С и при повышенном давлении до 120—130 °С. Трубчатые аппараты используют для охлаждения молока, сливок и творога.

Недостатком трубчатых аппаратов являются их большие размеры по сравнению с пластинчатыми и, как правило, отсутствие регенерации тепла. Для чистки и мойки труб ершами необходима свободная площадь около аппарата. Наибольшее применение эти аппараты нашли там, где не требуется регенерации и охлаждения пастеризованного продукта.

Теплообменный аппарат включает 40 обогреваемых паром рабочих труб с кольцевыми турбулизаторами. Трубы скомпонованы так, что молоко течет по двум параллельным каналам со скоростью 1,2 м/с.

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

На паропроводе также установлены вакуумметр, манометр и регулятор давления прямого действия. Для устранения вакуума, который создается в корпусе после окончания работы и прекращения подачи пара, имеется вакуумный клапан. В аппаратах этого типа можно осуществлять нагрев от 85 до 110°С. Двухкорпусной трубчатый пастеризатор состоит из двух групп трубок, каждая из которых заключена в горизонтальный цилиндрический корпус. Оба цилиндра

смонтированы на одной станине друг над другом. В нижнем корпусе молоко нагревается горячей водой до 60-65 °С. Нагрев горячей воды осуществляется в бойлере до 80-85 °С, затем она подается в межтрубное пространство, где циркулирует по замкнутой системе с помощью насоса. В верхнем корпусе нагрев осуществляется паром, что позволяет обеспечивать температуру пастеризации в диапазоне 105-110 °С.

7. Оборудование для стерилизации молока

Установки для стерилизации трубчатого и пластинчатого типов имеют много общего с оборудованием аналогичного типа, применяемого для пастеризации молока. Основные их отличия заключаются в конструкции теплообменного аппарата, наличии гомогенизатора и температурном режиме. Например, в автоматизированной установке для стерилизации молока А1-ОПЖ пластинчатый теплообменный аппарат состоит из семи секций: трех секций регенерации, секций пастеризации и стерилизации и двух секций охлаждения.

В стерилизационной установке продукт после выдерживателя поступает в двухступенчатый гомогенизатор, где при температуре 83-85°С, проходя через третью секцию регенерации, поступает в секцию стерилизации. При входе в секцию стерилизации продукт уже имеет температуру 120-123°С, а на выходе — 135°С. Достигается это подачей в секцию стерилизации пара, нагретого до 145°С. Далее стерилизованное молоко последовательно перемещается через три секции регенерации и две охлаждения.

Применение трубчатых и пластинчатых теплообменных аппаратов при стерилизации молока оправдано в основном тем, что при косвенном нагреве продукта значительно снижается расход энергии. Между тем в таких аппаратах продолжительность термообработки довольно велика, так как : невозможно быстро охладить продукт. С другой стороны, молоко и молочные продукты более чувствительны к продолжительности обработки, чем к температурному режиму последней. Поэтому в настоящее время считается целесообразным совершенствование технологического оборудования для стерилизации молока, работающего как по принципу косвенного нагрева, так и в режиме прямой термообработки.

На рис. показан один из вариантов пароконтактного нагрева молока, реализованный в стерилизационной установке фирмы «Альфа-Лаваль» (Швеция).

Предназначенный для нагревания продукт через патрубок подается в кольцевой канал нагревателя и направляется в камеру. Сюда же через патрубок и канал поступает очищенный острый пар. Он смешивается с молоком, конденсируется в нем и таким образом нагревает продукт до 135-140°С.

В более совершенной конструкции стерилизатора молоко с помощью специального тефлонового диска разделяется на множество мелких потоков, которые в течение 1,5-2 с нагреваются паром до 125°С. Прямой нагрев продукта в сочетании с косвенным может быть осуществлен и в пластинчатом аппарате. Для этого в теплообменных пластинах имеется определенное число отверстий диаметром 0,8-1,2 мм. При подаче вместо теплоносителя пара давлением,

превышающим давление продукта на 0,05-0,1 МПа, получают комбинированный нагрев молока.

8. Вакуум-термическая обработка молока

В некоторых пастеризационно-охладительных установках применяют устройства для удаления нежелательных запахов и привкусов, в т.ч. кормовых из молока и сливок. Эти устройства называют дезодораторами. Они представляют собой емкости цилиндрической формы, их устанавливают между выдерживателем и секцией пастеризации. Дезодораторы бывают с инъекцией острого пара в продукт при атмосферном давлении и вакуумные.

В первом случае продукт перед поступлением в дезодоратор смешивается с очищенным острым паром, в результате чего улучшается степень его дезодорирования.

В вакуумных дезодораторах предварительно нагретый продукт поступает в перфорированную камеру (рис.) с отражателем. В вакуум-камере поддерживается разрежение (50-60 кПа), и поэтому продукт вскипает. Вторичный пар и выделившиеся газы удаляются из камеры с помощью эжекторного конденсатора. Продукт откачивается специальным насосом.

Вопросы для самоконтроля:

1. Типы теплообменников
2. Пластинчатые охлаждающие установки
3. Пластинчатые пастеризационно-охладительные установки
4. Вакуум-термическая обработка молока
5. Трубчатые пастеризационные установки
6. Классификация и выбор теплообменных аппаратов
7. Оборудование для стерилизации молока
8. Требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам

Тема: Ход приемки сырья, учет количества и оценка качества молочного сырья

1. Приемка молока на заводе и учет количества сырья
2. Оценка качества молочного сырья
3. Отбор проб

1. Приемка молока на заводе и учет количества сырья

Молоко на молочный завод доставляют специализированным транспортом: автомобильным (*чаще всего*), железнодорожным, водным. В качестве транспорта используют рефрижераторы, машины с изотермическими кузовами или молочные цистерны. Молоко и сливки можно доставлять на завод во флягах. Автомолцистерны, предназначенные для перевозки молока, изготавливают из листового алюминия и нержавеющей стали, они состоят из одной, двух или четырех секций. Для того чтобы молоко не нагревалось во время

транспортирования, наружная поверхность цистерны покрыта термоизоляционным материалом и облицована кожухом из тонкого стального листа.

Молоко кислотностью не более 18°Т, охлажденное до 4°С, может храниться до отправки на молокоперерабатывающий завод не более 6 ч, а охлажденное до 6°С — не более 4 ч. При длительности транспортирования молока до 10 ч оно должно отгружаться с температурой не выше 6°С; при длительности транспортирования молока до 16 ч оно должно быть охлаждено на ферме до температуры не выше 4°С.

Каждая секция автомолцистерны снабжена люком, герметически закрывающимся крышкой с помощью уплотнительной кольцевой резиновой прокладки. Цистерна заполняется молоком под вакуумом, причем наполнение лучше осуществлять снизу во избежание вспенивания молока. Наполнение цистерны молоком контролируется системой сигнализации: сигнал о заполнении секции молоком поступает от датчиков верхнего уровня молока, расположенных в верхней части цистерны.

Слив молока из автомолцистерны при приемке на заводе осуществляется самотеком или с помощью заводского насоса. Специализированный транспорт для перевозки молока должен быть чистым, в исправном состоянии; кузов машины должен иметь гигиеническое покрытие, легко поддающееся мойке. Специализированный транспорт должен иметь санитарный паспорт, выдаваемый территориальными центрами Госсанэпиднадзора на каждую машину сроком не более чем на 6 мес. Машина без санитарного паспорта на территорию предприятия не допускается. Транспорт должен быть осмотрен и разрешен к погрузке ответственным от завода по контролю за состоянием транспорта. Нельзя допускать использование транспорта, предназначенного для перевозки молока, под перевозку других продуктов, ядохимикатов или сильно пахнущих веществ.

Шофер-экспедитор должен иметь при себе личную медицинскую книжку с отметками о прохождении медицинских осмотров, спецодежду, соблюдать правила личной гигиены и правила транспортирования молочных продуктов.

После приемки молока проводят санитарную обработку автомолцистерн и фляг в следующей последовательности: ополаскивание водой для удаления остатков молока или сливок, мойка моющими растворами, ополаскивание водой для удаления остатков моющих средств, обработка дезинфицирующими растворами и ополаскивание водой для удаления их остатков. Вместо дезинфекции иногда используют стерилизацию. Внутреннюю поверхность цистерны промывают горячей водой (90—95 °С) в течение 5—7 мин или обрабатывают острым паром при давлении 1,5 МПа в течение 2—3 мин.

На молокоперерабатывающем предприятии молоко принимают по массе m (кг) или объему V (м³). Объемные единицы пересчитывают в массовые по формуле

$$m = V * \rho$$

где ρ — плотность молока, кг/м³.

Массу молока с фактической массовой долей жира при приемке пересчитывают в массу молока с базисной массовой долей жира (3.4%). Формула пересчета следующая:

$$m_b = m_f * ж_f / ж_b$$

где m_b, m_f — масса молока соответственно с базисной и фактической массовой долей жира; $ж_f, ж_b$ — соответственно фактическая и базисная массовая доля жира.

Пример:

Приемные отделения молочных предприятий должны быть оснащены специальными платформами (постами приемки) для обслуживания автомолцистерн, а также оборудованием для мойки автомолцистерн и фляг. Необходимо предусматривать несколько линий приемки молока (насосы, охладители, оборудование для учета и хранения), чтобы исключить возможность смешивания различных по качеству партий молока.

Для учета принимаемого молока применяют следующее оборудование: молокомеры — поплавковые и резервуарные; весы — тензометрические, шкальные, гирные, циферблатные; счетчики — шестеренные и с кольцевым поршнем; расходомеры — индукционные и турбинные.

Молоко и сливки, принимаемые в качестве сырья в сыром или пастеризованном виде, должны отвечать требованиям действующих нормативных документов по органолептическим, физико-химическим и санитарно-гигиеническим показателям. Вспомогательное сырье и материалы при приемке на предприятии также должны отвечать требованиям соответствующих ГОСТов и технических условий. Предприятия не должны принимать молоко без справок о ветеринарно-санитарном благополучии молочных ферм и молочных комплексов, предоставляемых органами ветеринарного надзора ежемесячно, а индивидуальными сдатчиками — не реже 1 раза в квартал.

Молоко из хозяйств, неблагополучных по заболеваниям животных бруцеллезом и туберкулезом, должно приниматься в обезвреженном виде в соответствии с Санитарными и ветеринарными правилами для молочных ферм, колхозов и совхозов и инструкциями ветеринарной службы при наличии специального разрешения органов ветеринарного и санитарно-эпидемиологического надзора.

В товарно-транспортной накладной на молоко или сливки из неблагополучных по заболеваниям хозяйств должна быть отметка «пастеризованное» и указана температура тепловой обработки. Каждая партия молока или сливок из таких хозяйств проверяется заводской лабораторией на эффективность пастеризации химическим методом и может быть принята только после получения отрицательной реакции на пероксидазу. Ассортимент вырабатываемой из этого сырья продукции должен быть согласован с органами Госсанэпиднадзора.

Молоко для производства детских молочных продуктов должно поставляться со специально выделенных ферм по согласованию с органами ветеринарного и

Госсанэпиднадзора и соответствовать требованиям ГОСТ 13264—88 к молоку высшего и первого сортов.

Пастеризацию молока на предприятии после приемки осуществляют в случае необходимости хранения его до переработки более 6 ч.

Непосредственно перед приемкой молока молочные шланги и штуцера молочных цистерн должны быть продезинфицированы и ополоснуты питьевой водой. После окончания приемки молока шланги должны быть промыты, продезинфицированы, закрыты заглушкой или водонепроницаемым чехлом и подвешены на кронштейны.

Молоко и сливки на молочном предприятии принимает приемщик или мастер с участием лаборанта и в присутствии представителя поставщика. Основным документом при приемке является сопроводительная накладная, в которой указаны масса принимаемого молока, массовая доля жира, кислотность, температура, а также число фляг, если молоко доставлено во флягах.

Приемка молока начинается с визуального осмотра тары или транспорта. Проверяется чистота тары и транспорта, целостность пломб, наличие резиновых колец в крышках фляг и заглушек на патрубках молочных цистерн. Тару или специализированный транспорт подвергают санитарной обработке, как указано выше. Затем снимают пломбы, тщательно перемешивают молоко во фляге или цистерне и отбирают пробы молока для исследования показателей в соответствии с ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко коровье сырое. Технические условия».

Снятие пломб, органолептическую оценку и сортировку молока производит приемщик или мастер. Отбор проб, измерение температуры и проведение физико-химических исследований выполняет лаборант. Температуру молока измеряют в каждой секции автомолцистерны и выборочно (2—3 места из каждой партии) — во флягах. Посуда с пробой молока должна иметь наклеенную этикетку с указанием даты поступления и наименования поставщика. Пробу молока необходимо хранить до конца исследований. Результаты исследований принимаемого молока записывают в специальный журнал, хранящийся в лаборатории предприятия. В удостоверении качества и безопасности указывают наименование и сорт продукта, объем партии, данные результатов испытаний (массовую долю жира, плотность, кислотность, чистоту, температуру), номер и дату выдачи ветеринарного свидетельства (справки), обозначение стандарта (ГОСТ 52054—2003).

2. Оценка качества молочного сырья

Оценку качества молока проводят по ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко коровье сырое. Технические условия».

Настоящий стандарт распространяется на молоко коровье сырое, производимое внутри страны и ввозимое на территорию России, предназначенное для дальнейшей переработки в установленном ассортименте, в т.ч. получения продуктов детского и диетического питания.

Согласно данному стандарту, молоко должно быть получено от здоровых сельскохозяйственных животных на территории, благополучной в отношении инфекционных и других общих для человека и животных заболеваний.

Не допускается использовать в пищу молоко, полученное в течение первых семи дней после дня отела животных и в течение пяти дней до дня их запуска (перед их отелом) и/или от больных животных и находящихся на карантине.

Молоко в зависимости от физико-химических и микробиологических показателей подразделяют на сорта: высший, первый и второй.

По органолептическим показателям молоко должно соответствовать требованиям, указанным в таблице 1.

Наименование показателя	Норма для молока сорта		
	высшего	первого	второго
Консистенция	Однородная жидкость без осадка и хлопьев.Замораживание не допускается		
Вкус и запах	Чистый, без посторонних запахов и привкусов, не свойственных свежему натуральному молоку		
	Допускается слабовыраженный кормовой привкус и запах		
Цвет	От белого до светло-кремового		

По физико-химическим показателям молоко должно соответствовать нормам, указанным в таблице 2.

Наименование показателя	Норма для молока сорта		
	высшего	первого	второго
Массовая доля белка, %	Не менее 2,8		
Кислотность, °Т	Не ниже 16,0 и не выше 18,0	Не ниже 16,0 и не выше 18,0	Не ниже 16,0 и не выше 21,0
Группа чистоты, не ниже	I	I	II
Плотность, кг/м ³ , не менее	1028,0	1027,0	1027,0
Температура замерзания, °С	Не выше минус 0,520		

Показатели безопасности молока не должны превышать допустимых уровней, установленных Федеральным законом Российской Федерации от 12 июня 2008 года № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию»: изготовитель должен обеспечивать безопасность сырого молока в целях отсутствия в нем остаточных количеств ингибирующих, моющих, дезинфицирующих и нейтрализующих веществ, стимуляторов роста животных (в том числе гормональных препаратов), лекарственных средств (в том числе антибиотиков), применяемых в животноводстве в целях откорма, лечения скота и (или) профилактики его заболеваний.

Молоко, предназначенное для производства продуктов детского питания на молочной основе, диетического питания, продуктов стерилизованных, сгущенных, сыров должно соответствовать требованиям ФЗ № 88:

1. Сырое молоко сельскохозяйственных животных, предназначенное для производства продуктов детского питания на молочной основе, должно соответствовать следующим требованиям:

а) показатель чистоты не ниже первой группы, показатель термоустойчивости по алкогольной пробе не ниже третьей группы в соответствии с требованиями национального стандарта;

б) количество колоний мезофильных аэробных микроорганизмов и факультативно анаэробных микроорганизмов не превышает допустимый уровень, установленный для сырого молока высшего сорта и сырого молока первого сорта;

в) количество соматических клеток не превышает допустимый уровень, установленный для сырого молока высшего сорта;

г) хранение и перевозка сырого молока, предназначенного для производства продуктов детского питания на молочной основе, осуществляются в отдельных емкостях с соблюдением требований настоящего Федерального закона;

2. Сырое молоко коровье, предназначенное для производства молока стерилизованного, в том числе молока концентрированного или молока сгущенного, должно соответствовать по показателю термоустойчивости по алкогольной пробе не ниже третьей группы в соответствии с требованиями национального стандарта;

3. Сырое молоко коровье, предназначенное для производства сыра, должно соответствовать следующим требованиям:

а) сычужно-бродильная проба I и II классов;

б) уровень бактериальной обсемененности по редуктазной пробе I и II классов, количество колоний мезофильных аэробных микроорганизмов и факультативно анаэробных микроорганизмов составляет не более чем $1 \cdot 10^6$ колониеобразующих единиц в кубическом сантиметре;

в) количество спор мезофильных анаэробных лактатсбраживающих маслянокислых микроорганизмов составляет для:

сыров с низкой температурой второго нагревания не более чем 13 000 спор в кубическом дециметре;

сыров с высокой температурой второго нагревания не более чем 2500 спор в кубическом дециметре;

г) кислотность не более 19 градусов Тернера;

д) массовая доля белка не менее 2,8 процента;

4. Коровье сырое молоко, предназначенное для производства продуктов диетического питания, должно соответствовать следующим требованиям:

а) количество колоний мезофильных аэробных микроорганизмов и факультативно анаэробных микроорганизмов не более чем $5 \cdot 10^5$ колониеобразующих единиц в кубическом сантиметре;

б) количество соматических клеток составляет не более чем $5 \cdot 10^5$ в кубическом сантиметре;

в) показатель термоустойчивости по алкогольной пробе не ниже второй группы в соответствии с требованиями национального стандарта.

Базисная общероссийская норма массовой доли жира молока - 3,4%, базисная норма массовой доли белка - 3,0%.

Молоко после дойки должно быть профильтровано (очищено). Охлаждение молока проводят в хозяйствах не позднее 2 ч после дойки до температуры (4 ± 2) °С.

Транспортная маркировка продукции от сдатчика (физического или юридического лица) должна соответствовать требованиям ФЗ № 88 и содержать следующую информацию:

- № товарно-транспортной накладной и дату выдачи;
- наименование изготовителя - физического лица, в том числе индивидуального предпринимателя (фамилия, имя, отчество); юридического лица (сельскохозяйственной организации, крестьянского (фермерского) хозяйства);
- адрес изготовителя;
- наименование продуктов;
- номер партии продуктов;
- показатели результатов испытаний (м.д.ж., м.д.б., кислотность, плотность и т. д.);
- объем продуктов (в литрах) или масса продуктов (в килограммах);
- дата и время (часы, минуты) отгрузки;
- температура при отгрузке продуктов;

Также каждая партия молока обязательно должна сопровождаться ветеринарным документом – ветеринарное удостоверение формы № 2 (при перевозке груза по территории РФ) или ветеринарная справка формы № 4 (при перевозке груза в пределах района).

Допускается предварительная термическая обработка сырого молока, в том числе пастеризация, изготовителем в следующих случаях: кислотность молока от 19 °Т до 21 °Т; хранение молока более чем 6 ч; перевозка молока, продолжительность которой превышает допустимый период хранения охлажденного сырого молока, но не более чем на 25%.

При применении предварительной термической обработки сырого молока, в том числе пастеризации, режимы термической обработки (температура, время проведения) указываются в сопроводительной документации.

3. Отбор проб

Под партией понимают молоко и сливки, сдаваемые одновременно одного сорта в однородной таре от одного хозяйства и оформленные одним документом.

Средней пробой называют часть продукта отобранная из каждой единицы упаковки в одну емкость.

Средним образцом называют часть средней пробы, выделенная для лабораторных испытаний.

Отбор проб и определение качества молока проводят в присутствии датчика. Перед отбором проб осматривают всю партию и отмечают недостатки (неисправность тары, отсутствие пломб, загрязненность, утечку и т. д.). Пробы отбирают от продуктов упакованных в чистую и исправную тару. После вскрытия фляг и люков цистерн, скопившийся на стенках и крышках жир, счищают в эти же фляги и цистерны и перемешивают.

При отборе средней пробы молока применяют металлическую цилиндрическую трубку диаметром 9 мм с отверстиями на концах.

Трубки, кружки, посуда, применяемая при отборе проб должны быть чистыми и не иметь постороннего запаха.

Емкости необходимо хорошо перемешивать (не менее 8-10 раз). Мутовка должна иметь ручку такой длины, чтобы при погружении в тару до дна, часть её оставалась не погруженной. После перемешивания молока, металлической трубкой отбирают среднюю пробу молока, погружая её до дна фляги, с такой скоростью, чтобы молоко поступало в трубку одновременно с её погружением. Во избежание преждевременного выливания, трубку необходимо держать строго вертикально.

Средний образец объемом должен быть не менее 500 мл.

Периодичность контроля показателей качества молока при приемке

Молоко, полученное от коров в первые семь дней после отела и в последние пять дней перед запуском, приемке на пищевые цели не подлежит.

Периодичность контроля показателей качества молока при приемке устанавливают в соответствии с таблицей.

Контролируемый показатель	Периодичность контроля	Методы испытаний при повторном контроле	
		по просьбе поставщика	в спорных случаях
Органолептические показатели	Ежедневно в каждой партии	ГОСТ 28283	ГОСТ 28283
Температура, °С	Ежедневно в каждой партии	ГОСТ 26754	ГОСТ 26754
Титруемая кислотность, °Т	Ежедневно в каждой партии	ГОСТ 3624	ГОСТ 3624, (2.2)
Массовая доля жира, %	Ежедневно в каждой партии	ГОСТ 5867	ГОСТ 22760
Плотность, кг/м ³	Ежедневно в каждой партии	ГОСТ 3625	ГОСТ 3625, раздел 3
Группа чистоты	Ежедневно в каждой партии	ГОСТ 8218	ГОСТ 8218
Бактериальная обсемененность, КОЕ/г	Не реже одного раза в 10 дней	ГОСТ 9225	ГОСТ 9225
Массовая доля белка, %	Не реже двух раз в месяц	ГОСТ 25179	ГОСТ 23327
Температура замерзания, °С	Ежедневно в каждой партии	ГОСТ 25101	ГОСТ 30562
Наличие фосфатазы	При подозрении тепловой обработки	ГОСТ 3623	ГОСТ 3623
Группа термоустойчивости	Ежедневно в каждой партии	ГОСТ 25228	ГОСТ 25228
Содержание соматических клеток, тыс/см ³	Не реже одного раза в 10 дней	ГОСТ 23453	ГОСТ 23453, раздел 3
Наличие ингибирующих веществ	Не реже одного раза в 10 дней	ГОСТ 23454	ГОСТ Р 51600

Контроль за содержанием пестицидов, токсичных элементов, антибиотиков, ингибирующих веществ, радионуклидов и микробиологических показателей осуществляют в соответствии с порядком, установленным ФЗ № 88

**Допустимые уровни содержания потенциально опасных веществ
в сыром молоке и сырых сливках¹**

Продукты	Потенциально опасные вещества	Допустимые уровни, мг/кг (л), не более
Сырое молоко, сырые сливки	Токсичные элементы:	
	Свинец	0,1
	Мышьяк	0,05
	Кадмий	0,03
	Ртуть	0,005
	Микотоксины:	
	Афлатоксин М1	0,0005
	Антибиотики:	
	Левомецетин (хлорамфеникол)	Не допускается
	Тетрациклиновая группа	Не допускается
	Стрептомицин	Не допускается
	Пенициллин	Не допускается
	Ингибирующие вещества	Не допускаются
Пестициды (в пересчете на жир):		
Гексахлорциклогексан (альфа-, бета-, гамма-изомеры)	0,05 (1,25 для сливок)	
ДДТ* и его метаболиты	0,05 (1,0 для сливок)	
Радионуклиды:		
Цезий-137	100 Бк/л	
Стронций-90	25 к/л	

*ДДТ — дихлордифенил-трихлорэтан, инсектицид.

Периодичность контроля за содержанием микробиологических и химических загрязнителей в молоке устанавливаются в программе производственного контроля, разработанной в соответствии с ФЗ № 88.

Приложение 2

**Допустимые уровни содержания микроорганизмов
и соматических клеток в сыром молоке и сырых сливках**

Продукты	КМАФАМ*, КОЕ**/см ³ (г), не более	Масса продукта (г, см ³), в которой не допускаются		Содержание соматических клеток в 1 см ³ (г), не более
		БГКП*** (колиформы)	патогенные, в том числе сальмонеллы	
Молоко сырое				
высший сорт	1 · 10 ⁵	—	25	2 · 10 ⁵
первый сорт	5 · 10 ⁵	—	25	1 · 10 ⁶
второй сорт	4 · 10 ⁶	—	25	1 · 10 ⁶
Сливки сырые				
высший сорт	5 · 10 ⁵	—	—	—
первый сорт	4 · 10 ⁶	—	—	—

*КМАФАМ — количество мезофильных аэробных микроорганизмов и факультативно-анаэробных микроорганизмов.

**КОЕ — колониеобразующие единицы.

***БГКП — бактерии группы кишечных палочек.

При получении неудовлетворительных результатов анализов хотя бы по одному из показателей по нему проводят повторный анализ удвоенного объема пробы, взятой из той же партии молока. Результаты повторного анализа являются окончательными и распространяются на всю партию продукта.

Молоко плотностью 1026 кг/м³, кислотностью 15 °Т или 21 °Т допускается принимать на основании контрольной (стойловой) пробы вторым сортом, если оно по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим

показателям соответствует требованиям ФЗ № 88. Срок действия результатов контрольной пробы не должен превышать 14 суток.

Вопросы для самоконтроля:

1. Оценка качества молочного сырья
2. Приемка молока на заводе и учет количества сырья
3. Отбор проб

Тема: Сепарирование и нормализация молока

1. Очистка молока от механических и микробиологических примесей
2. Выделение молочного жира из молочного сырья
3. Влияние различных факторов на эффективность сепарирования
4. Нормализация молока

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

1. Очистка молока от механических и микробиологических примесей

Процесс разделения молока на твердую (механические примеси) и жидкую (очищенное молоко) фракции происходит в барабане сепаратора-молокоочистителя.

Сочетание механической очистки и тепловой обработки (термизации, пастеризации и стерилизации) дает эффективное микробиологическое обеззараживание молока.

Исходное молоко по центральной трубке поступает в сепарирующее устройство, опускается в нижнюю часть тарелкодержателя и выводится к периферии барабана. Под действием напора молоко проходит по зазорам между тарелками от периферии к центру и выбрасывается из отверстия в приемник, а примеси, как тяжелая фракция, отбрасываются под действием центробежной силы в грязевое пространство (отстойник или шламовое пространство) и осаждаются на стенках барабана. Вместе с механическими примесями в грязевое пространство переходят клетки крови, эпителия, микроорганизмы. По мере наполнения этого пространства шлам (грязевой осадок) нужно удалять из сепаратора-молокоочистителя, так как из заполненного пространства он может попасть в очищенное молоко и снизить эффективность очистки. Очищенное молоко по каналам, образованным тарелкодержателем и верхними кромками тарелок, устремляется вверх барабана и выводится из него через отверстие в крышке

Для удаления осадка барабан сепаратора останавливают каждые 3-5 ч, в зависимости от состояния грязевого пространства.

В сепараторах-молокоочистителях с ручной выгрузкой осадка приходится вручную разбирать и мыть барабан. Это требует значительных затрат ручного труда, а также не позволяет длительно использовать один и тот же сепаратор. Время эффективной очистки на таком аппарате составляет 1,5— 2 ч в зависимости от степени загрязнения молока и конструкции сепаратора-молокоочистителя.

Более перспективными и совершенными по конструкции и эксплуатации являются сепараторы-молокоочистители с автоматической выгрузкой грязевого осадка. Они снабжены подвижным днищем, которое во время сепарирования прижимается к уплотнительному кольцу в крышке барабана. Это происходит под воздействием гидравлического давления со стороны находящейся под барабаном воды. При команде «на выгрузку» вода сбрасывается из-под днища барабана, и оно мгновенно опускается, а осадок удаляется. Затем днище снова поднимается за счет подаваемой воды. Операция осуществляется без остановки сепаратора на мойку. В сепараторах большой производительности осадок выводится наружу автоматически водяной промывкой в цикле очистки.

Грязевой осадок (шлам или сепараторная слизь), выделяющийся при центробежной очистке, представляет собой вязкую массу грязно-серого цвета; он имеет следующий состав (%): сухих веществ около 25—30, в том числе белковых веществ 20—25, жира 0,5—3, минеральных веществ 2,5—3,5.

Центробежная очистка молока от механических примесей в сепараторах-молокоочистителях является наиболее совершенной. Она позволяет удалить из молока не только механические примеси, но и слизь, сгустки молока, эпителий, форменные элементы крови. Количество выделяемых примесей доходит до 0,02—0,06 % массы молока, пропущенного через сепаратор-молокоочиститель. В зависимости от конструкции сепараторов-молокоочистителей центробежная очистка позволяет удалять от 90 до 660 мг механических примесей из 1 л молока.

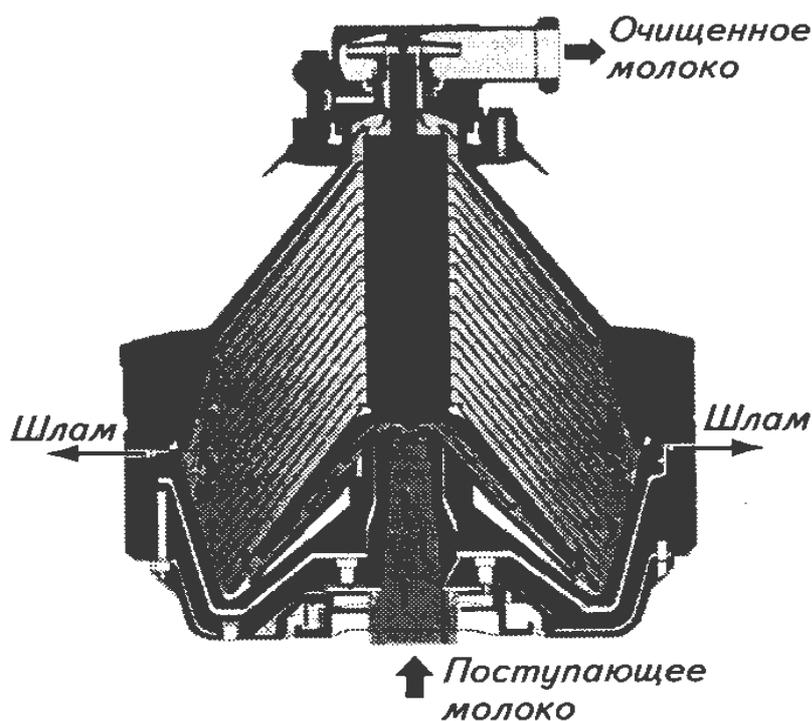


Рис. Барабан полугерметичного сепаратора-молокоочистителя

Эффективность очистки молока на сепараторах-молокоочистителях достаточно высока и характеризуется размером частиц дисперсной фазы, выделяемых при очистке молока. На молокоперерабатывающем предприятии качество очистки определяют визуально по содержанию механических примесей в молоке в сравнении с эталоном.

Эффективность центробежной очистки молока во многом зависит от температуры и кислотности.

С точки зрения сохранения качества исходного сырья более выгодно подвергать очистке холодное молоко. Но при этом из-за повышения вязкости уменьшается скорость удаления частиц механических загрязнений. Холодную очистку молока (температура 4—10 °С) применяют в том случае, если необходимо поддерживать высокое качество молока в течение длительного периода (при производстве стерилизованных продуктов, детских продуктов и молочных консервов). Для увеличения эффективности очистки молока при холодном сепарировании на обычном сепараторе-молокоочистителе, которая уменьшается из-за повышения вязкости молока, производительность сепаратора снижают либо применяют специальные сепараторы для холодной очистки молока.

Повышение температуры очистки выше 50 °С приводит к тому, что часть механических загрязнений может раствориться или раздробиться в молоке и они не будут отделяться под действием центробежной силы. Это также снижает эффективность очистки.

При очистке молока на сепараторах-молокоочистителях под действием механических сил жировые шарики дробятся, с повышением температуры очистки интенсивность дробления жировых шариков возрастает. Например, при повышении температуры с 10 до 80 °С количество жировых шариков размером до 1,5 мкм возрастает в 2 раза, а количество жировых шариков размером 3—6 мкм уменьшается в 2—3 раза. Такое интенсивное дробление жировых шариков приведет к потерям молочного жира при производстве масла, творога или сыра, так как существует большая вероятность попадания мелких жировых шариков в пахту или молочную сыворотку. Оптимальная температура очистки 35—45 °С.

При повышении кислотности молока (особенно если это сочетается с повышением температуры) часть белковых частиц коагулирует и при очистке отбрасывается в грязевое пространство сепаратора-молокоочистителя. Это приводит к более быстрому заполнению грязевого пространства и снижению эффективности очистки. Кроме вышеназванных факторов на эффективность очистки влияют конструктивные особенности сепараторов-молокоочистителей: частота вращения барабана, производительность сепаратора, продолжительность очистки. От производительности сепаратора-молокоочистителя зависит эффективность выделения частиц механических примесей различного диаметра. Чем меньшего размера частицы нужно выделить, тем меньше устанавливают производительность сепаратора.

2. Выделение молочного жира из молочного сыря

Сепарирование молочного сыря в целях выделения жира происходит в сепараторах-сливкоотделителях.

Конечные продукты сепарирования — сливки с различной массовой долей жира и обезжиренное молоко (если сепарированию подвергалось цельное молоко), подсырные сливки и обезжиренная сыворотка (если сепарированию подвергалась молочная подсырная сыворотка).

Разделение молока на сливки и обезжиренное молоко в **барабане открытого сепаратора-сливкоотделителя** происходит следующим образом (рис.). Молоко поступает в центральную трубку барабана. Через отверстия в трубке оно попадает в каналы тарелкодержателя, откуда по каналу, образованному отверстиями в тарелках, движется вверх. По мере подъема молоко растекается между тарелками, где и происходит разделение жировой фракции и плазмы. При этом жировые шарики как наиболее легкие оттесняются к центру, а обезжиренное молоко как наиболее тяжелая фракция устремляется к периферии в грязевое пространство. Из грязевого пространства обезжиренное молоко проходит между крышкой 6 и разделительной тарелкой 3 к отверстию для выхода. Жировые шарики осаждаются на наружной поверхности каждой тарелки, где они собираются и в виде сливок устремляются к оси вращения. Из пространства между горловиной разделительной тарелки и центральной трубкой сливки поступают к регулировочному винту 2 и выбрасываются из барабана.

Регулирование массовой доли жира в сливках в открытом сепараторе-сливкоотделителе осуществляется путем изменения площади сечения отверстия

между горловиной разделительной тарелки и центральной трубкой с помощью регулировочного винта. Уменьшая площадь сечения ввинчиванием регулировочного винта ближе к оси барабана сепаратора, уменьшают поток проходящих здесь сливок, причем концентрация жира в них увеличивается. Для того чтобы уменьшить массовую долю жира в сливках, нужно, наоборот, увеличить площадь сечения между горловиной разделительной тарелки и центральной трубкой с помощью вывинчивания регулировочного винта дальше от оси сепаратора: поток сливок увеличится, но концентрация жира снизится.

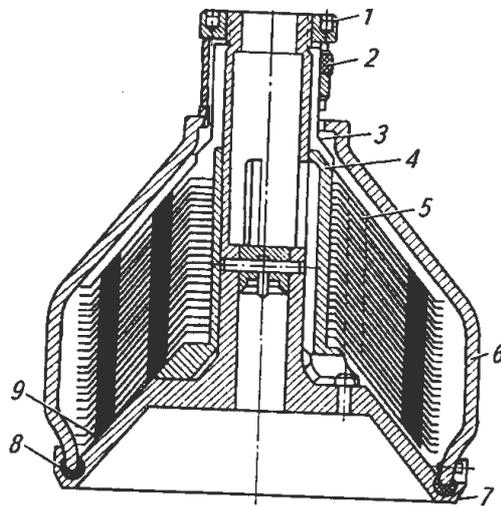


Рис. 5. Барабан открытого сепаратора-сливкоотделителя:

1 — гайка; 2 — регулировочный винт; 3 — разделительная тарелка; 4 — тарелкодержатель; 5 — пакет тарелок; 6 — крышка; 7 — днище с центральной трубкой; 8 — резиновое кольцо; 9 — нижняя тарелка

80

Полугерметичный сепаратор-сливкоотделитель. Молоко через входное отверстие по неподвижной осевой трубе поступает в тарелкодержатель, откуда попадает внутрь разделительных отверстий пакета тарелок. Последний заканчивается разделительной тарелкой, которая не допускает смешивания обезжиренного молока со сливками. Между разделительной и верхней тарелками имеется напорная камера, в которой расположен напорный диск для сливок.

На крышке барабана предусмотрена горизонтальная перегородка с вертикальными отверстиями для обезжиренного молока. Между перегородкой и крышкой также имеется камера для напорного диска, нагнетающего обезжиренное молоко. Между трубками напорных дисков образуется канал для обезжиренного молока.

Под действием центробежных сил молоко отбрасывается на периферию и совершает вращательные движения, образуя цилиндрическую поверхность. Более тяжелые частицы (посторонние примеси) стремятся в направлении внешней границы и оседают в камере для накопления осадка (поэтому сепаратор-сливкоотделитель может одновременно исполнять функцию молокоочистителя). Жировые шарики как наиболее легкая часть направляются в сторону оси вращения и проходят по каналам, ведущим к камере отделения сливок.

Обезжиренное молоко, имеющее большую плотность, чем сливки, отбрасывается к периферии барабана и проходит между разделительной тарелкой и крышкой барабана в напорную камеру обезжиренного молока. Полугерметичные сепараторы снабжены напорными дисками у выходных отверстий для сливок и обезжиренного молока; их еще называют сепараторами с напорными дисками. Стационарные напорные диски погружены во вращающийся столб жидкости, обеспечивая выход жидкости под напором. Глубина погружения диска определяется необходимой массовой долей жира получаемых сливок.

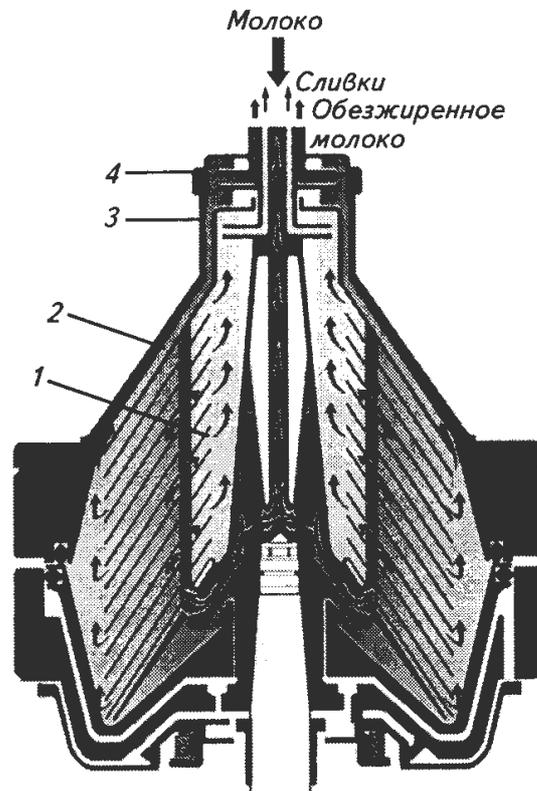


Рис. 6. Барабан полугерметичного самоочищающегося сепаратора-сливкоотделителя:

1 — тарелкодержатель; 2 — пакет тарелок; 3 — напорная камера сливок; 4 — напорная камера отделения обезжиренного молока

Объем сливок, выходящих из сепаратора с напорными дисками, контролируется клапаном со встроенным расходомером.

В герметичном сепараторе-сливкоотделителе (рис.) молоко подается в барабан через полое веретено. Во время работы барабан герметичного сепаратора полностью заполнен молоком. Внутри отсутствует воздух. Постоянное давление поддерживается в сепараторе с помощью автоматического регулятора потока, а регулирование массовой доли жира в сливках осуществляется с помощью клапана, на который во время работы сепаратора сверху оказывает давление сжатый воздух, а снизу — обезжиренное молоко.

Чтобы увеличить массовую долю жира в выходящих из сепаратора сливках, нужно снизить давление обезжиренного молока. Тогда под давлением сжатого воздуха клапан будет смещаться вниз, уменьшится отверстие для выходящих сливок, увеличится концентрация жира. Понизить концентрацию жира в сливках на выходе можно, действуя противоположным образом.

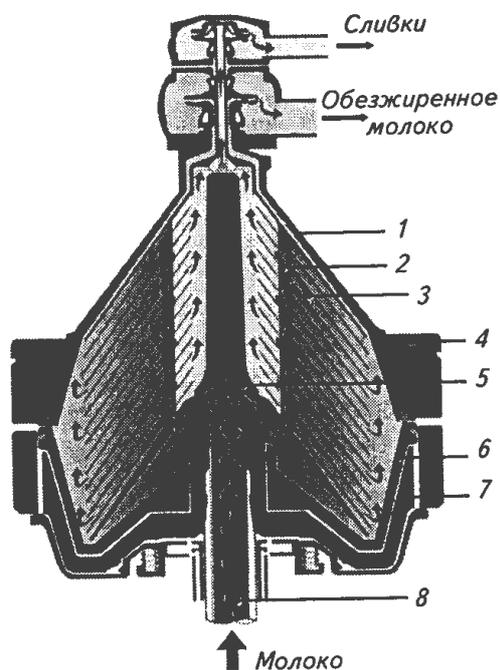


Рис. 7. Барабан герметичного самоочищающегося сепаратора-сливкоотделителя:

1 — крышка барабана; 2 — распределительное отверстие в тарелке; 3 — пакет тарелок; 4 — большое затяжное кольцо; 5 — тарелкодержатель; 6 — подвижное днище барабана; 7 — корпус барабана; 8 — полое веретено

Масса сливок, получаемых при сепарировании молока, зависит от массовой доли жира в цельном молоке при условии ее стабильности в получаемых сливках:

$$M_{сл} = \frac{M_{ц.м} * (Ж_{ц.м} - Ж_{об.м})}{(Ж_{сл} - Ж_{об.м})} * K$$

где K — коэффициент, учитывающий потери (n) сливок при сепарировании [$K=(100-n)/100$]; $M_{ц.м}$ — масса цельного молока, поступающего в сепаратор; $Ж_{ц.м}$, $Ж_{об.м}$, $Ж_{сл}$ — массовая доля жира соответственно в цельном и обезжиренном молоке и сливках.

Продукты, получаемые при сепарировании, имеют следующие характеристики:

Сливки (концентрат молочного жира): получаемое количество — 10—15 %; массовая доля (%): жира — 10—35, белка — 2,1, лактозы — 2,7, минеральных веществ — 0,2, СОМО — 5,4, воздуха — 1—4. При температуре 20 °С плотность сливок составляет 997 кг/м³ ($Ж_{сл} = 35 \%$), 1025 кг/м³ ($Ж_{сл} = 10 \%$); вязкость - 7,6 Па*с.

Обезжиренное молоко: получаемое количество — 85—90 %; массовая доля (%): сухих веществ — 8,9, в том числе жира — 0,05, белка—3,3, лактозы —4,8, минеральных веществ — 0,75. Плотность обезжиренного молока при температуре 20 °С составляет 1034— 1040 кг/м³.

Сепараторная слизь: получаемое количество — 0,06 %, массовая доля (%): сухих веществ — 30—35, в том числе жира — 3,0—3,5,; белка — 20—25, минеральных веществ — 3,0, других органических веществ — 2,0.

Потери при сепарировании составляют от 0,1 % массы исходного сырья.

Эффективность сепарирования определяется степенью перехода жира в обезжиренное молоко. Степень перехода, или обезжиривания, α определяет долю жира, перешедшего в готовый продукт, от его количества в переработанном сырье:

$$\alpha = \frac{M_{сл} * Ж_{сл}}{M_{ц.м.} * Ж_{ц.м.}}$$

Подставляем в эту формулу значение массы сливок из формулы и получаем

$$\alpha = \frac{M_{сл} * (Ж_{ц.м.} - Ж_{об.м.})}{M_{ц.м.} * (Ж_{сл} - Ж_{об.м.})}$$

Для повышения эффективности работы сепаратора-сливкоотделителя необходимо снижать массовую долю жира в обезжиренном молоке.

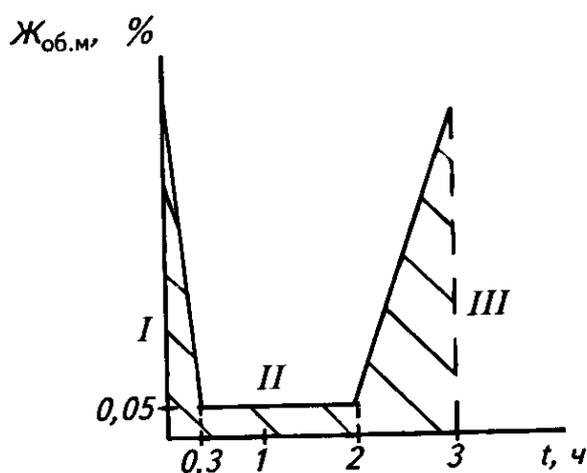


Рис. 9. Стадии (I—III) сепарирования молока на сепараторе-сливкоотделителе

Процесс сепарирования можно разделить на три стадии (рис. 9). В первые несколько минут сепарирования массовая доля жира в обезжиренном молоке нестабильна, постепенно уменьшается и в течение определенного периода времени достигает минимального значения (нормативное значение $Ж_{об.м.} = 0,05\%$). Это время называется стадией неустановившегося режима сепарирования (стадия I). Продолжительность ее зависит от температуры сепарируемого молока, от времени, за которое будет достигнута рабочая частота вращения барабана. Чтобы исключить эту стадию или свести к минимуму во избежание больших потерь жира, нужно подготовить сепаратор к работе: вначале включить сепаратор и

пропустить через него горячую воду температурой 50—60°C. За это время барабан сепаратора прогреется и наберет рабочее число оборотов.

Стадия // называется стадией установившегося режима, когда массовая доля жира в обезжиренном молоке достигает нормативного значения и какое-то время не изменяется. В зависимости от различных факторов (механической чистоты молока, кислотности, производительности сепаратора и др.) эта стадия может продолжаться от 40 до 120 мин. По окончании этого срока начинается стадия сепарирования ///, когда массовая доля жира в обезжиренном молоке начинает увеличиваться. Причиной этого могут быть заполнение грязевого пространства сепаратора механическими примесями и сепараторной слизью, а также загрязнения межтарелочных пространств сепаратора. По мере заполнения грязевого пространства и засорения межтарелочных пространств уменьшается массовая доля жира в сливках (жидкие сливки, выходящие из сепаратора, — первый признак заполнения грязевого пространства). Это происходит из-за того, что при заполненном грязевом пространстве молоко поднимается в зазоре между тарелками и тарелкодержателем и выходит через канал для сливок, снижая в них концентрацию жира.

На производстве для избежания потерь жира исключают стадии / и /// путем подготовки сепаратора к работе и своевременной остановки сепаратора на мойку при заполнении грязевого пространства. При использовании сепаратора-сливкоотделителя с безостановочной выгрузкой осадка стадия // продлевается до 5—6 ч и более. Если по условиям производства нельзя остановить сепаратор на мойку, то в целях увеличения продолжительности безостановочной работы через сепаратор пропускают горячую воду. Для этого прекращают подачу молока и пропускают небольшое количество воды, а затем снова начинают сепарировать молоко.

3. *Влияние различных факторов на эффективность сепарирования*

На эффективность сепарирования влияют прежде всего технологические факторы, такие, как температура сепарирования, кислотность молока, загрязнение молока механическими примесями, размер и плотность жировых шариков, предварительная обработка, массовая доля жира в молоке, плотность и вязкость молока; конструктивные факторы, такие, как частота вращения барабана сепаратора, производительность сепаратора и др.

Рассмотрим основные из перечисленных факторов. Оптимальная температура сепарирования 40—45 °С. Повышение температуры выше этих значений приводит к снижению эффективности сепарирования, т. е. к увеличению жира в обезжиренном молоке.

Повышение температуры сепарирования способствует денатурации сывороточных белков молока и появлению белковых хлопьев. При этом грязевое пространство сепаратора быстро заполняется сепараторной слизью, что приводит к ухудшению выделения жира.

При сепарировании молока, особенно при повышенных температурах, происходит сильное вспенивание сливок и обезжиренного молока, что также

ухудшает качество обезжиривания. Наличие пены в цельном молоке, сливках и обезжиренном молоке может отрицательно повлиять на эффективность их тепловой обработки, так как уменьшает теплопроводность продуктов.

При высоких температурах сепарирования происходит дробление жировых шариков. При этом эффективность обезжиривания снижается, так как часть мелких жировых шариков уходит в обезжиренное молоко.

Температуру сепарирования выше 45 °С применяют лишь в тех случаях, когда по условиям производства необходимо сепарировать молоко сразу после пастеризации.

Сепарирование молока при низких температурах, так называемое холодное сепарирование, имеет свои преимущества и недостатки. При холодном сепарировании экономится электроэнергия, не происходит быстрого развития жизнедеятельности микроорганизмов, жировые шарики подвергаются меньшему воздействию, поэтому сливки более стабильны и менее подвержены порче. Недостатком холодного сепарирования сливок является снижение эффективности обезжиривания. Вязкость охлажденного молока больше, чем нагретого. С увеличением вязкости уменьшается скорость всплывания жировых шариков и возможность выделения их из молока при сепарировании

Повышенная кислотность молока уменьшает отрицательный заряд казеина, что приводит к частичной коагуляции белков молока. Белковые хлопья быстро заполняют грязевое пространство сепаратора, увеличивая количество сепараторной слизи, что влечет за собой переход жировых шариков в обезжиренное молоко и загрязнение его механическими примесями. Во избежание этого нужно чаще останавливать сепаратор на мойку либо применять самоочищающиеся сепараторы. Во избежание снижения эффективности сепарирования рекомендуется сепарировать молоко кислотностью не выше 20 Т.

Повышенная механическая загрязненность молока приводит к ухудшению обезжиривания так же, как это было описано выше, из-за быстрого заполнения грязевого пространства и попадания жировых шариков в обезжиренное молоко. Кроме того, увеличение механических загрязнений повышает бактериальное загрязнение молока, которое быстро возрастает, так как температура сепарирования оптимальна для развития микрофлоры.

От размера жировых шариков молока во многом зависит степень обезжиривания при сепарировании. Эффективность действия сепаратора должна определяться минимальным размером жирового шарика, который на данном сепараторе можно отделить от плазмы молока. Чем меньше размер жировых шариков, тем труднее их выделить из молока.

Из конструктивных характеристик сепараторов особое влияние на эффективность сепарирования оказывают их производительность и частота вращения барабана. Эффективность обезжиривания снижается, если повышается производительность сепаратора. Снижение эффективности сепарирования происходит также при уменьшении частоты вращения барабана сепаратора. Поэтому необходимо поддерживать постоянным приток молока в сепаратор и не

изменять частоту вращения барабана сепаратора по сравнению с паспортными данными.

Массовая доля жира в сливках при использовании сепараторов-сливкоотделителей составляет от 10 до 45%. Возможно получение сливок более высокой жирности - от 55 до 85%. Для этого применяют специальные сепараторы для высокожирных сливок. Эти сепараторы используются в поточных линиях производства масла способом преобразования высокожирных сливок в масло и в поточных линиях производства творога раздельным способом.

Сепаратор для высокожирных сливок отличается от сепаратора-сливкоотделителя. Сырьем являются сливки жирностью 30-40%, а в результате сепарирования получают высокожирные сливки и пахту с массовой долей жира около 0,3%. Ввиду высокой вязкости сырья и продуктов сепарирования размеры межтарелочных зазоров в барабане сепаратора увеличены, температура сепарирования соответствует температуре пастеризации сливок при производстве масла. Регулировка массовой доли жира в высокожирных сливках осуществляется с помощью регулятора на линии пахты.

4. Нормализация молока

Для получения молочных продуктов стандартного состава используют нормализацию - регулирование состава сырья по одному или нескольким компонентам молока, например, по жиру, белку, сухому обезжиренному молочному остатку (СОМО).

На промышленную переработку поступает молочное сырье разного состава, что определяется периодом лактации, временем года, рационом кормления, породой скота и многими другими факторами, а в готовом продукте состав строго регламентируется. Поэтому при поступлении сырья на завод приемная лаборатория определяет количество поступившего молока и его состав, а в аппаратных цехах проводят нормализацию сырья в зависимости от вида вырабатываемой продукции.

По массовой доле жира молоко нормализуют при производстве всех молочных продуктов, кроме нежирных. По массовой доле сухих или сухих обезжиренных веществ молоко нормализуют после нормализации по массовой доле жира при производстве некоторых видов молочных продуктов (молочных консервов, сыров, творога, молочных продуктов с повышенной долей сухих обезжиренных веществ и т. д.).

Существует два принципиальных варианта нормализации молока по жиру.

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

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

Нормализацию молока по массовой доле жира выполняют периодическим и непрерывным способами.

При периодическом способе нормализации молока смешивают обезжиренное молоко и сливки с цельным молоком или между собой в количествах, необходимых для получения молока с заданной массовой долей жира.

При непрерывном способе нормализация молока осуществляется в потоке на сепараторе-сливкоотделителе с нормализующим устройством.

Нормализация молока периодическим способом. Способ смешивания исходного молока, обезжиренного молока или сливок основан на уравнении материального баланса:

$$M_m * J_m + M_{об.м.} * J_{об.м.} = M_{н.м.} * J_{н.м.}$$

$$M_m * J_m + M_{сл.} * J_{сл.} = M_{н.м.} * J_{н.м.}$$

где M_m - количество исходного цельного молока, кг; J_m - содержание жира в цельном молоке, %; $M_{об.м.}$ - содержание обезжиренного молока, кг; $J_{об.м.}$ - содержание жира в обезжиренном молоке, %; $J_{сл.}$ - содержание жира в сливках, %; $M_{сл.}$ - количество сливок, кг; $M_{н.м.}$ - количество нормализованного молока, кг; $J_{н.м.}$ - содержание жира в нормализованном молоке, %.

Или

$$M_{н.м.} = M_m + M_{об.м.}$$

$$M_{н.м.} = M_m + M_{сл.}$$

Массы необходимых для смешивания компонентов можно рассчитать с помощью расчетного треугольника Баркана, зная одну из величин.

В вершинах равностороннего треугольника указывают массовую долю одного из компонентов молока (например, массовую долю жира) в процентах. На внутренних сторонах треугольника записывают значения массы сырья, готового и побочного продуктов — напротив соответствующей массовой доли компонента. На внешних сторонах треугольника записывают разность между большим и меньшим значениями массовых долей компонентов, находящихся в прилегающих к этой стороне вершинах треугольника.

По правилу расчетного треугольника отношения внутренних сторон к внешним равны и являются постоянными для данного треугольника. Расчет нормализации периодическим способом с помощью расчетного треугольника при условии, когда $J_{н.м.} < J_{ц.м.}$ будет выглядеть следующим образом:

$$\frac{M_{ц.м.}}{J_{н.м.} - J_{об.м.}} = \frac{M_{об.м.}}{J_{ц.м.} - J_{н.м.}} = \frac{M_{н.м.}}{J_{ц.м.} - J_{об.м.}}$$

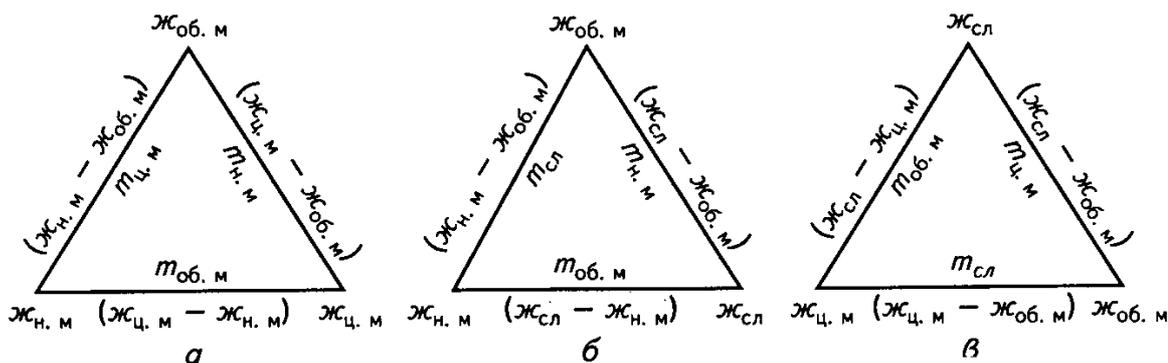


Рис. Расчетный треугольник Баркана:

а — при нормализации молока смешиванием цельного и обезжиренного молока; б — при нормализации молока смешиванием обезжиренного молока и сливок; в — при сепарировании молока

Например, если известна масса нормализованной смеси, можно найти массу компонентов, необходимых для смешивания (рис. а):

$$M_{ц.м.} = \frac{M_{н.м.} * (Ж_{н.м.} - Ж_{об.м.})}{(Ж_{ц.м.} - Ж_{об.м.})}$$

$$M_{об.м.} = \frac{M_{н.м.} * (Ж_{ц.м.} - Ж_{н.м.})}{(Ж_{ц.м.} - Ж_{об.м.})}$$

и во втором варианте (рис. б):

$$\frac{M_{н.м.}}{Ж_{сл} - Ж_{об.м.}} = \frac{M_{сл}}{Ж_{н.м.} - Ж_{об.м.}} = \frac{M_{ц.м.}}{Ж_{сл} - Ж_{н.м.}}$$

$$M_{об.м.} = \frac{M_{н.м.} * (Ж_{сл} - Ж_{н.м.})}{(Ж_{сл} - Ж_{об.м.})}$$

$$M_{сл} = \frac{M_{н.м.} * (Ж_{н.м.} - Ж_{об.м.})}{(Ж_{сл} - Ж_{об.м.})}$$

Для получения требуемого количества обезжиренного молока или сливок необходимо просепарировать определенное количество цельного молока (рис. в):

$$\frac{M_{ц.м.(сеп)}}{Ж_{сл} - Ж_{об.м.}} = \frac{M_{сл}}{Ж_{ц.м.} - Ж_{об.м.}} = \frac{M_{об.м.}}{Ж_{сл} - Ж_{ц.м.}}$$

$$M_{ц.м.(сеп)} = \frac{M_{сл} * (Ж_{сл} - Ж_{об.м.})}{Ж_{ц.м.} - Ж_{об.м.}}$$

$$M_{ц.м.(сеп)} = \frac{M_{об.м.} * (Ж_{сл} - Ж_{об.м.})}{Ж_{сл} - Ж_{ц.м.}}$$

Если *требуемая массовая доля жира в нормализованном молоке больше, чем в цельном исходном молоке*, то к цельному молоку нужно добавить определенное количество сливок в целях повышения концентрации жира либо обезжиренное молоко в определенных пропорциях смешать с концентрированным молочным жиром. При этом материальный баланс нормализации будет выглядеть следующим образом:

$$M_{н.м.} = M_{ц.м.} + M_{сл}$$

$$M_{н.м.} = M_{об.м.} + M_{сл}$$

Если известна масса нормализованной смеси, можно найти массу компонентов, необходимых для смешивания:

$$\frac{M_{ц.м.}}{Ж_{сл} - Ж_{н.м.}} = \frac{M_{сл}}{Ж_{н.м.} - Ж_{ц.м.}} = \frac{M_{н.м.}}{Ж_{сл} - Ж_{ц.м.}}$$

$$M_{ц.м.} = \frac{M_{н.м.} * (Ж_{сл} - Ж_{н.м.})}{Ж_{сл} - Ж_{ц.м.}}$$

$$M_{сл} = \frac{M_{н.м.} * (Ж_{н.м.} - Ж_{ц.м.})}{Ж_{сл} - Ж_{ц.м.}}$$

и во втором варианте:

$$\frac{M_{н.м.}}{Ж_{сл} - Ж_{об.м.}} = \frac{M_{сл}}{Ж_{н.м.} - Ж_{об.м.}} = \frac{M_{об.м.}}{Ж_{сл} - Ж_{н.м.}}$$

$$M_{об.м.} = \frac{M_{н.м.} * (Ж_{сл} - Ж_{н.м.})}{Ж_{сл} - Ж_{об.м.}}$$

$$M_{сл} = \frac{M_{н.м.} * (Ж_{н.м.} - Ж_{об.м.})}{Ж_{сл} - Ж_{об.м.}}$$

Для получения требуемого количества обезжиренного молока или сливок необходимо просепарировать определенное количество цельного молока:

$$M_{ц.м.(сеп)} = \frac{M_{сл} * (Ж_{сл} - Ж_{об.м.})}{Ж_{ц.м.} - Ж_{об.м.}}$$

$$M_{ц.м.(сеп)} = \frac{M_{об.м.} * (Ж_{сл} - Ж_{об.м.})}{Ж_{сл} - Ж_{ц.м.}}$$

Нормализация молока непрерывным способом. Непрерывный способ предусматривает нормализацию состава молока на сепараторе-сливкоотделителе с нормализующим устройством. Цельное молоко сепарируют с разделением на сливки и обезжиренное молоко и последующей нормализацией по разным схемам.

По одной схеме полученные обезжиренное молоко и сливки смешивают в нормализующем устройстве сепаратора в пропорциях, необходимых для получения определенной массовой доли жира в нормализованном молоке. При этом из сепаратора отводят остаток либо обезжиренного молока, либо сливок в зависимости от массовой доли жира в цельном и нормализованном молоке. По этой же схеме можно нормализовать сливки в потоке, регулируя массовую долю жира в сливках.

Если требуемая массовая доля жира в нормализованном молоке меньше, чем в цельном исходном молоке, то из сепаратора отводят нормализованное молоко и избыток сливок. Материальный баланс нормализации в этом случае выглядит следующим образом:

$$M_{ц.м.} = M_{н.м.} + M_{сл}$$

Массы нормализованного молока и сливок можно найти с помощью расчетного треугольника Баркана:

$$\frac{M_{ц.м.}}{Ж_{сл} - Ж_{н.м.}} = \frac{M_{сл}}{Ж_{ц.м.} - Ж_{н.м.}} = \frac{M_{н.м.}}{Ж_{сл} - Ж_{ц.м.}}$$

$$M_{н.м.} = \frac{M_{ц.м.} * (Ж_{сл} - Ж_{ц.м.})}{Ж_{сл} - Ж_{н.м.}}$$

$$M_{сл} = \frac{M_{ц.м.} * (Ж_{ц.м.} - Ж_{н.м.})}{Ж_{сл} - Ж_{н.м.}}$$

Если требуемая массовая доля жира в нормализованном молоке больше, чем в цельном исходном молоке, то из сепаратора отводят нормализованное молоко и остаток обезжиренного молока. Материальный баланс нормализации будет таким:

$$M_{ц.м.} = M_{н.м.} + M_{об.м.}$$

Массы нормализованного и обезжиренного молока можно найти с помощью расчетного треугольника Баркана:

$$\frac{M_{ц.м.}}{Жн.м. - Жоб.м.} = \frac{M_{об.м.}}{Жн.м. - Жц.м.} = \frac{M_{н.м.}}{Жц.м. - Жоб.м.}$$

$$M_{н.м.} = \frac{M_{ц.м.} * (Жц.м. - Жоб.м.)}{Жн.м. - Жоб.м.}$$

$$M_{об.м.} = \frac{M_{ц.м.} * (Жн.м. - Жц.м.)}{Жн.м. - Жоб.м.}$$

По другой схеме в обезжиренное молоко, полученное при сепарировании, нормализующим устройством дозируется расчетное количество сливок с заданной массовой долей жира. При этом из сепаратора постоянно отводят избыток сливок и нормализованное молоко. Материальный баланс нормализации в этом случае выглядит следующим образом:

$$M_{ц.м.} = M_{н.м.} + M_{сл.}$$

Массы нормализованного молока и сливок можно найти с помощью расчетного треугольника Баркана:

$$M_{н.м.} = \frac{M_{ц.м.} * (Ж_{сл} - Ж_{ц.м.})}{Ж_{сл} - Ж_{н.м.}}$$

$$M_{сл} = \frac{M_{ц.м.} * (Ж_{н.м.} - Ж_{ц.м.})}{Ж_{сл} - Ж_{н.м.}}$$

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

Вопросы для самоконтроля:

1. Влияние различных факторов на эффективность сепарирования
2. Выделение молочного жира из молочного сыря
3. Нормализация молока
4. Очистка молока от механических и микробиологических примесей

Тема: Гомогенизация молочного сыря

1. Гомогенизация в молочной промышленности
2. Стабильность эмульсии молочного жира
3. Структура оболочки жировых шариков
4. Сущность гомогенизации молока
5. Влияние различных факторов на эффективность гомогенизации
6. Раздельная гомогенизация молочного сыря

1. Гомогенизация в молочной промышленности

В молочной промышленности гомогенизация — это процесс диспергирования (дробления) жировых шариков под действием перепада

давления. При гомогенизации размер жировых шариков уменьшается примерно в 10 раз. Цель гомогенизации — предотвращение самопроизвольного отстаивания жира в производстве и хранении молочных продуктов, сохранение однородной консистенции продукта без расслоения. Правильно проведенная гомогенизация исключает появление свободного жира, тем самым увеличивая сроки хранения молочных продуктов; регулирует структурно-механические свойства молочно-белковых сгустков; улучшает вкусовые качества продуктов.

Гомогенизация воздействует как на жировую, так и на белковую фазу молока и сливок. Происходит дробление жировых шариков. Увеличивается их количество, повышается стойкость жировой эмульсии.

К нежелательным последствиям гомогенизации можно отнести пониженную термоустойчивость гомогенизированных молока и сливок; возникновение повышенной чувствительности к свету и как следствие возникновение «солнечного» привкуса; невозможность сепарирования гомогенизированного молока; непригодность гомогенизированного молока для производства сыров и творога, так как сгустки будут плохо отделять сыворотку.

Условия, при которых гомогенизация будет эффективна, следующие: молочный жир должен находиться в жидком состоянии; дробление жировых шариков возможно только при внешнем воздействии; необходимо образование нового защитного слоя каждого жирового шарика.

2. Стабильность эмульсии молочного жира

Стабильность жировой эмульсии молока или сливок (сопротивляемость жировых шариков агрегации) имеет большое значение в производстве молочных продуктов. При производстве одних молочных продуктов желательно как можно дольше сохранить жировую эмульсию стабильной (пастеризованные и стерилизованные молоко и сливки, кисломолочные продукты, молочные консервы, мороженое). При производстве других продуктов, наоборот, желательно наиболее полно разрушить жировую эмульсию для агрегации жировых шариков (производство коровьего масла).

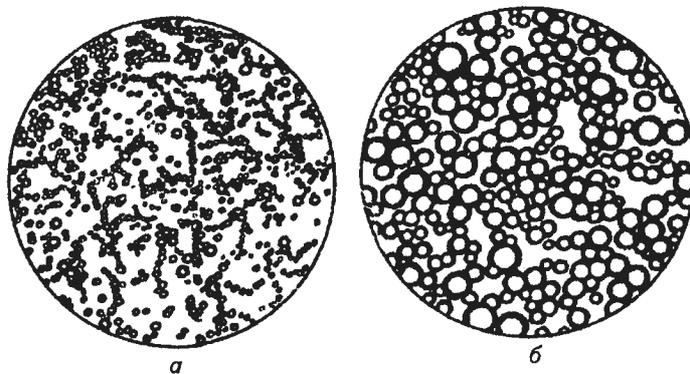
В спокойном состоянии в свежем молоке через 20 — 30 мин после выдаивания появляется слой отстоявшихся сливок, что обусловлено наличием разницы между плотностями молочного жира ($994\text{—}1025\text{ кг/м}^3$) и молочной плазмы ($1034\text{—}1040\text{ кг/м}^3$).

Чем больше разница между плотностями жира и плазмы, тем выше скорость всплытия. Кроме того, скорость всплытия зависит от размера жировых шариков, вязкости молока или сливок, температуры. При быстром охлаждении сырого молока и хранении при низких температурах скорость всплытия увеличивается из-за кристаллизации молочного жира. Замораживание молока в еще большей степени приводит к дестабилизации молочного жира вследствие повреждения оболочек жировых шариков.

Стабильность эмульсии молочного жира зависит от стабильности оболочки жировых шариков, на которую влияет ее состав, рН оболочечного белка и солевое равновесие молока.

Кроме того, к нарушению стабильности эмульсии молочного жира может привести механическая обработка молока: перемешивание, перекачивание по трубопроводам, транспортирование, центробежная очистка и сепарирование. Дестабилизация эмульсии молочного жира может привести к расслоению на две непрерывные фазы: жировую и водную и в конечном итоге к эмульсии обратного типа «вода в масле». Такое явление желательно при производстве коровьего масла, технология которого построена на разрушении эмульсии молочного жира. При производстве таких продуктов, как питьевое молоко и сливки, кисломолочные продукты, сгущенные и сухие молочные продукты и т. д., дестабилизация молочного жира нежелательна во избежание появления «свободного» жира, ухудшения качества продукта и снижения его стойкости при хранении.

Теоретически считается, что для исключения самопроизвольного отстаивания жира размер жировых шариков не должен превышать 1 мкм. Практически гомогенизацией достигается размер 1—2 мкм.



12. Жировые шарики в гомогенизированном (а) и негомогенизированном (б) молоке

Стабильность белков при гомогенизации снижается, изменяется структура и форма белковых частиц, наблюдается их агрегация. Гомогенизированное молоко и сливки наряду с предотвращением отстоя жирового слоя имеют ряд преимуществ. Благодаря увеличению вязкости улучшается вкус, консистенция и цвет продукта. Гомогенизированное молоко и сливки легче и полнее усваиваются. Кисломолочные продукты, полученные из гомогенизированного сырья, имеют равномерный плотный вязкий сгусток. При выработке творога из гомогенизированного молока примерно в 8-10 раз уменьшается отход жира в сыворотку. Гомогенизированные молочные и сливочные смеси для мороженого легче взбиваются, готовый продукт обладает лучшим вкусом и более нежной консистенцией. Гомогенизация широко используется в производстве молочных консервов, детских и лечебно-профилактических продуктов на молочной основе.

3. Структура оболочки жировых шариков

Молочный жир находится в плазме молока в виде жировых шариков и образует с водой эмульсию типа «масло в воде». Свежевыдоенное молоко — двухфазная эмульсия.

Размер и количество жировых шариков в молоке не постоянны и зависят от породы животного, стадии лактации, видов кормов и т. д. В среднем в 1 мл молока содержится от 1,5 млрд до 3 млрд жировых шариков. Диаметр жировых шариков колеблется от 0,1 до 10 мкм с преобладанием от 3 до 6 мкм. Размер жировых шариков имеет практическое значение, так как определяет степень перехода жира в продукт при производстве сливок, масла, сыра, творога и других молочных продуктов.

Оболочка представляет собой комплексное соединение фосфолипидов с белками. Кроме того, в оболочках присутствуют стерин, жирорастворимые витамины, каротин, ферменты (ксантиноксидаза, мембранная липаза, щелочная фосфатаза и др.), металлы (медь, железо).

С помощью соответствующей обработки оболочки частично или полностью удаляют с поверхности жировых шариков, и тогда последние приобретают способность соединяться (агрегировать) между собой с образованием жировых комочков. Агрегация жировых шариков происходит при сбивании сливок в производстве масла. В других случаях, например при транспортировании молока, взбивании и фризеровании смесей для мороженого, производстве сгущенных и сухих молочных продуктов, явление агрегации нежелательно.

Оболочка жирового шарика представляет собой гелеобразную пленку, плотно прилегающую к жировой глобуле.

Условно можно выделить два слоя оболочки: внутренний и внешний, хотя четкой реальной границы между ними не существует. Структура внутреннего слоя оболочки определяется влиянием жировой фазы, а внешнего — водной. Несмотря на различие структур, внутренний и внешний слои оболочки могут иметь идентичный состав.

Оболочка жирового шарика плотно скреплена с ядром жира. Об этом свидетельствует тот факт, что в гомогенизированных сливках обнаруживаются фрагменты натуральной оболочки.

В оболочке 21 % протеидов, из которых 5 % составляют гликопротеиды. Молекулы гликопротеидов пронизывают всю оболочку жирового шарика и играют основную роль в ее стабилизации.

Применение механического воздействия при гомогенизации приводит к разрушению натуральной оболочки и дроблению крупных жировых шариков на более мелкие. Вместе с тем мелкие, вновь образующиеся жировые шарики, снова должны быть покрыты оболочкой, иначе будет нарушена стабильность жировой эмульсии в молоке, что приведет к образованию «свободного» жира.

Важный фактор определения свойств и структуры адсорбционных оболочек — температура гомогенизации. Поскольку при проведении гомогенизации молочный жир должен находиться в жидком состоянии, температура молочного сырья должна быть выше 37 °С. При температуре 40—50 °С формируются толстые и рыхлые адсорбционные оболочки, что влечет за собой образование скоплений жировых шариков и снижает эффект гомогенизации.

4. Сущность гомогенизации молока

Диспергирование жировых шариков происходит в гомогенизирующем устройстве гомогенизатора высокого давления в щели, образующейся между седлом и клапаном. Поток молока проникает в эту щель под высоким давлением. Размер щели в сто раз превышает размер жировых шариков, а скорость течения потока молока (100—400 м/с) очень велика за счет высокого давления, поэтому гомогенизация происходит за 10—15 мкс.

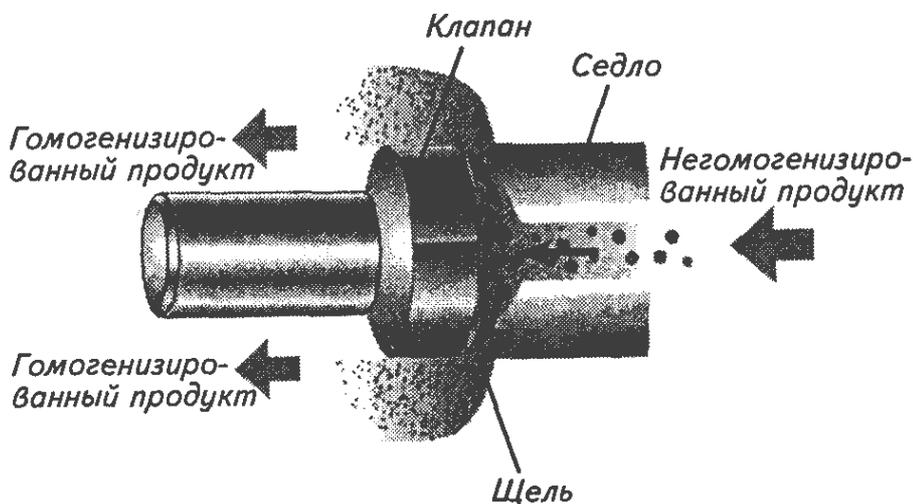


Рис. Схема прохождения жировых шариков молока через щель размером 0,01 мм клапанного гомогенизатора

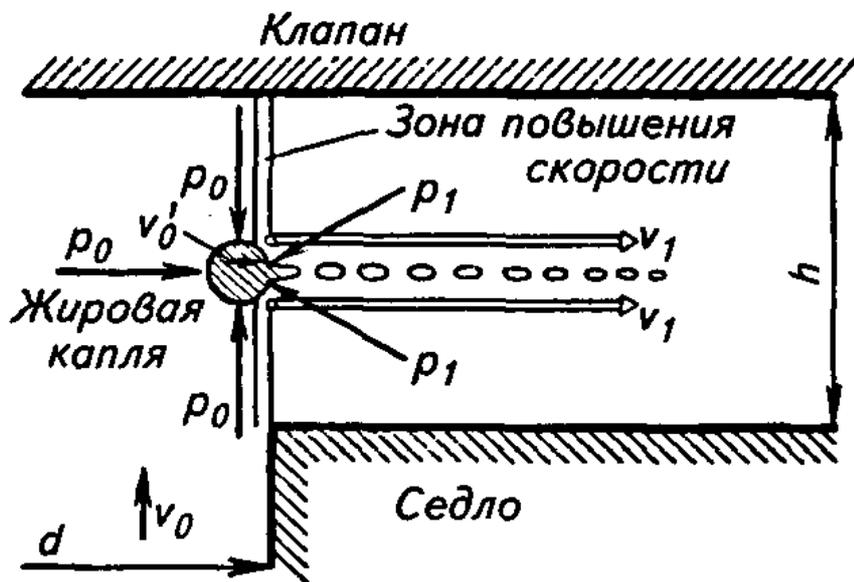


Рис. Схема гомогенизации по Н. В. Барановскому

p_0 — давление на жировой шарик, создаваемое поршневым насосом; p_1 — противодействие, оказываемое на жировой шарик в гомогенизирующей щели; v_0 — скорость жирового шарика в канале седла клапана; v_0' — скорость жирового

шарика между седлом и клапаном; v_1 — скорость жирового шарика в клапанной щели гомогенизатора; d — диаметр канала седла; h — высота клапанной щели

Теоретически механизм гомогенизации в клапанном гомогенизаторе объясняли многие исследователи. По Н. В. Барановскому, жировой шарик в канале седла диаметром d (рис.) движется с малой начальной скоростью v_0 (несколько метров в секунду). Затем он изменяет направление и двигается к пограничному сечению между седлом и клапаном с несколько большей скоростью v'_0 . В клапанной щели жировой шарик приобретает еще более высокую скорость v_1 , составляющую несколько сотен метров в секунду.

При переходе от малых скоростей к высоким в жировых шариках происходят внутренние деформации. Шарик может постепенно вытягиваться в нити преимущественно на входе в клапанную щель и разрываться там на мелкие капельки либо совершать вращательное движение, в результате чего возникают центробежные силы, достаточные для преодоления сил поверхностного натяжения.

Быстрое вытягивание жировой капли происходит благодаря перепаду давлений между давлением гомогенизации p_0 и давлением p_1 действующим на жировые шарик в зоне высоких скоростей, причем p_0 значительно больше p_1 . Происходит сдавливание жирового шарика, и жидкий молочный жир выдавливается из него в виде капли. Когда молоко покидает щель, скорость потока снижается, а давление начинает расти.

Гомогенизация бывает одноступенчатая и многоступенчатая. Одноступенчатая гомогенизация описана выше. При двухступенчатой гомогенизации жидкость проходит последовательно через две рабочих головки. Гомогенизация проходит в две ступени: на первой ступени при давлении 15 МПа, а на второй - при 1-2 МПа. Применение двухступенчатой гомогенизации позволяет получить более устойчивую эмульсию, особенно высокожирную. Цель второй ступени гомогенизации состоит в раздроблении неустойчивых образований. Для этого не требуется значительного механического воздействия, поэтому перепад давления на второй ступени гомогенизации значительно меньше, чем на первой.

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

5. Влияние различных факторов на эффективность гомогенизации

Эффективность гомогенизации зависит прежде всего от давления и температуры, при которых проводится гомогенизация. При повышении давления увеличивается механическое воздействие на продукт, при этом уменьшается средний диаметр жировых шариков. При давлении гомогенизации 15 МПа средний диаметр равен 1,43 мкм и эффективность гомогенизации составляет 74%.

При давлении гомогенизации 20 МПа средний диаметр равен 0,97 мкм и эффективность гомогенизации равна 80 %. Рекомендовано использование давления гомогенизации до значения 25 МПа (оптимальное в диапазоне 10—20 МПа). Существует зависимость давления гомогенизации от массовой доли жира в молочном сырье, подвергаемом гомогенизации. С повышением массовой доли жира в сырье образуются скопления первичных жировых шариков. Такие скопления трудно разрушаются даже при применении второй ступени гомогенизации.

В зависимости от массовой доли жира в готовом продукте рекомендуемое давление гомогенизации сливок, предназначенных для производства сметаны, находится в пределах 7—12 МПа. С повышением массовой доли жира давление снижают.

При производстве мороженого давление гомогенизации (7—15 МПа) смесей, предназначенных для производства мороженого, также находится в зависимости от массовой доли жира, уменьшаясь по мере возрастания последней.

При производстве сгущенных и сухих молочных консервов гомогенизация — необходимая технологическая операция, проводимая для повышения стойкости консервов при хранении. Давление гомогенизации варьируется в широких пределах: от 5—6 МПа до 17—19 МПа.

При производстве стерилизованных молочных продуктов рекомендуемое давление гомогенизации находится в диапазоне 20—25 МПа.

На эффективность гомогенизации оказывает влияние температура, при которой она проводится. Считается, что молочные смеси можно гомогенизировать в широком диапазоне температур, начиная с температуры плавления молочного жира (37 °С) и заканчивая высокими температурами пастеризации (85—90 °С). Эффективность гомогенизации возрастает с повышением температуры до определенного предела. Оптимальной температурой гомогенизации можно считать 60—70 °С.

С выбором температуры гомогенизации косвенно связан вопрос о месте гомогенизации в технологической схеме того или иного молочного продукта. Гомогенизация молочных смесей до пастеризации имеет преимущества с точки зрения микробной чистоты получаемого готового продукта, так как устраняет возможность повторного бактериального обсеменения. При этом молочные смеси нагреваются в секции регенерации пастеризационно-охладительной установки до температуры 60—65 °С, направляются на гомогенизацию и затем вновь поступают на пастеризационно-охладительную установку для пастеризации. Эта схема предпочтительнее других схем гомогенизации, но имеет свои недостатки. В результате гомогенизации стабильность белков плазмы молока к нагреванию снижается, так как изменяется соотношение казеина и сывороточных белков в сторону последних. Этот факт нужно учитывать при производстве молочных продуктов с высокотемпературной обработкой (стерилизованное молоко, кисломолочные напитки и т. д.). Там, где используется высокотемпературная обработка молочных смесей, гомогенизацию лучше проводить после пастеризации или высокотемпературной обработки. В первом случае она

проводится либо при температуре 60—65 °С, либо при температуре пастеризации; во втором — на **асептическом гомогенизаторе** при температуре около 70 °С.

Кроме давления и температуры на эффективность гомогенизации влияют такие свойства молочного сырья, как плотность, вязкость, кислотность. Гомогенизация молочного сырья с повышенной массовой долей жира, с рН ниже 6,6 значительно снижает ее эффективность. При гомогенизации молочного сырья повышенной плотности и вязкости для повышения эффективности процесса необходимо снижать давление гомогенизации либо повышать температуру.

6. Раздельная гомогенизация молочного сырья

Основное назначение раздельной гомогенизации — получение гомогенизированного молочного продукта с повышенной стабильностью жировой фазы и достаточной стабильностью белков. Молоко вначале сепарируют; полученные сливки гомогенизируют и смешивают с обезжиренным молоком. При этом производительность гомогенизатора повышается в 2,5 раза, а расход энергии снижается примерно до 65 %, так как количество гомогенизируемого продукта уменьшается на 50—70 %. Для повышения качества раздельно гомогенизируемого молока для сливок с массовой долей жира более 15 % применяют двухступенчатую гомогенизацию.

Вопросы для самоконтроля:

Влияние различных факторов на эффективность гомогенизации

1. Раздельная гомогенизация молочного сырья
2. Структура оболочки жировых шариков
3. Гомогенизация в молочной промышленности
4. Стабильность эмульсии молочного жира
5. Сущность гомогенизации молока

Тема: Мембранная обработка молочного сырья

1. Методы мембранной обработки молочного сырья
2. Характеристика полупроницаемых мембран
3. Влияние различных факторов на эффективность мембранной фильтрации
4. Другие методы мембранной обработки молочного сырья

1. Методы мембранной обработки молочного сырья

Мембранная обработка молочного сырья — это разделение или концентрирование растворов с помощью полупроницаемых мембран, осуществляемое на молекулярном и ионном уровнях. Главными достоинствами мембранного разделения молочного сырья являются возможность направленного регулирования его состава и свойств с сохранением их нативного состояния, а также создание на этой основе новых молочных продуктов.

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

Во всех методах мембранной обработки используют поперечную мембранную фильтрацию потока, при которой обрабатываемый раствор пропускается под давлением через мембрану. При этом часть компонентов раствора (концентрат) задерживается, а остальная часть в виде фильтрата (пермеат) удаляется. Мембраной (в зависимости от размера пор) задерживаются компоненты молочного сырья и бактерии, в фильтрате остаются в первую очередь растворитель (вода) и растворенные в ней низкомолекулярные вещества. От традиционной фильтрации (очистка молока от механических примесей) мембранная фильтрация отличается тем, что с ее помощью отделяются частицы размерами меньше 10 мкм.

В зависимости от характеристики частиц, которые необходимо сконцентрировать, применяют различные методы мембранного разделения:

обратный осмос (ОО) — для концентрации почти всех компонентов молока, молочной сыворотки и фильтрата, полученного после ультрафильтрации сыворотки;

нанофильтрация (НФ) — для частичного обессоливания (деминерализации) молочной сыворотки, а также фильтрата, полученного в результате ультрафильтрации молочной сыворотки;

ультрафильтрация (УФ) — для концентрации белков молока или молочной сыворотки, а также для нормализации по массовой доле белка при производстве сыров, йогуртов и некоторых других молочных продуктов с повышенной массовой долей СОМО;

микрофильтрация (МФ) — в основном для холодной стерилизации обезжиренного молока, молочной сыворотки и рассола, предназначенного для посолки сыров, а также для обезжиривания молочной сыворотки при производстве концентрата сывороточных белков методом ультрафильтрации. Применение микрофильтрации цельного молока затруднительно из-за того, что вместе с бактериями на мембранах будет задерживаться и молочный жир. При

необходимости можно подвергать микрофильтрации гомогенизированное цельное молоко.

Обратный осмос — концентрация почти всех компонентов молочного сырья при пропускании его под давлением через полупроницаемые мембраны. Размеры пор мембран составляют от 0,001 до 0,0001 мкм. Поэтому процесс фильтрации при обратном осмосе идентичен процессу удаления воды из молочного сырья выпариванием. Сквозь мембраны могут проходить лишь вода и одновалентные ионы Na^+ , K^+ , Cl^- . Процесс обратного осмоса осуществляется под давлением 3—6 МПа и температуре 20 °С. Применение высокого давления при обратном осмосе объясняется тем, что в этом случае приходится преодолевать осмотическое давление раствора (*стремящегося выравнять концентрации растворенного вещества по обе стороны мембраны*). Следовательно, движущей силой обратного осмоса является избыток внешнего давления по сравнению с осмотическим.

Осмоз широко используется для обессоливания морских и солоноватых вод (наряду с электродиализом). Способом обратного осмоса получают ультрачистую воду для электронной промышленности, для продуктов детского и лечебного питания, обрабатывают сточные воды и одновременно извлекают из них ценные вещества. Наблюдается тенденция широкого использования обратного осмоса в пищевой промышленности как эффективного способа концентрирования разбавленных растворов. Перспективно его применение в молочной промышленности для предварительного подсуживания сыворотки с низкой исходной концентрацией сухих веществ. Здесь обратный осмос дополняет традиционное вакуум-выпаривание.

Нанофильтрация — концентрация молекул и макромолекул молочного сырья — происходит при пропускании его под давлением через полупроницаемые мембраны. Размеры пор этих мембран составляют от 0,01 до 0,001 мкм, поэтому на них концентрируются молочный жир, казеиновые мицеллы и сывороточные белки, а также лактоза и частично минеральные соли; размер частиц до 0,001 мкм и молекулярная масса до 1000. Чаще всего нанофильтрацию используют после ультрафильтрации молочного сырья для частичного обессоливания (деминерализации) подсырной сыворотки, а также частичной деминерализации фильтрата, полученного после ультрафильтрации. Нанофильтрацию проводят под давлением 2—4 МПа и температуре 50 °С.

Ультрафильтрация — концентрация молекул и макромолекул при пропускании молочного сырья под небольшим давлением через полупроницаемые мембраны. К крупным молекулам относятся казеиновые мицеллы с размером частиц от 0,01 до 0,1 мкм. К макромолекулам относятся сывороточные белки с размером частиц от 0,001 до 0,01 мкм. Кроме того, к макромолекулам можно отнести витамины, имеющие почти такие же размеры, что и сывороточные белки, а также лактозу с частицами размером от 0,0001 до 0,001 мкм. Поэтому при ультрафильтрации молочного сырья размер пор мембран составляет от 0,01 до 0,1 мкм, в результате чего на мембранах концентрируются молочные белки, молочный жир, витамины и частично лактоза. В фильтрате, проходящем сквозь мембраны, остаются ионы, минеральные соли и в основном

лактоза и вода. Процесс ультрафильтрации осуществляется при температурах 50—55 °С и давлении 0,1—1,0 МПа.

Для более полной очистки белкового концентрата, получаемого в результате ультрафильтрации, от лактозы применяют диафильтрацию. Это частный случай ультрафильтрации, при котором полученный в результате ультрафильтрации белковый концентрат разбавляют деминерализованной водой и вновь подвергают ультрафильтрации до исходной массовой доли сухих веществ.

Ультрафильтрацию молочного сырья применяют также в производстве детского творога, сыров, йогуртов и некоторых других молочных продуктов для повышения массовых долей белка или СОМО при нормализации по этим компонентам.

Микрофильтрация — это концентрация посторонних частиц и высокомолекулярных соединений, например бактерий, с последующим их удалением, которая происходит при пропускании молочного сырья сквозь полупроницаемые мембраны. При этом мембраны имеют размер пор соответственно размеру и молекулярной массе задерживаемой частицы (в данном случае — бактериям). Бактерии имеют размеры от 1,0 до 10 мкм (гнилостные бактерии — 5—8 мкм, уксуснокислые и флюоресцирующие бактерии—1—2 мкм, кокки —0,75—1,25 мкм); дрожжи и плесени имеют размеры от 10,0 до 100,0 мкм. Соответственно мембраны, применяемые при микрофильтрации, имеют такой размер пор, при котором эти частицы будут задерживаться, а именно от 0,1 до 10,0 мкм.

Процесс микрофильтрации молочного сырья сводит к минимуму высокотемпературное воздействие на белковые вещества молока, так как обработку осуществляют при температурах ниже порога денатурации сывороточных белков (50—55 °С).

Мембраны, применяемые при микрофильтрации, задерживают кроме бактерий молочный жир. Размеры задерживаемых жировых шариков от 0,1 до 5,0 мкм (в молочной сыворотке —от 0,1 до 1,0 мкм).

Микрофильтрация в молочной промышленности используется в линиях производства молока типа *K1-молоко (молоко с продленным сроком жизни)* - молоко, занимающее промежуточное положение между пастеризованным и стерилизованным молоком. Отличительной особенностью является дополнительная обработка молока микрофильтрацией и пастеризация прямым нагревом паром.

В странах с развитой молочной промышленностью микрофильтрация занимает важное место в обработке молока непосредственно на фермах для удаления из молока микроорганизмов. Наибольшее распространение получила в сыроделии.

2. Характеристика полупроницаемых мембран

Полупроницаемая мембрана является главным элементом мембранных аппаратов. От свойств и характеристик полупроницаемых мембран зависит эффективность мембранных процессов. Полупроницаемые мембраны изготавливают из различных материалов. При эксплуатации важно определить влияние на свойства мембран рН обрабатываемого раствора, температуры и давления, при которых происходит разделение растворов.

Первыми мембранами, нашедшими применение в молочной промышленности, стали ацетатцеллюлозные мембраны из тонкого (до 0,1 мкм) микропористого фильтрующего слоя и макропористой основы толщиной от 100 до 1000 мкм. Ацетатцеллюлозные мембраны эксплуатируют в диапазоне температур от 0 до 50 °С. Недостатками этих мембран являются узкий рабочий диапазон температуры, а также низкая механическая прочность, уменьшающая срок их эксплуатации. Это создает трудности для мойки и дезинфекции мембранного оборудования.

Полупроницаемыми мембранами могут служить ядерные фильтры, имеющие регулируемую пористую структуру. Ядерные фильтры изготавливают из лавсановой пленки толщиной до 10 мкм. Фильтры могут выдерживать воздействие температур до 200 °С.

В последние годы созданы полупроницаемые мембраны из металлокерамики, стекла, оксидов металлов и некоторых других материалов. Они обладают высокой механической прочностью, термостойкостью (до 200 °С), химической стойкостью в диапазоне рН от 0 до 14, стойкостью к высокому давлению и т.д., что создает условия для их длительной эксплуатации.

Основные характеристики полупроницаемых мембран — предел (селективность) и скорость разделения.

Предел разделения мембран выражает задерживающую способность мембран по конкретному компоненту молочного сырья (жир, белок, лактоза, минеральные вещества и т. д.).

Скорость разделения компонентов молочного сырья при мембранной фильтрации зависит от характеристики используемых мембран, т. е. от толщины мембраны, площади ее поверхности и диаметра пор. Скорость разделения зависит также от давления, рН, температуры и гидродинамических показателей разделения.

3. Влияние различных факторов на эффективность мембранной фильтрации

Движущей силой фильтрации является давление, которое оказывает значительное влияние на скорость фильтрации. Различают два вида давления, воздействующие на обрабатываемую жидкость: гидравлическое и трансмембранное.

Гидравлическое давление действует вдоль фильтрационного модуля, и скорость фильтрации зависит от падения гидравлического давления. Чем выше

давление на входе исходного продукта, тем выше скорость прохождения через модуль, тем больше воздействие, направленное перпендикулярно мембранам, и тем меньше воздействие поляризации.

Трансмембранное давление — это перепад давлений между двумя сторонами мембраны в какой-то конкретной точке. В результате этого перепада возникает сила, проталкивающая фильтрат через мембрану. Максимальных значений трансмембранное давление достигает на входе в фильтрационный модуль, минимальных — на выходе из него.

По мере концентрирования сухих веществ, происходящего при фильтрации, на поверхности мембран образуется поляризационный пограничный слой (осадок) с высокой концентрацией растворенных веществ, который начинает оказывать сопротивление потоку фильтрата.

В процессе ультрафильтрации образуется гелеобразный осадок из высокомолекулярных белков и нерастворимых солей, находящихся в коллоидной форме.

На эффективность мембранной фильтрации и скорость фильтрации влияет **температура молочного сырья**. Повышение температуры до 60 °С ускоряет процесс ультрафильтрации. *Это связано с тем, что при повышении температуры усиливается броуновское движение, а следовательно, возрастает диффузия растворов через полупроницаемую мембрану.* Повышение температуры также приводит к снижению вязкости обрабатываемой жидкости, что способствует повышению скорости фильтрации. *Например, при повышении температуры ультрафильтрации с 20 до 50 °С скорость ультрафильтрации возрастает в 2,5—3,0 раза.* Однако подъем температуры выше 60 °С приводит к денатурации белковых веществ молочного сырья и увеличению белкового поляризационного слоя и, соответственно, к снижению скорости фильтрации.

На эффективность мембранной фильтрации влияет также **активная кислотность молочного сырья**. Установлено, что с понижением рН обезжиренного молока скорость ультрафильтрации уменьшается. Это объясняется тем, что при снижении рН обезжиренного молока до 4,6—4,7 (изоэлектрическая точка казеина) происходят коагуляция казеина, увеличение вязкости и снижение скорости ультрафильтрации.

4. Другие методы мембранной обработки молочного сырья

Эффективным методом улучшения качественных показателей молочной сыворотки перед ультрафильтрацией, а именно уменьшения в ней содержания минеральных компонентов (деминерализация), является электродиализ.

Электродиализ — это направленный перенос ионов через размещенную в растворе электролита мембрану под действием постоянного электрического поля. Сущность электродиализа заключается в том, что мембрана (перегородка), находясь в контакте с раствором электролита, под влиянием электрического поля пропускает ионы одного заряда и служит барьером для ионов противоположного заряда.

Процесс сочетает в себе диализ, осмос и электроосмос. Диализ — это диффузионный процесс переноса растворенного вещества через ионитовую мембрану за счет разности концентраций растворенных веществ по обе ее стороны. Осмос — это перенос растворителя через мембрану из областей с меньшей концентрацией растворенных веществ в область с большей их концентрацией. Электроосмос — это перенос через мембрану молекул растворителя, захватываемых мигрирующими ионами.

В современных электродиализаторах между двумя электродами расположены чередующиеся анионо- и катионообменные мембраны. При достаточно высоком внешнем электрическом потенциале электрический ток переносит катионы из раствора (например, молочная сыворотка) в поток работающего раствора через катионообменную мембрану. Анионы движутся в противоположном направлении и переносятся в поток рабочего раствора через анионообменную мембрану. Таким образом, молочная сыворотка обессоливается (деминерализуется), а соли концентрируются в рабочем растворе.

Электродиализ молочной сыворотки не влияет существенно на ее качество и содержание сывороточных белков, лактозы, витаминов. Потери белков составляют 2—3 %, лактозы — 6 %.

Деминерализованная молочная сыворотка имеет ряд преимуществ перед недеминерализованной — менее выражена горечь за счет удаления минеральных веществ, понижена кислотность (особенно это важно для кислой творожной сыворотки при ее дальнейшем использовании) и т. д. Это дает возможность применять сыворотку в производстве продуктов для детского питания и различных других пищевых продуктов. Кроме того, применение электродиализа предотвращает загрязнение окружающей среды, которое происходит при сбросе в канализацию недеминерализованной сыворотки.

Метод ионного обмена используют для деминерализации молочной сыворотки наряду с электродиализом. Ионный обмен осуществляется в колонках с ионообменными смолами.

Молочную сыворотку пропускают вначале через катионит, затем через анионит. Катионит связывает катионы присутствующих в молочной сыворотке минеральных солей, при этом выделяются соответствующие кислоты, анионы которых связываются анионитом.

Ионный обмен используется в молочной промышленности при получении молочной кислоты; для деминерализации молочной сыворотки; извлечения радиоактивных элементов из молочного сырья; повышения термостойкости молока, предназначенного для стерилизации; снижения его кислотности.

Вопросы для самоконтроля:

1. Влияние различных факторов на эффективность мембранной фильтрации
2. Другие методы мембранной обработки молочного сырья
3. Методы мембранной обработки молочного сырья
4. Характеристика полупроницаемых мембран

Тема: Тепловая и вакуумная обработка молока и молочных продуктов

1. Назначение и виды тепловой обработки
2. Охлаждение молочного сырья
3. Замораживание молочного сырья
4. Пастеризация молочного сырья.
5. Стерилизация молочного сырья
6. Факторы, влияющие на эффективность стерилизации.
7. Термовакuumная обработка молочного сырья
8. Изменение состава и свойств молочного сырья при тепловой обработке

1. Назначение и виды тепловой обработки

Свежевыдоенное молоко имеет температуру тела животного — около 37 °С, которая затем снижается до температуры помещения, т. е. 20—25 °С. Этот диапазон температур оптимален для развития микроорганизмов, находящихся в сыром молоке. Для сохранения качества молока необходимо предотвратить размножение микроорганизмов. Этого можно достичь тепловой обработкой молока, при которой в условиях повышенной температуры уменьшается количество микроорганизмов или происходит их полное уничтожение (термизация, пастеризация, стерилизация), либо снижением температуры (охлаждение и замораживание).

Цель тепловой обработки — исключение передачи через молоко инфекционных заболеваний и повышение стойкости молока при хранении. Для усиления эффекта при производстве молочных продуктов сочетают нагрев молочного сырья до 100 °С или выше (в зависимости от требуемого срока хранения молочного продукта) с последующим немедленным охлаждением до температур, требуемых стандартом.

Эффективность тепловой обработки молочного сырья зависит от количества микроорганизмов, устойчивости его составных частей и интенсивности тепловой обработки. Интенсивность тепловой обработки зависит от применяемой температуры, длительности ее воздействия и движения продукта в процессе обработки.

Однако любое тепловое воздействие на молочное сырье и молочные продукты отражается как на системе в целом, так и на отдельных компонентах.

Поэтому нужно выбирать такие режимы при технологической обработке, которые при достижении поставленной цели (подавление или уничтожение микрофлоры и инактивации ферментов) сохранили бы технологические свойства и биологическую ценность молочного сырья и молочных продуктов.

2. Охлаждение молочного сырья

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

Понижение температуры приводит к подавлению жизнедеятельности микроорганизмов. Некоторые группы микроорганизмов (психрофилы) способны достаточно быстро размножаться при температуре 0—5 °С. Таким образом, охлаждение продуктов до низких температур не исключает возможности его микробиологической порчи, так как возбудителями порчи белоксодержащих продуктов являются преимущественно гнилостные бактерии.

Эффективность подавления жизнедеятельности микроорганизмов зависит не только от конечной температуры, но и от скорости охлаждения.

При охлаждении молочного сырья и молочных продуктов происходят частичное отвердевание и кристаллизация молочного жира в жировых шариках, что и приводит к ослаблению связей в оболочках, так как глицеридный слой теряет эластичность и становится более подверженным механическим воздействиям. Процесс отвердевания и кристаллизации молочного жира при охлаждении используется как технологический прием при производстве сметаны и масла из сливок.

Охлаждение и хранение охлажденного молочного сырья приводит к разрушению витаминов. Например, витамин С разрушается на 18 % при хранении охлажденного молока 2 сут и на 67 % при хранении охлажденного молока 3 сут.

При охлаждении происходит изменение состава микрофлоры сырого молока — замедляется рост мезофильной и термофильной микрофлоры и начинают преобладать психрофильные бактерии, развивающиеся при температурах от 5 до 15 °С. Психрофильные микроорганизмы выделяют ферменты, сохраняющие свою активность после тепловой обработки, поэтому представляют наибольшую опасность для качества молочного сырья и молочных продуктов.

В связи с тем что охлаждение определенным образом влияет на компоненты и состав микрофлоры молочного сырья и молочных продуктов, нежелательно при производстве молочных продуктов, и особенно сыров и творога, использовать длительно хранившееся при низких температурах молочное сырье.

3. *Замораживание молочного сырья*

Длительное хранение молочного сырья и молочных продуктов можно обеспечить в условиях низких температур за счет торможения развития микробиологических процессов и существенного понижения скорости ферментативных и физико-химических реакций. При замораживании происходят более заметные изменения физико-химических и биохимических процессов, чем при охлаждении, причем глубина их зависит от скорости замораживания и температуры хранения замороженных продуктов. Изменения обусловлены процессами кристаллизации воды, перераспределением влаги между структурными образованиями компонентов молока, повышением концентрации растворенных в жидкой фазе веществ.

Влага, содержащаяся в молоке и молочных продуктах, как и в других биологических материалах, обуславливает консистенцию и структуру продукта, определяя его устойчивость при хранении.

Количество и доля вымороженной влаги в продукте зависят от ее общего содержания, формы и прочности ее связи со структурными элементами, концентрации и степени диссоциации растворенных в воде веществ. Размер, форма и распределение кристаллов льда в структуре продукта зависят от его свойств и условий замораживания.

Максимальное кристаллообразование происходит при температурах от —2 до —8 °С, поэтому, чтобы предотвратить образование крупных кристаллов льда при замораживании, необходимо обеспечить быстрое понижение температур в этом интервале. Кроме того, именно из-за максимального кристаллообразования в этом интервале температур повышается содержание в невымороженной влаге растворенных веществ, увеличивается скорость некоторых реакций.

Дальнейшее понижение температуры не сопровождается значительным возрастанием концентрации веществ в жидкой фазе, происходит снижение скорости физико-химических и биохимических реакций.

При медленном замораживании молока невымороженной остается около 4 % свободной и 3—3,5 % связанной влаги. В свободной влаге повышена концентрация белков, минеральных солей и лактозы. Это влияет на стабильность белков. *в результате происходят агрегация казеиновых мицелл и потеря ими стабильности.* Поэтому в медленно замороженном молоке физико-химические

изменения белков приводят к полной или частичной их денатурации. Такие изменения белков приводят к снижению способности молока свертываться под действием сычужного фермента.

При быстром замораживании вся свободная влага переходит в лед, невымороженной остается 3—4 % влаги. Оставшаяся связанная влага не обладает свойством растворять соли, поэтому денатурационных изменений белков не происходит. Не нарушается также стабильность оболочек жировых шариков и, как следствие, предотвращается дестабилизация жировой эмульсии.

Замораживание молочного сырья происходит неравномерно: сначала слой чистой воды на границе раздела фаз (на стенках, вверху и на дне сосуда), в оставшейся части концентрируются компоненты молока. Молочное сырье при медленном замораживании расслаивается. *Это явление можно наблюдать при доставке молока во флягах в зимние месяцы.*

В сливках процессы расслоения не так ярко выражены, как в молоке. Однако при медленном замораживании сливок наступают известные явления дестабилизации, которые проявляются в виде появления «свободного» жира после оттаивания сливок.

Замораживание сопровождается уменьшением количества и активности микроорганизмов без их полного уничтожения. В пределах температур замораживания до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ разрушение многих микроорганизмов происходит при достаточно небольших минусовых температурах. Так, наиболее высокая степень гибели микроорганизмов приходится на температуры $-4\text{...}-6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Однако в этих условиях сохраняют свою жизнедеятельность и способность к росту некоторые психрофильные микроорганизмы. Для предотвращения их развития необходимы более низкие температуры. Почти полностью исключается рост микроорганизмов при температурах $-10\text{...}-12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Хранение при таких температурах позволяет сохранять продукты без микробиологической порчи.

Тем не менее при замораживании и хранении при низких температурах в продукте остается часть жизнеспособной микрофлоры, а ферменты длительное время сохраняют свою активность. Поэтому при размораживании продукта могут начаться процессы, влияющие на его качество.

4. Пастеризация молочного сырья

Термин получил название по имени французского ученого Луи Пастера, предложившего тепловую обработку для обеззараживания продуктов и предохранения их от порчи.

Пастеризация - это тепловая обработка с целью уничтожения патогенных микроорганизмов и инактивации вегетативных форм микроорганизмов. В результате исключается передача через молоко и молочные продукты инфекционных заболеваний и обеспечивается более длительный срок хранения.

В молоко от больной коровы, с рук переболевшего персонала, загрязненного корма, питьевой воды, посуды и т. д. могут попасть такие патогенные микроорганизмы, как возбудители туберкулеза, бруцеллеза, чумы, сибирской язвы, кишечная палочка и т. д. Эти заболевания могут через молоко передаваться

человеку. Стойкость различных патогенных микроорганизмов к температуре неодинакова. Как правило, патогенные микроорганизмы погибают при относительно невысоких температурах. Наиболее стойкой к нагреванию является туберкулезная палочка. Считают, что возбудитель туберкулеза погибает при температурах 60—65 °С в течение 30 мин. Однако есть сведения, что для уничтожения туберкулезной палочки необходима более высокая температура (75 °С с выдержкой 30 мин). Это объясняется тем, что стойкость к температурным режимам в зависимости от многочисленных факторов у разных штаммов может быть не одинакова. Поэтому при использовании молока от коров с подозрением на туберкулез необходимо нагревать его до температуры 80 °С в течение 30 мин или кипятить. Молоко от заболевших животных необходимо уничтожать. Остальная неспорообразующая патогенная микрофлора погибает при более низких температурных режимах, чем туберкулезная палочка. В связи с этим при обосновании режимов пастеризации молока за основу принимают тепловую устойчивость туберкулезной палочки.

Одними из санитарно-показательных микроорганизмов, которые могут привести к различного рода токсикозам и кишечным отравлениям, являются бактерии группы кишечной палочки. Наличие этих бактерий в молоке говорит о нарушении требуемых санитарно-гигиенических условий производства молока. Они не выдерживают нагревания молока до 60 °С в течение 30 мин.

С помощью пастеризации в молоке можно уничтожить лишь вегетативные формы микрофлоры, так как наличие спор повышает тепловую устойчивость микроорганизмов на 10—15, а иногда и на 50 °С.

Нагревание молочного сырья до температур пастеризации приводит к инактивации ферментов, тепловая устойчивость которых также индивидуальна, как и тепловая устойчивость микроорганизмов. Температурные режимы пастеризации, принятые в молочной промышленности, полностью инактивируют щелочную фосфатазу. Известно, что после нагревания молока до 65 °С в течение 30 мин фосфатаза в нем не обнаруживается.

На основании теоретических выводов для производства молочных продуктов были разработаны три вида режимов пастеризации молочного сырья, обеспечивающие уничтожение туберкулезной палочки, бактерий группы кишечной палочки и других патогенных микроорганизмов и инактивацию ферментов:

Длительная пастеризация ($t=65-67^{\circ}\text{C}$ 30 мин), кратковременная пастеризация ($t=75\pm 2^{\circ}\text{C}$ 15-20 с), мгновенная пастеризация ($t=90\pm 5^{\circ}\text{C}$ без выдержки).

Эффективность пастеризации молочного сырья при производстве различных молочных продуктов зависит не только от температуры и времени проведения процесса. Большое значение имеет первоначальное бактериальное обсеменение и механическая загрязненность сырого молока. Эффективность пастеризации выражают отношением количества бактерий, уничтоженных пастеризацией, к количеству бактерий, содержавшихся в исходном молоке. Эффективность пастеризации должна достигать 99,5—99,98 %.

При производстве питьевого пастеризованного молока температура пастеризации, как правило, не превышает 74—78 °С в течение 15—20 с. Достаточно гарантии уничтожения бактерий группы кишечной палочки и туберкулезной палочки, которую этот режим обеспечивает (*при условии переработки доброкачественного молочного сырья*). Фасованное в герметичную упаковку, пастеризованное при таких режимах и охлажденное до температуры 2—6 °С молоко может храниться до 3 сут.

Пастеризация и охлаждение молока при таких режимах осуществляются в автоматизированных пластинчатых пастеризационно-охладительных установках с автоматическим возвратом непастеризованного молока на повторную пастеризацию. Контроль температуры ведется по термограмме и пробе на фосфатазу в пастеризованном молоке.

Исключение составляет топленое молоко, при производстве которого температура пастеризации повышается до 95—99 °С с выдержкой до 3—5 ч. Это объясняется тем, что топленое молоко по стандарту должно иметь привкус перепастеризованного молока и белый цвет со светло-кремовым оттенком.

Технология кисломолочных напитков (кефир, простокваша, йогурт и др.) предусматривает длительный процесс сквашивания при оптимальной температуре развития не только микрофлоры заквасок, но и остаточной микрофлоры сырого молока. С повышением температуры пастеризации молока увеличивается прочность сгустков и снижается интенсивность отделения сыворотки от сгустка (синерезис).

Для увеличения прочности белковых сгустков и предотвращения выделения сыворотки во время хранения при производстве кисломолочных напитков применяют следующие режимы пастеризации: 85—87 °С с выдержкой 10—15 мин; 90—95 °С с выдержкой 2—8 мин; 95—99 °С с выдержкой от 60 мин (варенец) до 3—5 ч (ряженка). При производстве кисломолочных напитков молоко пастеризуют в автоматизированных пластинчатых и трубчатых установках, а пастеризацию с длительной выдержкой продукта можно осуществлять в ваннах длительной пастеризации (ВДП) или резервуарах, снабженных теплообменной рубашкой и термоизолированным корпусом.

Понижение температуры пастеризации молока используется при производстве творога и сыра для уменьшения прочности белковых сгустков и повышения интенсивности отделения сыворотки от сгустка (усиливается синерезис). Температура пастеризации молока при выработке всех видов творога должна быть не выше 80 °С.

Однако температура пастеризации при производстве творога может быть выше 80 °С при условии, что в последующем белковый сгусток будет подвергнут тепловой обработке для усиления синерезиса.

Самая низкая температура пастеризации молока применяется при производстве твердых сычужных сыров (72—76 °С с выдержкой 20—25 с). Учитывая низкую температуру пастеризации, необходимо применять высококачественное молочное сырье для производства сыров, чтобы обеспечить

микробиологическую безопасность продукта. Поэтому наряду с пастеризацией в производстве сыров применяют бактериофугирование или микрофльтрацию молока.

При выработке высокожирных продуктов (сметаны, масла) применяют другие режимы пастеризации сырья. Это связано с тем, что жир плохо проводит теплоту, и требуются более высокие температуры для обеспечения микробиологической безопасности продукта. Причем чем выше массовая доля жира в сырье, тем выше температура пастеризации. При производстве питьевых пастеризованных сливок температура пастеризации варьирует от 78—80 °С (сливки с массовой долей жира 8—10 %) до 85—87 °С с выдержкой 15—20 с (сливки с массовой долей жира 20—35 %). Примерно такие же режимы применяют при пастеризации сливок в производстве сметаны.

В технологическом процессе производства сливочного масла режимы пастеризации сливок несколько выше, так как это продукт более длительного хранения, чем пастеризованные сливки и сметана. Готовый продукт не должен содержать ферменты молока — липазу, галактазу, пероксидазу, которые разрушаются при температуре выше 85 °С.

При производстве сгущенных и сухих молочных консервов температура пастеризации молока находится в пределах 95—105 °С из-за необходимости обеспечения более длительного хранения этих продуктов.

Пастеризации должно подвергаться все молочное сырье, поступающее на переработку. Однако на практике иногда в силу разных причин нет возможности сделать это в течение 24 ч после поступления молока на молочный завод. При таких условиях даже глубокое охлаждение не является достаточным для предотвращения порчи молока; при низких температурах в молоке могут накапливаться токсины, не уничтожающиеся затем при температурах пастеризации. В этом случае молоко предварительно нагревают до температур ниже температуры пастеризации (63—65 °С с выдержкой 15 с с последующим охлаждением до 4 °С) и проводят термизацию молока. Термизация не обеспечивает безопасности продуктов с точки зрения микробиологической и ферментативной порчи. При этом режиме частично подавляется развитие микрофлоры и не инактивируется фосфатаза.

Для того чтобы сохранить молоко более длительный период, чем традиционный для пастеризованных продуктов, прибегают к ультрапастеризации (молоко с длительным сроком хранения или долгосрок). Молоко нагревают до температур 136 °С в течение 2—4 с и охлаждают до температуры ниже 7 °С. Срок хранения молочных продуктов колеблется от 2—16 до 30—40 дней в зависимости от качества сырья, упаковки, уровня санитарно-гигиенических условий производства, режимов охлаждения, хранения, транспортирования и реализации.

5. Стерилизация молочного сырья

В молочной промышленности под стерилизацией принято понимать совокупность мер, направленных на полное прекращение всех микробиологических и ферментативных процессов в молоке и молочных продуктах. Для этого

используют методы, которые по принципу действия условно классифицируют на физические, химические и биологические. К физическим методам относится тепловая, механическая, лучевая и радиационная стерилизация. Химическая стерилизация предусматривает применение химических веществ, обладающих антисептическими свойствами. Последним достижением науки о питании в области консервирования являются биологические методы.

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

Стерилизация — это тепловая обработка молочного сырья при температурах выше 100 °С. Цель стерилизации — уничтожение всех вегетативных (нетермостойкой не образующей спор) и споровых форм бактерий и инактивация ферментов.

Термоустойчивость молочного сырья

В производстве стерилизованных молочных продуктов учитывают такой показатель, как термоустойчивость молока. Термоустойчивость, в свою очередь, зависит от стойкости казеина и сывороточных белков и сохранения коллоидной суспензии при воздействии высоких температур.

Минеральный состав молочного сырья является определяющим для его тепловой стабильности, в особенности содержание цитрата и фосфата кальция или магния. Излишек или недостаток любой из этих солей способствует быстрому свертыванию молока. При оптимальном их соотношении молоко наиболее устойчиво к высоким температурам.

Важнейшей причиной тепловой неустойчивости молока при переработке является повышение его кислотности вследствие молочнокислого брожения, происходящего в недостаточно охлажденном молоке с высокой бактериальной и механической загрязненностью. Только при условии строгого соблюдения санитарно-ветеринарных правил получения, хранения молока на фермах и во время его транспортирования можно обеспечить сохранность качества молока, его свежесть и термоустойчивость.

Если молоко перед стерилизацией подлежит длительному хранению (более 4 ч), то для сохранения термоустойчивости его рекомендуется пастеризовать при температуре 74—76 °С с последующим охлаждением и хранением при температуре 4—6 °С.

Кислотность молока после пастеризации и охлаждения снижается на 1—1,5 °Т, в то время как кислотность сырого охлажденного молока при хранении повышается на 1—1,5 °Т и более.

Для восстановления солевого равновесия молока при производстве стерилизованных продуктов в него добавляют соли-стабилизаторы, в качестве которых используют фосфаты или цитраты натрия или калия.

Контроль термоустойчивости молока проводят при поступлении его на предприятие и затем — после нормализации перед направлением на стерилизацию. Термоустойчивость определяют с помощью алкогольной, тепловой, кальциевой и фосфатной проб.

Молоко считают пригодным для стерилизации, если оно не свертывается по алкогольной пробе при концентрации спирта 75 % и выше; по тепловой пробе — при нагревании до 130 °С в течение 30—60 мин; по кальциевой пробе — при добавлении в него (10 см³) 1%-ного раствора хлорида кальция (до 0,5 см³); по фосфатной пробе — при добавлении в него (10 см³) дигидрофосфата калия (до 1 см³) и кипячении на водяной бане в течение 5 мин.

Способы и режимы стерилизации молочного сыря

В зависимости от температуры и времени выдержки различают три температурных режима стерилизации молока: длительный, кратковременный и мгновенный.

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

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

Мгновенная стерилизация предусматривает нагрев до температуры 143-150 °С в течение 0,3-4,0 с. Использование высокотемпературного нагрева дало этому способу второе название - ультравысокотемпературная обработка (УВТ-обработка).

В молочной промышленности молочное сырье стерилизуют по двум принципиальным схемам:

одноступенчатая с асептическим розливом — косвенная или прямая стерилизация молочного сыря при температуре 135—150°С в течение нескольких секунд с последующим фасованием в асептических условиях в стерильную тару;

двухступенчатая — предварительная стерилизация молочного сыря в потоке при температуре 130—150 °С в течение нескольких секунд, а затем вторичная стерилизация после розлива молока или молочных продуктов в упаковку и ее герметичной укупорки при температуре 115—120 °С в течение 15—20 мин. Вторая стерилизация в данной схеме предусматривает стеклянную или жестяную упаковку, способную выдерживать высокотемпературный нагрев.

В зависимости от особенностей производства и фасования готового продукта молочное сырье стерилизуют периодическим и непрерывным способами.

Стерилизацию периодическим способом проводят, помещая продукт в упаковке (стеклянных или пластмассовых бутылках) в автоклав и создавая в нем разрежение 0,08 МПа, что соответствует температуре 121 °С. При этой температуре продукт выдерживается 15—30 мин. Затем температуру снижают до 20 °С. На стерилизацию молоко поступает нормализованным, гомогенизированным, прошедшим предварительный нагрев.

Стерилизация непрерывным способом в упаковке осуществляется в гидростатических башенных стерилизаторах. Фасованный в бутылки продукт подается в первую башню стерилизатора, где нагревается до (86 + 1) °С. Во второй башне продукт в бутылках нагревается до температуры 115—125 °С и выдерживается в зависимости от объема бутылки 20— 30 мин. В третьей башне

стерилизатора бутылки охлаждаются до температуры $(65 \pm 5) ^\circ\text{C}$, в четвертой — до $(40 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Дальнейшее охлаждение идет в камере хранения продукта. Весь цикл обработки в башенном стерилизаторе составляет приблизительно 1 ч. Такое молоко хранится при температуре 1—20 °С не более 2 мес со времени выработки.

Для более длительного хранения молока и молочных продуктов применяют ультравысокотемпературную обработку молочного сырья в потоке (УВТ-обработка), проводимую при температурах 135—145 °С с выдержкой 2—4 с обязательным проведением технологического процесса после стерилизации и фасовки в асептических условиях.

УВТ-обработка молока обеспечивает уничтожение в нем бактерий и их спор, инактивацию ферментов при минимальном изменении его вкуса, цвета и пищевой ценности. Требуемые для этого температура и продолжительность нагревания находятся в зависимости от количества и вида спорообразующей микрофлоры в исходном сырье.

УВТ-обработку молочного сырья в потоке с асептическим розливом проводят с использованием двух способов нагрева:

прямого (пароконтактного) нагрева впрыскиванием (инжекцией) пара в молоко либо подачей молока в среду пара

косвенного (непрямого) нагрева молока через теплопередающую поверхность.

Прямой нагрев молочного сырья эффективен в случае необходимости моментального его нагрева до температур стерилизации. Молоко мгновенно нагревается до температуры 140—145 °С и поступает в выдерживатель на 1—3 с. При этом воздействие на молочное сырье минимальное вследствие мгновенных нагрева и охлаждения.

К недостаткам такого способа можно отнести то, что в системах прямого воздействия продукт вступает в прямое соприкосновение с нагревающей средой. Этот факт заставляет предъявлять более высокие требования к сырью и пару, который применяют для нагрева. Молочное сырье должно обладать высокой термоустойчивостью, а пар должен подвергаться особой очистке, чтобы не быть источником загрязнения стерилизованного молока. Кроме того, в результате прямого нагрева молочное сырье имеет повышенную влажность из-за попадания в него конденсата, в который превращается пар при соприкосновении с более холодным молоком. Конденсат удаляется из молока в вакуум-камере, куда поступает стерилизованное молоко из выдерживателя. В вакуум-камере поддерживается разрежение 0,04 МПа, при котором молоко кипит при температуре около 80 °С. Конденсат, попавший в молоко в камере стерилизации, удаляется вместе с паром из молока при кипении.

При косвенном способе, нагрев молочного сырья осуществляется от нагревающей среды через теплопередающую поверхность в теплообменных установках. Наиболее распространенными в молочной промышленности установками, предназначенными для стерилизации молочного сырья и охлаждения стерилизованного продукта, являются пластинчатые и трубчатые теплообменные установки.

Пластинчатый теплообменник состоит из набора (пакета) пластин из нержавеющей стали, стянутых в одну конструкцию. Такая конструкция может состоять из нескольких пакетов пластин, составляющих отдельные секции, в которых осуществляются различные этапы обработки молока и молочных продуктов. Например, секция для первичного нагрева до температуры 75—80 °С, секция для основного нагрева до температуры стерилизации (137 ± 1) °С и секция охлаждения до температуры 4 — 20 °С. Нагревающей средой в этих теплообменниках является горячая вода, а охлаждающей — холодная (ледяная) вода или пропиленгликоль в зависимости от конечной температуры продукта на выходе.

Примером пластинчатой стерилизационной установки может служить установка шведской фирмы Tetra-Pak.

Температура воды, предназначенной для стерилизации, должна быть 157°С. Это достигается за счет впрыскивания пара в воду при прохождении ее через паровой инжектор. В стерилизаторе горячая вода отдает теплоту молоку, и ее температура падает до 75 °С.

Трубчатые теплообменники бывают многоканальные и одноканальные, многотрубные и однотрубные. В молочной промышленности наибольшее применение нашли последние.

Многотрубный теплообменник работает по классической схеме трубы в кожухе, когда жидкий продукт течет по параллельным трубам, а нагревающая или охлаждающая жидкости — между ними и вокруг них.

Стерилизация трубчатой стерилизационной установки осуществляется горячей водой температурой 137—140 °С, циркулирующей под давлением в течение 30 мин.

Температуру контролируют датчики температуры, один из которых находится в трубе для выдержки. В асептической части стерилизация осуществляется при этих же температурах. В случае падения температуры в асептическом резервуаре таймер автоматически возвращается в исходное положение и процесс запускается повторно, когда заданная величина достигается.

После стерилизации продукт поступает либо в асептический резервуар, либо в асептический упаковочный автомат.

Стерилизованные молочные продукты, полученные одноступенчатым способом с асептическим проведением процесса после стерилизации, имеют большой срок хранения, но это не значит, что они совсем не содержат микроорганизмов. В силу разных причин могут остаться даже споры мезофильных бактерий.

В отечественной молочной промышленности качество готового стерилизованного продукта определяют на соответствие требованиям промышленной стерильности. Промышленно стерильным является продукт, определяемый как не содержащий микроорганизмы, рост которых происходит при широко распространенных условиях. Для определения продукта на соответствие требованиям промышленной стерильности отобранные упаковки со

стерилизованным молоком выдерживают в течение 3 сут при температуре 37 °С, а со стерилизованными сливками — в течение 5 сут при температуре 55 °С. После этого проводят визуальный осмотр упаковки. При вздутии упаковки продукт считают не отвечающим требованиям промышленной стерильности. Упаковку без внешних признаков порчи продукта вскрывают и проводят органолептический анализ. Продукт отвечает требованиям промышленной стерильности, если не установлено изменений консистенции и вкуса.

6. Факторы, влияющие на эффективность стерилизации

Эффективность стерилизации зависит от температуры нагревания и времени ее воздействия на молочное сырье. Количество спор, уничтожаемых в процессе стерилизации, существенно зависит от скорости и глубины передачи теплоты.

Для того чтобы уничтожить максимальное количество спор, необходима такая выдержка, при которой вся жидкость будет нагрета до температуры стерилизации. При косвенном нагреве слой жидкости, граничащий со стенкой, через которую проникает тепловой поток, нагревается до температуры стерилизации значительно быстрее, чем центральная часть жидкости.

В результате неравномерного нагрева жидкость в пристенных областях находится под действием температуры более длительное время, чем в центральных.

Ускорить процесс стерилизации можно повышением температуры до 135—140 °С, что сокращает время прогрева молока до 2—4 с. При этом максимальное воздействие будет на микроорганизмы и минимальное на компоненты молока.

Кроме температуры и выдержки при этой температуре эффективность стерилизации зависит от микробиологического загрязнения исходного сырья, в том числе от начального обсеменения спорообразующей микрофлорой.

Контрольной мерой при определении завершения процесса стерилизации является степень подавления спор микроорганизмов. Количество спор, перенесших тепловую обработку (конечная концентрация спор), можно определить с помощью микробиологических анализов.

Психрофильные бактерии способны образовать термоустойчивые ферменты протеазу и липазу, поэтому необходимо проверять сырье на наличие этих бактерий. При их обнаружении молочное сырье использовать для производства стерилизованных молочных продуктов не рекомендуется.

7. Термовакuumная обработка молочного сырья

Свежевыдоенное молоко может содержать 5—7 % воздуха (около 6 % от объема молока). На молочном заводе молоко уже содержит до 10 % воздуха.

Для удаления из молочного сырья газов, посторонних привкусов и запахов проводят термовакuumную обработку. Ее осуществляют в вакуум-камерах, так как при разрежении молочное сырье кипит при температурах ниже 100 °С (70—80 °С). Эта операция необходима при производстве стерилизованных молочных продуктов, пастеризованных сливок и сливочного масла.

Воздух удаляют из молока методом термовакuumной деаэрации или дезодорации. Молочное сырье нагревается до температуры на 1—2 °С (иногда

7—8 °С) выше температуры кипения в вакууме и поступает в вакуум-камеру, где температура мгновенно снижается и молоко закипает. Вместе с паром удаляется воздух и посторонние запахи. Пар проходит через конденсатор, конденсируется и возвращается в молоко, а воздух вместе с газами и запахами отводится из камеры вакуумным насосом.

Если нет на производстве вакуумных деаэраторов или дезодораторов, то для удаления посторонних привкусов и запахов из сливок применяют сепараторы. Сливки смешивают с обезжиренным молоком или водой и подвергают сепарированию. При этом посторонние привкусы и запахи переходят в обезжиренное молоко или воду.

8. *Изменение состава и свойств молочного сырья при тепловой обработке*

Определенные необратимые физико-химические изменения компонентов молока, вызванные нагреванием, приводят к изменениям его вкуса, цвета, запаха, пищевой и биологической ценности. Эти изменения являются нежелательными как с точки зрения ухудшения технологических свойств молока, так и ухудшения его потребительских свойств. Способы и режимы пастеризации и стерилизации должны быть подобраны таким образом, чтобы обеспечить уничтожение микроорганизмов, инактивировать ферменты при минимальном изменении вкуса, цвета, пищевой и биологической ценности молочного сырья.

Наибольшие изменения происходят при определенной температуре нагревания и длительной выдержке молочного сырья — при 65 °С и выдержке 30 мин (пастеризация), при 115—120 °С и выдержке 15—20 мин (стерилизация в упаковке).

Самые сильные изменения во время пастеризации и стерилизации претерпевают сывороточные белки, ферменты и отдельные витамины. Казеин и истинно растворимые компоненты молока изменяются незначительно (табл. 14).

Белки.

В зависимости от условий нагревание ведет к частичной или полной денатурации сывороточных белков, к реакциям между сывороточными белками и фракциями казеина, а также между сывороточными белками и другими компонентами молочного сырья.

Денатурация сывороточных белков при пастеризации и УВТ-обработке приводят к усилению белизны и непрозрачности молока. Этому же способствует разрушение β-каротина и других пигментов.

Например, пастеризация при температуре 63 °С продолжительностью 30 мин вызывает денатурацию 7 % сывороточных белков; в то же время пастеризация при температуре 72—74 °С с выдержкой 15—20 с приводит к денатурации 9 % сывороточных белков. При нагреве молочного сырья до 85 °С денатурирует около 30 % сывороточных белков. Нагревание молока до 95 °С с выдержкой при этой температуре от 5 мин и выше вызывает денатурацию почти 100% сывороточных белков. При стерилизации они денатурируют так же неравномерно: стерилизация в упаковке приводит почти к 100%-ной

денатурации, а УВТ-обработка (135—145 °С с выдержкой 2—4 с) — к денатурации 40—80 % (по другим данным — 60—70 %) сывороточных белков.

Отсюда можно сделать вывод, что на степень денатурации сывороточных белков больше влияет длительность выдержки, чем температура нагревания.

Казеин по сравнению с сывороточными белками более термоустойчив: он выдерживает без коагуляции нагревание до 140 °С в течение 10—20 мин. Несмотря на высокую термостабильность, казеин при нагревании претерпевает физико-химические изменения, влияющие на его технологические свойства и пищевую ценность. При гидролизе 20 % казеина может произойти тепловая коагуляция белков молока.

Молочный сахар. Вследствие распада белков происходят количественные и качественные изменения; свободные аминокислоты активно взаимодействуют с другими компонентами молока, в частности с лактозой. При этом происходит реакция Майяра, или реакция меланоидинообразования.

Стерилизация молочного сырья вызывает не только образование меланоидинов, но и распад лактозы с образованием углекислого газа и кислот — муравьиной, молочной, уксусной и др. При этом кислотность молока увеличивается на 2—3 °Т, что необходимо учитывать при определении возможности его использования при производстве стерилизованного молока.

Липиды. Триглицериды молочного жира в процессе нагревания почти не изменяются, но при длительной выдержке часть их гидролизуется.

Более заметным изменениям при тепловой обработке подвергаются оболочки жировых шариков. Даже при низких температурах пастеризации белки и фосфолипиды переходят с поверхности жировых шариков в плазму молока.

Для повышения устойчивости жировой эмульсии при стерилизации проводят гомогенизацию молочного сырья.

Ферменты. В результате нагревания происходит инактивация ферментов.

Витамины. В процессе пастеризации витамины разрушаются меньше, чем в процессе стерилизации, но и в том и другом случае степень их разрушения зависит больше от продолжительности нагревания, чем от температуры, а также от способа тепловой обработки.

Водорастворимые витамины более подвержены разрушению от нагревания, чем жирорастворимые.

Минеральные вещества. При нагревании молочного сырья нарушается соотношение между растворимым и коллоидным фосфатом кальция.

Часть коллоидного кальция откладывается на поверхности теплового оборудования вместе с денатурированными сывороточными белками, образуя жесткий осадок, называемый «молочным камнем», трудно поддающийся растворению при мойке.

Вопросы для самоконтроля:

1. Термовакuumная обработка молочного сырья
2. Факторы, влияющие на эффективность стерилизации

3. Стерилизация молочного сырья
4. Пастеризация молочного сырья
5. Изменение состава и свойств молочного сырья при тепловой обработке
6. Замораживание молочного сырья
7. Охлаждение молочного сырья
8. Назначение и виды тепловой обработки

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Голубева, Л.В. Производственный учет и отчетность в молочной отрасли / Л.В. Голубева, О.И. Долматова. – СПб.: Гиорд, 2010. – 634 с.:ил
2. Кузнецов, В.В. Справочник технолога молочного производства. Т. 7: Оборудование предприятий молочной промышленности / В.В. Кузнецов. – 2-е изд. – СПб.: Гиорд, 2005. – 542 с.: ил.
3. Оноприйко, А.В. Производство молочных продуктов: практическое пособие для специалистов / А.В. Оноприйко, А.Г. Храмцов, В.А. Оноприйко. – Ростов-на/Д.: Март, 2004. – 384 с.: ил. – (Технологии пищевых производств)
4. Степанова, Л.И. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т.1: Цельномолочные продукты. Производство молока и молочных продуктов (СанПиН 2.3.4.551 -96) / Л.И. Степанова. – 2-е изд. – СПб.: Гиорд, 2004. – 384 с.: ил.
5. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности: Справочник: в 2-х ч. Ч.1 / В.В. Кузнецов. – 2-е изд. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 552 с.: ил.
6. Технология молока и молочных продуктов: учебник / Г.Н. Крूसь и др.; Под ред. А.М. Шалыгиной. – М.: КолосС, 2007. – 445 с.: ил. Кузнецов, В.В.
7. Шалыгина, А.М. Общая технология молока и молочных продуктов / А.М. Шалыгина, Л.В. Калинина. – М.: КолосС, 2006. – 199 с.: ил.

Учебное издание

Приемка и первичная обработка молочного сырья

Учебное пособие

Сидоренко И. В.

Редактор Е.Н. Осипова

Подписано к печати 07.09.2015 г. Формат 60x84 1/16.
Бумага печатная. Усл. п. л. 7,20. Тираж 20 экз. Изд. № 3466.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ
