



## КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

Вуз – Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова

Факультет – технологический

Курс – 3

Специальность – технология молока и молочных продуктов

Дисциплина – **ОБЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МОЛОЧНОЙ ОТРАСЛИ**

Лектор – **МУСУЛЬМАНОВА М.М.**



## Лекция 1. ВВЕДЕНИЕ (2 ч)

Технология как научная дисциплина представляет собой систему знаний о прогрессивных промышленных способах производства материальных ценностей на базе современной техники и о сущности изменений сырья в процессе превращения его в готовый продукт. Технология основывается на достижениях фундаментальных наук, сама она относится к числу прикладных отраслей знания. Для ее успешного изучения необходимо иметь прочный фундамент знаний по ряду дисциплин: химия, микробиология, биохимия и т.д.

Задачей технологии молока и молочных продуктов является прежде всего сохранение всех ценнейших природных качеств молока – сырья биологического происхождения, за время с момента получения его на ферме до поступления в торговлю, а также получение из него высококачественных и биологически полноценных разнообразных продуктов с определенными, заранее заданными свойствами.

Технология любого молочного продукта состоит из ряда отдельных технологических операций, основанных на физических, химических, микробиологических и других способах воздействия на сырье. Например, в цельномолочном производстве (питьевое молоко) преобладают термические процессы (пастеризация, стерилизация, охлаждение), в производстве кисломолочных продуктов и сыров – микробиологические и т.д.

Современная технология молочных продуктов базируется на результатах многолетних трудов ученых всего мира. Луи Пастер предложил способ тепловой обработки, который назван его именем. Исследования Инихова Г.С. и его учеников легли в основу биохимии молока. основополагающие исследования в области микробиологии молока выполнены И.М.Мечниковым, А.С.Королевым и др.; в области процессов и аппаратов – Г.А.Куком, В.Д.Сурковым, Н.Н.Липатовым. Научные основы маслоделия разработаны С.М.Кочергиным, М.М.Казанским, А.П.Белоусовым, А.Д.Грищенко; сыроделия – С.В.Паращуком, А.Н.Королевым, Д.А.Граниковым, З.Х.Диланяном; производства молочных консервов – М.С.Коваленко, В.В.Страховым и др.

Создание молочной промышленности как самостоятельной отрасли народного хозяйства началось в годы первых пятилеток. До революции в России было в основном развито только маслоделие, позднее – сыроделие. В 1913 году только Сибирь вывозила за рубеж около 4,5 млн. пудов высококачественного масла, вырабатываемого на артельных маслозаводах.

В настоящее время молочная промышленность благодаря автоматизированным линиям, высокопроизводительным машинам и аппаратам превратилась в мощную высокоразвитую отрасль народного хозяйства и является одной из ведущих в пищевой промышленности страны. По валовому производству молока, кисломолочных продуктов и масла СССР занимал 1 место в мире.

Молочная промышленность имеет следующие основные отрасли: *цельномолочную, сыродельную, маслодельную и молочно-консервную.*

Цельномолочная отрасль обеспечивает население повседневными продуктами питания: различными видами пастеризованного и стерилизованного молока и сливок, диетических кисломолочных напитков, творога и творожных изделий, сметаны, до 100 наименований мороженого. Постоянно увеличивается производство сыра (по количеству б.СССР занимал 2-ое место после США). В сравнении с 1913 годом его производство увеличилось более чем в 100 раз. Увеличился ассортимент сыров натуральных и плавленых.



Значительные изменения произошли и в маслодельной отрасли. Советскими специалистами разработан более прогрессивный способ получения сливочного масла – способ преобразования высокожирных сливок.

За годы Советской власти в стране создана молочно-консервная отрасль, оснащенная сейчас высокопроизводительным оборудованием, выпускающая широкий ассортимент продукции.

## **Лекция 2. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (2 ч)**

1. *Глобализация* (интернационализация). Национальные и региональные границы мешают распространению идей, потокам капитальных вложений, расширению услуг. Поэтому эти границы будут разрушены, что приведет к созданию крупных предприятий с большим доступом к ресурсам, знаниям, услугам.

2. *Изменение потребительских рынков*. Демографическая ситуация приведет к старению населения в странах Северной Америки, Европы и Японии и его омоложению в странах Латинской Америки и Юго-Восточной Азии. Продолжительность жизни в среднем увеличится, а разница в уровне жизни бедных и богатых слоев станет еще более значительной.

3. *Повышение требований со стороны покупателей*. Расширение доступа к информации о продуктах, которую представители розничной торговли поддерживают в электронной сети, затруднит процесс принятия решения потребителя о покупке. Поставщики продуктов вынуждены будут давать больше информации о качестве, безопасности, питательной ценности, чем обычно указано на этикетках. В качестве факторов, влияющих на выбор того или иного продукта представителей богатых слоев населения, являются функциональность, натуральность, свежесть, полезность для здоровья, мода, пищевая безопасность, особые религиозные и культурные потребности. Менее зажиточные люди подчеркивают необходимость достаточно большого количества надежных продуктов, которые являются основным источником питания, при этом они должны быть полностью безопасными.

4. *Значительные изменения в социальных моделях*. Недостаток времени не дает возможности многим людям готовить еду дома, поэтому необходимо разрабатывать продукты, подходящие для розничной торговли и ресторанов.

5. *Расширение сервиса розничной торговли, замена супермаркетов системой доставки продуктов на дом по заказам от домашних компьютеров*. В этом случае решающими условиями успеха станут фирменная марка и способ презентации продукта. Изменится реклама, так как расширение сети телевизионных каналов произойдет независимо от способности рекламодателей достичь своей аудитории.

6. *Большой доступ к информации*. Расширение сети «Интернет» и доступности к электронной базе данных даст возможность потребителю получать более полные и обобщенные знания. Сократится время поступления на рынок новых продуктов и в то же время уменьшится срок их «жизни».

7. *Повышение требований к защите окружающей среды*. Возможно, в некоторых регионах отрасли промышленности, занимающиеся переработкой продуктов животноводства, придут в упадок. Потребуется создание материалов, не причиняющих вреда окружающей среде. Примером может служить разработка привлекательных, функциональных, но легко уничтожаемых упаковок. Больше внимания будет уделяться биобезопасности, так как производственные мощности станут крупнее, а политика международных границ утратит свое значение.



В настоящее время существует и все больше распространяется дисциплина «Исследование будущего», которая предлагает глубокий анализ влияния будущей ситуации на технологию международной молочной промышленности. Уже сейчас известны некоторые тенденции изменения продуктов, биотехнологии и технологии переработки. Эти тенденции таковы:

- комплексная переработка молока и рациональное его использование путем переработки обезжиренного молока, пахты и сыворотки на пищевые продукты. В результате душевое потребление молока и молочных продуктов должно возрасти.

- концентрация и интернационализация производства: за последние 15-25 лет количество заводов во многих странах уменьшилось в 5-10 раз (в Австрии всего 2 завода), появились заводы-гиганты, перерабатывающие по 1000 и 3000 тонн молока в сутки. Все большую роль в будущем будут играть очень крупные предприятия, перерабатывающие по 3-5 тыс. тонн молока в смену. Созданию таких сверхмощных предприятий будет способствовать широкое внедрение мембранных процессов концентрирования молока, высокопроизводительных аппаратов и линий. Применение роботов, электроники, полная автоматизация позволят уменьшить число обслуживающего персонала.

- залог прогресса молочной промышленности в высоком качестве сырья. В начале XXI века предполагается, что такие дефекты качества, как высокая микробиологическая загрязненность, наличие механических примесей, будут искоренены. Сложнее решить проблему ликвидации соматических клеток, антибиотиков, тяжелых металлов, афлатоксинов, ядохимикатов сельского хозяйства.

-одно из направлений развития молочной промышленности в будущем – совершенствование и существенное расширение традиционного ассортимента продукции. Так, уже сейчас в США и ФРГ каждый год появляется около 900 новых изделий, в Великобритании – около 600. Произойдут изменения в ассортименте: останется в рационе творог и сливочное масло, увеличится ассортимент сыров, более разнообразится ассортимент кисломолочных продуктов – общепризнанных напитков здоровья.

В мире наблюдается тенденция к расширению ассортимента молочных продуктов с пониженным содержанием жира, а также обогащенных белком, растительными жирами, плодово-ягодными и овощными наполнителями, витаминами. Разрабатываются молочные продукты с скорректированным составом лечебно диетического характера для лиц, страдающих различными заболеваниями и непереносимостью отдельных компонентов молока.

В странах Западной Европы получило развитие производство питьевого молока с длительным сроком хранения (30 дней – 6 месяцев и более) преимущественно УВТ-обработки с асептическим разливом.

## **Мировые тенденции построения ассортиментной политики**

Базовые аспекты построения ассортиментной политики предприятий, осуществляющих переработку молока, являются отражением современных воззрений на узловые направления развития отрасли:

1. *Производство натуральной экологически чистой продукции*: отсутствие консервантов, искусственных добавок, заменителей коровьего молока; выпуск дорогостоящей органической продукции.

2. *Расширение ассортимента продуктов с естественными и искусственными наполнителями*: использование плодово-ягодных и ароматических добавок (вкус),



красителей (цвет), загустителей и стабилизаторов (консистенция); использование традиционных ингредиентов.

3. *Выпуск продукции, сбалансированной по составу и содержанию отдельных компонентов*: моделирование состава продукта исходя из физиологических особенностей функционирования организма; расширение ассортимента продукции с повышенным содержанием белка; замена сахара исключительно подсластителями; массовое производство низколактозной продукции.

4. *Внесение в продукцию биологически и физиологически активных веществ с целью повышения защитных свойств*: применение бифидо- и ацидофильных бактерий в составе закваски; внесение ферментов, минеральных веществ, витаминов.

5. *Производство свежих кисломолочных продуктов, напитков, десертов*: обновление ассортимента йогурта; выпуск продуктов с «живыми» биокультурами, без консервантов и жесткой термической обработки.

6. *Изменение калорийности продукции*: замена молочного жира растительными; выпуск обезжиренной и низкожирной продукции; выпуск полножирных молочных продуктов для людей, не признающих диеты.

7. *Максимальное использование вторичного молочного белково-углеводного сырья (МБУС)*: широкое применение МБУС в рецептурах традиционной молочной продукции; расширение ассортимента напитков из пахты и сыворотки; выпуск комбинированных и модифицированных продуктов с немолочными компонентами.

8. *Выпуск лечебно-профилактической продукции*: для спортсменов и людей, ведущих здоровый образ жизни; для энтерального и парентерального питания (в т.ч. с использованием генной инженерии).

9. *Широкое применение новейших разработок в области расфасовки и упаковки готовой продукции*.

### **Техническая оснащенность**

Технический уровень используемого в молочной промышленности страны технологического оборудования значительно отстает от зарубежного. Многие виды оборудования выпускаются 15-20 лет без значительных усовершенствований. Среди новых и интенсивно развиваемых процессов заслуживают внимания мембранные (обратный осмос, ультрафильтрация, электродиализ). С успехом используют эти процессы при переработке молока, сыворотки, обезжиренного молока. В будущем мембранную технологию будут использовать для бестермической пастеризации и стерилизации молока и молочных продуктов. Через 20-50 лет роль сепараторов и сушилок не будет такой первостепенной, т.к. их заменят мембранные установки.

К 2000 году в молочной промышленности будут широко внедрены процессы импульсной технологии (импульсно-вибрационные аппараты), ультразвук, лазерная техника, технология сверхвысокого давления (100-800 МПа) – как альтернатива термообработке.

### **Лекция 3, 4. ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА МОЛОКА (4 ч)**

Термин «первичная обработка» подчеркивает, что первую обработку молока проводят в хозяйстве сразу после выдаивания. Первичная обработка свежесвыдоенного молока проводится в специально оборудованном помещении и состоит из следующих процессов: очистка от механических примесей; охлаждение; пастеризация (в некоторых случаях).



## Очистка от механических примесей

При доении даже при строгом соблюдении санитарии и гигиены в молоко могут попасть механические примеси: частицы корма, навоза, шерсть животного, пыль, эпителий, слизь. Поэтому сразу после дойки, пока молоко теплое и, следовательно, менее вязкое, его очищают фильтрованием или центробежно.

*Фильтрование* является наиболее простым способом очистки молока. В качестве фильтрующей ткани используются марля (наименее пригодна), бязь, миткаль, фланель, вата, лавсан, капрон. Полную очистку молока гарантируют только нетканые фильтры. Лавсановая ткань прочна, легко стирается, а фильтрация молока идет в 4,5...5 раз быстрее, чем через ватные фильтры: 1 м<sup>2</sup> лавсана заменяет 35...40 м<sup>2</sup> марли.

При ручном доении молоко фильтруют при переливании из доильного ведра во фляги или танки-охладители. Для удобства фильтры закрепляют в цедилку с плоской или конусообразной решеткой. После процеживания каждые 40 л молока (1 фляга) фильтр меняют, иначе растворимые частицы грязи будут размываться последующими порциями молока и проникать в емкость.

При машинном доении молоко фильтруют автоматически непосредственно при доении, для чего в линии молокопровода устанавливают сдвоенные фильтры, которые работают попеременно. После выдаивания около 200 коров фильтры из плотных нетканых материалов и бязи, гарантирующих полную очистку молока, меняют, т.к. они засоряются и нарушают вакуумный режим доения (стаканы спадают с сосков вымени).

Фильтры из синтетических тканей (лавсан, капрон) недостаточно эффективны из-за большого размера отверстий в ткани. Наилучший фильтрующий эффект обеспечивают 2 слоя фланели, фланель с фильтровальной ватой и 2 слоя фильтровальной ваты.

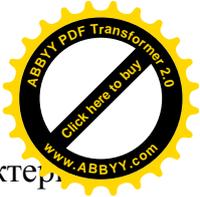
После окончания фильтрования ватные фильтры уничтожают, а фильтры из тканей промывают, дезинфицируют или стирают в моюще-дезинфицирующем растворе.

Наиболее совершенный способ очистки молока от механических примесей – центробежный с использованием сепараторов-молокоочистителей. Этот способ стал использоваться и на прифермерских молочных. Если нет сепаратора-молокоочистителя, можно использовать сепаратор-сливкоотделитель, тогда рожки сливок и обезжиренного молока направляют в одну емкость. Под действием центробежной силы из молока удаляются не только механические примеси, но и слизь, сгустки молока, эпителий, форменные элементы крови, часть бактерий. Все эти загрязнения отбрасываются к периферии барабана сепаратора, образуя сепараторную слизь. Молоко после такой очистки оценивается 1 группой чистоты. Продолжительность работы очистителя не должна превышать 2 ч.

Следует помнить, что центробежную очистку необходимо проводить в стадии бактерицидной фазы молока, т.е. не позднее, чем через 2 ч после выдаивания, иначе нет положительного эффекта в повышении качества молока.

## Охлаждение

Свежевыдоенное молоко, полученное от здоровых коров, содержит вещества, обладающие способностью задерживать рост бактерий: антитела (антитоксины, агглютинины, бактериолизины, преципитины), иммуноглобулины, лизоцимы, лактенины и др. Период, в течение которого не происходит увеличение числа микробов или даже



часть их погибает под действием противомикробных веществ, называется бактерицидной или бактериостатической фазой. В этот период молоко сохраняет в максимальной степени свои первоначальные свойства.

Бактерицидные свойства молока сохраняются тем дольше, чем **а)** быстрее охлаждается молоко после дойки, **б)** чем ниже температура и **в)** чем меньше микробов в молоке (при высокой микробной обсемененности даже глубокое охлаждение не гарантирует сохранность молока).

Длительность бактерицидной фазы в зависимости от температуры приведена в табл.

|                                 |    |    |    |    |    |    |
|---------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| $t_{\text{хр}}, ^\circ\text{C}$ | 37 | 30 | 25 | 10 | 5  | 0  |
| $\tau_{\text{фазы}}, \text{ч}$  | 2  | 3  | 6  | 24 | 36 | 48 |

При нагревании молока до  $70^\circ\text{C}$  и выше бактерицидные вещества, большинство которых имеет белковую природу, разрушается. Поэтому свежее качественное молоко не подвергают пастеризации на ферме.

В соответствии с требованиями стандарта молоко должно быть охлаждено сразу после доения до температуры не выше  $10^\circ\text{C}$ . Лучше всего свежесцеженное молоко в летних условиях охладить до  $2...3^\circ\text{C}$ , зимой – до  $8^\circ\text{C}$ . При таком глубоком охлаждении его можно хранить длительно (2...3 суток). Обычно молоко охлаждают до температуры не более  $10^\circ\text{C}$  и хранят не более 20 ч.

При длительном хранении на ферме происходят нежелательные изменения почти всех компонентов молока, в особенности жира и белка, а это сопровождается ухудшением органолептических и технологических качеств молока. Чаще всего в этом виновны психрофилы.

Для охлаждения свежесцеженного молока на молочных фермах используют механизированные охладители различных конструкций, а также специальные резервуары. При отсутствии специального оборудования используют свежую проточную воду, лед.

В настоящее время охладители молока входят в комплект оборудования большинства доильных установок. Наиболее распространены пластинчатые охладители, где в качестве хладоносителя используются ледяная вода ( $3^\circ\text{C}$ ) и рассол ( $-2^\circ\text{C}$ ), водопроводная вода ( $7^\circ\text{C}$ ).

Широкое распространение на фермах получили резервуары для охлаждения молока. Они работают эффективно только при предварительном охлаждении молока на пластинчатом охладителе. Применяемые самостоятельно резервуары не дают нужного эффекта, т.к. охлаждение с  $36^\circ\text{C}$  до  $10^\circ\text{C}$  идет очень медленно (около 6 ч) и микробы успевают размножиться (общее число бактерий за это время увеличивается в 4 раза).

Охлажденное молоко желательно сразу же отправить на молокоперерабатывающее предприятие. Если его необходимо хранить, то используют резервуары:

- ♦ открытые резервуары – охладители;
- ♦ закрытые резервуары – термосы.

Первый вид резервуаров используют для охлаждения и хранения молока и, как указывалось выше, из-за длительности процесса охлаждения происходит интенсивный рост микроорганизмов и молоко из I сорта переходит во II или несортное, повышается кислотность на  $1...3^\circ\text{T}$ , ухудшаются органолептические свойства молока. Это последнее обстоятельство связано с тем, что прифермские молочные обычно не



изолированы от коровников, поэтому молоко в открытой емкости легко адсорбирует запахи скотного двора. Кроме того в молоко легко попадает пыль и другие частицы, содержащие микроорганизмы. При охлаждении в таких резервуарах используется перемешивание мешалкой, что может активизировать липолиз.

Лучше хранить молоко в резервуарах-термосах – цилиндрических сосудах, покрытых термоизоляционным материалом и заключенных в защитный стальной кожух. За 20 ч хранения в таком резервуаре температура молока повышается только на 1...2°C, кроме того молоко защищено от попадания механических примесей и посторонних запахов.

### **Пастеризация**

Пастеризация – это нагревание молока от 63°C до температуры несколько ниже точки кипения. Цель пастеризации – уничтожение микробов, особенно патогенных, которые попадают в молоко при доении. На ферме молоко пастеризуют только в том случае, если это хозяйство неблагополучно по инфекционным заболеваниям (бруцеллез, туберкулез). Это молоко должно иметь разрешение на использование в пищу ветеринарным законодательством. Тепловой обработке такое молоко подвергают сразу после дойки (температура 70°C, выдержка 30 мин, или 90°C, без выдержки) и охлаждают до 10°C; его нельзя смешивать с сырым молоком. Качество молока, подвергнутого термической обработке в хозяйстве, должно отвечать требованиям стандарта КМС 816:2001 «Молоко коровье. Требования при закупках» к несортному молоку; кислотность 16-20°Т, 2 гр. чистоты, плотность 1027 кг/м<sup>3</sup>, общая бактериальная обсемененность  $3 \cdot 10^5$  КОЕ/г, фосфатаза отсутствует.

### **Транспортировка молока**

Транспортировку молока осуществляют большей частью в цистернах, которые летом заполняют доверху, а зимой – до горловины, во избежание подсыхания жира, а затем пломбируют. Возможна транспортировка во флягах из нержавеющей стали и из алюминия объемом 38 л (сейчас используют ограниченно). Перевозить молоко желательно в прохладное время суток – утром и вечером. Не допускается одновременная перевозка резко пахнущих веществ (бензин, керосин, ядохимикаты и др.).

Цистерны имеют много преимуществ в сравнении с флягами:

- а) устроены по принципу термоса, поэтому за 10 ч транспортировки температура продукта изменяется лишь на  $\pm 1,5^\circ\text{C}$  в зависимости от времени года;
- б) снабжены герметически закрывающимися люками;
- в) в некоторых случаях внутри цистерны монтируется системы охлаждения;
- г) можно перевозить большие количества продукта – 0,9...22 м<sup>3</sup>;
- д) значительно снижаются потери сырья (в 11 раз);
- е) исключается ручной труд.

Больше распространены автоцистерны, но можно перевозить и железнодорожными цистернами или водным транспортом (специальные катера).

Эффективным способом доставки молока из хозяйств непосредственно на завод является использование подземных полиэтиленовых молокопроводов, в которых молоко движется самотеком (если есть перепад высот) или принудительно и одновременно охлаждается. Первый в мире молокопровод длиной 14850 м проложен по дну моря, он соединяет голландский остров с ближайшим датским берегом; ежедневно перекачивается 30 тыс. л молока. Этот способ сокращает транспортные расходы, затраты на труд, оборудование и тару, улучшаются санитарные показатели молока (количество микроорганизмов увеличивается за время транспортировки в 1,5 раза, а



при перевозке во флягах – в 5-10 раз); молоко в почве охлаждается. В целом затраты на охлаждение и транспортировку сокращаются в 3...4 раза.

Подземные молокопроводы прокладывают на глубине ниже точки промерзания грунта. Полиэтиленовые трубы обладают высокой химической стойкостью к моюще-дезинфицирующим средствам, коррозио- и морозоустойчивы. Скорость движения молока не выше 1,5 м/с, иначе произойдет подсыживание жира из-за турбулизации. По трубопроводу с молочного завода можно на ферму возвратить обезжиренное молоко и сыворотку.

## **Лекция 5. ПОРОКИ МОЛОКА И ФАКТОРЫ, ИХ ВЫЗЫВАЮЩИЕ (2 ч)**

Пороки молока разнообразны и делятся на:

- ♦ пороки цвета;
- ♦ пороки консистенции;
- ♦ пороки запаха и вкуса;
- ♦ пороки технологических свойств.

Факторы, вызывающие эти пороки, различны: физиологическое состояние коров; заболевания организма в целом или только молочной железы; несоблюдение условий содержания и кормления скота; неудовлетворительное санитарно-гигиеническое состояние скотного двора; состояние и вид пастбищ; определенный вид кормов, использование недоброкачественных кормов; попадание в молоко лекарственных препаратов; нарушение первичной обработки и транспортировки молока и др.

### **Пороки цвета.**

Изменения цвета могут обнаруживаться в свежесвыдоенном молоке и через некоторое время после дойки. В первом случае причиной является скармливание некоторых видов кормов; наличие лекарственных препаратов и отдельные заболевания коров. Во втором случае изменения имеют микробиологическое происхождение.

**Излишне желтый оттенок** появляется в молоке коров после отела (до 7 дней) – молозиве; при поедании моркови, кукурузы, календулы, шафрана и т.д.; при наличии в молоке тетрациклина; заболевании коровы ящуром, сибирской язвой, желтухой, гнойным маститом, лептоспирозом и др.; при высокой массовой доле жира (например, коровы джейсерской породы); при развитии пигментообразующей микрофлоры.

**Голубовато-синеватый оттенок** возникает при поедании марьяника, болотно-го хвоща, гречихи, люцерны, вики и др.; заболевании маститом, туберкулезом молочной железы; хранении молока в цинковой или оцинкованной посуде; фальсификации молока водой; подсыживанию сливок; развитию пигментообразующих микроорганизмов.

**Розовато-красноватый оттенок** возникает при поедании кормовой капусты, молочая, осоки, камыша, моркови, красной свеклы и др.; отравлении коровы; пироплазмозе; наличии крови; развитию чудесной палочки.

### **Пороки консистенции**

Возникают при использовании недоброкачественных кормов, при некоторых заболеваниях коров, при изменении их физиологического состояния.

**Вязкое** (тягучее, густое, слизистое) молоко дают коровы после отела (до 7 дней) – молозиво и перед запуском на сухостой – стародойное молоко. Причиной также является скармливание гнилого и плесневелого корма, заболевание ящуром,



сибирской язвой, маститом, желтухой; расстройство пищеварения; размножение синеозеобразующей микрофлоры.

«**Пенящееся**» **молоко** дают коровы в конце лактации и стельности; при скармливании в избытке картофеля; при расстройствах пищеварения и мастите; при замораживании молока.

«**Бродящее**» **молоко** является следствием скармливания недоброкачественного силоса, свекольной ботвы; при расстройствах пищеварения; развитии газообразующей микрофлоры (*E.coli*).

«Пенящееся» и «бродящее» молоко часто бывает горьким, с мыльным привкусом, быстро свертывается при легком нагреве. «Пенящееся» молоко непригодно для выработки масла.

«**Песочное**» **молоко** получается при поедании кормов, обедненных кальцием; при заболевании протоков молочной железы, нарушении обмена веществ; при недодаивании коров.

**Водянистое молоко** дают коровы, которым скармливался замороженный гнилой картофель, свекольная ботва, жом, капуста и др.; при заболевании хроническим маститом, туберкулезом молочной железы, расстройстве пищеварения; при фальсификации водой, неправильном оттаивании замороженного молока.

### Пороки запаха и вкуса.

Наиболее распространены пороки кормового происхождения. Причина: 1) адсорбирование молоком запаха кормов (например, недоброкачественные силосованные корма дают силосный запах и вкус); 2) поедание коровами растений, содержащих много эфирных масел (дикий лук, дикий чеснок, полынь, дикая ромашка, щавель, редиска, репа, капуста и др.). Кормовые привкусы отчетливее выражены в теплом молоке (больше летучесть ароматических веществ), поэтому многие пороки можно устранить аэрацией теплого молока или его вакуумированием.

**Горький вкус**, который сосредоточен в белковой части молока, придает полынь; горечь появляется и при скармливании в большом количестве бобовых (горох, бобы, люпин, содержащий алкалоиды); при заболевании животного маститом; в молозиве и стародойном молоке; при хранении молока в ржавой посуде; а также при развитии в молоке гнилостной и споровой микрофлоры, образующей горькие пептоны.

**Солёный вкус** возможен в молоке маститных коров, при туберкулезе молочной железы; в молозиве, в стародойном молоке.

**Окисленный вкус** возникает при окислении ПНЖК (линолевая, линоленовая) до непредельных альдегидов. В начале лактации молоко больше подвержено окислению и оно усиливается при наличии меди, железа. Устойчивость к окислению повышается при наличии в молоке каротина и витамина А, при высокотемпературном нагреве молока, когда образуются SH-группы, обладающие антиоксидантными свойствами.

**Кислый вкус** обусловлен развитием в молоке молочнокислых бактерий – лактобактерий, а также присутствием масляной кислоты.

**Мыльный вкус** появляется при хранении неохлажденного молока в закрытых флягах.

**Салистый, олеистый** привкусы возникают при выдержке молока на солнечном свете из-за образования оксикислот из ненасыщенных жирных кислот, а также из-за образования насыщенных кислот при наличии атомарного кислорода.



**Металлический привкус** – признак начальной стадии осаливания молочного жира, когда окисляются НЖК (особенно в присутствии меди) при повышенной температуре и рН 6,6-6,7.

**Селедочный и рыбный** привкусы обусловлены образованием из лецитина триметиламина, сообщающего такие привкусы молоку.

**Прогорклый или липолизный** вкус молока возникает при гидролизе молочного жира липазами до моно- и диглицеридов. Процесс усиливается при воздействии на молоко прямых солнечных или ультрафиолетовых лучей. Липаза продуцируется флуоресцирующими бактериями, а также психрофилами при длительном хранении молока при низких температурах. Вначале возникает солодовый вкус или вкус кокосового ореха, а затем липолизный.

**Солнечный вкус** – сладковатый, напоминающий вкус репы или капусты, возникает при окислении метионина до метионала под действием света в присутствии кислорода, рибофлавина, витамина С, меди.

**Коровий запах** имеет молоко, полученное от животных, страдающих кетозами или ацетанемией.

**Навозный, гнилостный, затхлый** запах – итог развития нежелательной микрофлоры, особенно БГКП и анаэробов.

**Запах нефтепродуктов и химикатов** молоко приобретает при нарушении правил получения, обработки и транспортировки, когда эти операции осуществляются в присутствии нефтепродуктов (бензин, керосин) и химикатов.

### **Пороки технологических свойств**

**Преждевременное скисание** наблюдается в конце сухостойного периода, при скармливании кислого и гнилого корма, при мастите, сильном перегреве тела коровы, перед грозой; микробиологические причины.

«Сладкое» **свертывание** вызывают некоторые виды трав, мастит, перед грозой; развитие микрофлоры, продуцирующей фермент – аналог сычужного.

**Нескисание** – мята полевая; ингибирование лактобактерий; развитие протеолитической микрофлоры.

## **Лекция 6, 7. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЗАГОТОВЛЯЕМОМУ МОЛОКУ (4 ч)**

Поступающее на предприятия молоко должно соответствовать целому ряду требований, обеспечивающих получение из него доброкачественных в пищевом и санитарном отношении молочных продуктов.

В большинстве стран с развитым молочным животноводством гигиенические показатели отражаются в требованиях стандартов на качество молока при приемке-сдаче и соответственно учитываются в оплате. У нас в республике также разработан стандарт на заготавливаемое молоко и введен в действие 7 мая 2001 г.

Молоко, принимаемое от хозяйствующих субъектов различных форм собственности и частных лиц, должно отвечать требованиям КМС 816:2001 «Молоко коровье. Требования при закупках». Оно должно быть цельное, свежее, натуральное, получено от здоровых коров в соответствии с требованиями ветеринарного законодательства, с соблюдением соответствующих ветеринарно-санитарных правил, в хозяйствах, благополучных по инфекционным заболеваниям. Молоко должно быть профильтровано и охлаждено в хозяйстве не позднее чем через 2 ч после дойки.



Молоко, полученное в хозяйствах, неблагополучных по заболеванию скота (туберкулез, бруцеллез и др.), называется *несортovým*, оно должно по качеству соответствовать требованиям настоящего стандарта; его приемка и первичная обработка производятся по особым правилам. Такое молоко должно быть подвергнуто термической обработке в хозяйстве сразу после доения и затем охлаждено до температуры не более 10°C. Доставляется на предприятия в отдельной таре с соответствующей биркой и перерабатывается отдельно по соответствующим инструкциям. Запрещается смешивать молоко здоровых коров с молоком больных и подозреваемых на заболевание коров.

В зависимости от качественных показателей и предназначения молоко подразделяется на следующие виды и сорта:

- молоко коровье сырое I и II сортов для продуктов общего назначения;
- молоко коровье сырое для сыроделия;
- молоко коровье сырое для продуктов детского питания;
- молоко коровье сырое для производства молочных консервов и стерилизованных продуктов;
- молоко, подвергнутое в хозяйствах термической обработке (несортовое).

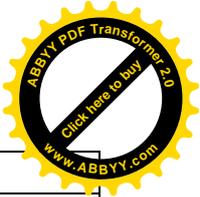
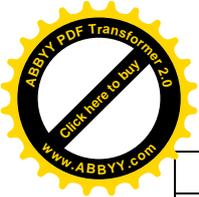
По органолептическим показателям молоко закупаемое должно соответствовать следующим требованиям:

- *внешний вид и консистенция*: однородная жидкость без осадка и хлопьев, не допускается подмороженное молоко;
- *вкус и запах*: чистые, свойственные для молока, без посторонних привкусов и запахов. Для молока II сорта, предназначенного для производства молочных продуктов общего назначения, допускается слабовыраженный кормовой привкус и запах в зимне-весенний период года. Для несортového молока – выраженный привкус кипячения;
- *цвет* – от белого до слабо-желтого, однородный по всей массе.

По физико-химическим и гигиеническим показателям молоко должно соответствовать требованиям, указанным в табл. 1:

Таблица 1

| №   | Наименование показателя                    | Н о р м а   |       |           |   |  |            |
|-----|--|---|-------|-----------|---|--|------------|
|     |  | Молоко сырое для                                  |       |           |   |  |            |
|     |  | производства молочных продуктов общего назначения |       | сыроделия | производства продуктов детского питания | производства мол. консервов и стерил. прод-тов | несортовое |
| I с | II с                                       |   |       |           |   |  |            |
| 1.  | Кислотность, °Т, не более                  | 16-18   | 16-20 | 16-19     | 16-18                                   | 16-20  | 16-20      |
| 2.  | Степень чистоты по эталону, не ниже группы | 1   | 2     | 1         | 1                                       | 1  | 2          |
| 3.  | Температура при приемке, °С, не более      | 10  | 10    | 10        | 10                                      | 10   | 10         |
| 4.  | Плотность, кг/м <sup>3</sup> ,             | 1027  | 1027  | 1027      | 1028                                    | 1027   | 1027       |



|    |   |                |                |                |                   |                |                       |
|----|---|----------------|----------------|----------------|-------------------|----------------|-----------------------|
|    | не менее  |                |                |                |                   |                |                       |
| 5. | Массовая доля сухих веществ, %, не менее  | не нормирует.  | не нормирует.  | 11,5           | 11,5              | -              | не нормирует.         |
| 6. | Массовая доля общего белка, %, не менее   | 3,0 *          | 3,0 *          | 3,0 *          | 3,0 *             | 3,0 *          | не нормирует.         |
| 7. | Термоустойчивость по алкогольной пробе, группа, не ниже   | не нормируется | не нормируется | II             | II                | II             | не нормируется        |
| 8. | КМАФАнМ (бактериальная обсемененность), КОЕ/г, не более   | $5 \cdot 10^5$ | $4 \cdot 10^6$ | $5 \cdot 10^5$ | $3 \cdot 10^5$ ** | $4 \cdot 10^6$ | $3 \cdot 10^5$ ***    |
| 9. | Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы в 25 см <sup>3</sup> продукт                                | не допускаются |                |                |                   |                |                       |
| 10 | Содержание соматических клеток в 1 см <sup>3</sup> , не более   | $1 \cdot 10^6$ | $1 \cdot 10^6$ | $5 \cdot 10^5$ | $5 \cdot 10^5$    | $5 \cdot 10^5$ | -                     |
| 11 | Количество спор мезофильных анаэробных лактатсбраживающих бактерий в 1 см <sup>3</sup> продукта, не более | не нормируется |                | 13             | не нормируется    |                |                       |
| 12 | Класс по сычужно-бродильной пробе, не ниже  | не нормируется |                | 2              | не нормируется    |                |                       |
| 13 | Проба на пастеризацию (эффективность термической обработки)   | -              | -              | -              | -                 | -              | Фосфатаза отсутствует |

*Примечание:*

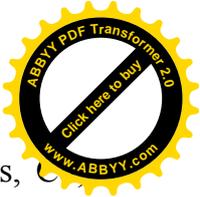
\* - показатель нормируется с 2004 г.

\*\* - показатель соответствует молоку сырому высшего сорта по СанПиН 2.3.2.560.

\*\*\* - показатель соответствует молоку пастеризованному в цистернах по СанПиН 2.3.2.560.

**Плотность** – показатель натуральности молока. Плотность возрастает при снятии сливок, а также добавлении к натуральному молоку обезжиренного молока. При разведении цельного молока водой плотность уменьшается.

Содержание **соматических клеток** – параметр, характеризующий наличие в молоке эпителиальных клеток, молозива, примесей молока, полученного от стародойных и больных маститом коров.



По показателям безопасности (содержание токсичных элементов: Pb, As, Hg, Cu, Zn, микотоксинов – афлатоксин M<sub>1</sub>, ингибирующих веществ, антибиотиков: левомецетин, тетрациклиновая группа, стрептомицин, пенициллин; пестицидов: гексахлорциклогексан, ДДТ и его метаболиты; радионуклидов: цезий-137, Sr-90) молоко закупаемое должно соответствовать требованиям СанПиН 2.3.2.560.

Массовая доля жира и массовая доля белка должны соответствовать установленным базисным нормам, определенным на основе научных и производственных данных. За каждые 0,1 % жира и белка выше установленных базисных норм предусматривается надбавка к закупочной цене, а за каждые 0,1 % жира и белка ниже базисной нормы – скидка с цены. Оценка молока по массовым долям жира и белка и материальное стимулирование за увеличение этих важнейших показателей ориентируют хозяйство на организацию полноценного кормления животных, соблюдение технологии получения молока, повышение ответственности за сохранение его качества.

ГОСТом также учитывается качество молока как сырья для выработки различных молочных продуктов: сычужных сыров, детских продуктов, стерилизованного молока.

Если реализуемое молоко имеет плотность 1026 кг/м<sup>3</sup> и повышенную (21°Т) или пониженную (15°Т) кислотность (индивидуальные особенности животных), такое молоко принимают на основании результатов стойловой пробы, подтверждающей его натуральность. Отбор такой пробы производят непосредственно на ферме, результаты оформляют актом со сроком действия не более 1 месяца. Такое молоко принимают по цене не выше II сорта, если по остальным показателям оно соответствует требованиям настоящего стандарта.

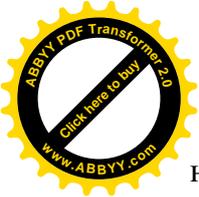
Если плотность молока еще ниже (менее 1026 кг/м<sup>3</sup>), а кислотность более 21°Т, но остальные показатели (органолептика, общая бактериальная обсемененность, соматические клетки) соответствуют требованиям настоящего стандарта, такое молоко относят к несортному и вопрос о его приемке и цене решает молокоперерабатывающее предприятие отдельно по каждому случаю.

Допускается сдача неохлажденного молока при условии, что качество его в момент приемки будет соответствовать всем требованиям ГОСТа. Это экономически выгодно тем хозяйствам, фермы которых расположены близко к перерабатывающему заводу, т.к. на охлаждение молока не затрачиваются материальные средства. Принимают такое молоко с соответствующей скидкой с цены.

**Не пригодно** для переработки молоко, полученное от животных во время их лечения антибиотиками, которые частично переходят в молоко и в дальнейшем препятствуют развитию в нем молочнокислых бактерий, используемых при выработке кисломолочных продуктов, сыров. Наличие антибиотиков в питьевом молоке не безвредно для человека. Молоко приобретает нормальные свойства только через 3 дня после последней инъекции антибиотика.

**Не направляется** на переработку молоко, полученное в первые 7 дней после отела (молозиво) и в последние 7 дней перед запуском (стародойное) и содержащее поэтому большое количество соматических клеток. Молозиво содержит значительное количество сывороточных белков, коагулирующих при высоких температурах. В стародойном повышено количество солей (солонватый вкус) и ферментов, в т.ч. липазы, расщепляющей молочный жир.

**Не подлежит** приемке также молоко фальсифицированное: с добавлением нейтрализующих (сода, NH<sub>3</sub>) и ингибирующих веществ (антибиотики, формальдегид, перекись водорода), разбавленное водой, обезжиренным молоком, с подсытением сливок;



не принимается также молоко с запахом химикатов и нефтепродуктов, с остаточным количеством пестицидов, тяжелых металлов, As и афлатоксинов М<sub>1</sub> и В<sub>1</sub>, превышающим максимально допустимый уровень, с прогорклым, затхлым привкусом и выраженным запахом и кормовым привкусом лука, чеснока, полыни, с посторонними включениями.

Качество поступившего молока определяют по следующим показателям: *плотность, кислотность, чистота* (механическая загрязненность), *массовая доля жира, температура, органолептические показатели* в каждой партии молока (партия – это любая масса молока в однородной таре, одного сорта, оформленная одним сопроводительным документом); *массовая доля белка и содержание соматических клеток, ингибирующие вещества и общая бактериальная обсемененность* одновременно определяются не реже 1 раза в декаду;; *термоустойчивость* определяют в каждой партии молока, предназначенного для выработки продуктов детского питания и стерилизованных; *сычужно-бродильную пробу* и содержание спор мезофильных анаэробных лактатсбраживающих бактерий определяют не реже 1 раза в месяц в молоке, идущем на производство сычужных сыров; *нейтрализующие вещества* определяют в молоке 1 раз в декаду и при подозрении его на фальсификацию; показатели безопасности контролируют не реже 1 раз в полгода.

Сертификационные испытания проводят по органолептическим, физико-химическим показателям и показателям безопасности.

При наличии сертификата соответствия поставщик молока предоставляет его копию молокоперерабатывающему предприятию или в товаросопроводительных документах проставляет соответствующий штамп либо соответствующую запись.

## **Лекция 8, 9, 10. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МОЛОКА (6 ч)**

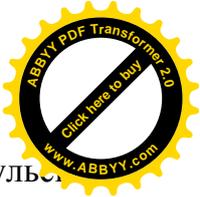
Механическая обработка молока включает следующие операции: очистка молока; сепарирование; гомогенизация

### **Очистка (2 ч)**

Очистить молоко от механических примесей, содержащих скопления различных микроорганизмов, можно фильтрованием и центрифугированием. Применяют фильтры различных конструкций: пластинчатые, дисковые, цилиндрические. Молоко под давлением в 1-2 атм. проходит через плотную фильтрующую ткань (марля, ватные фильтры, лавсановая ткань, фланель и др.), имеющую не менее 400 отверстий на 1 см<sup>2</sup> поверхности. Фильтрующий материал периодически заменяют (ватные утилизируют, тканевые стирают, стерилизуют и используют повторно), т.к. снижается скорость прохождения молока из-за скопившегося осадка.

Для поточности устанавливают сдвоенные фильтры, работающие попеременно. Фильтруют молоко подогретым до 30-40°С, т.к. при этом снижается его вязкость, однако при этом увеличиваются размыв и растворимость механических примесей, что снижает эффективность фильтрации.

Более совершенна центробежная очистка в сепараторах-молокоочистителях или сепараторах-нормализаторах-очистителях, основанная на разности плотностей частиц плазмы молока и посторонних примесей. Посторонние примеси, обладая большей плотностью, чем плазма, отбрасываются к стенке барабана и оседают на ней в виде слизи, которая содержит грязевой, белковый и бактериальный слой, соответственно темно-серого, белого и розовато-коричневого цвета. Температура процесса 35-45°С. Продолжительность непрерывной работы молокоочистителя 3-4 ч (для непре-



рывности процесса ставят 2 очистителя) и 10 ч – для молокоочистителя с пульсирующей выгрузкой осадка (автоматически). Центробежная очистка значительно снижает бактериальную загрязненность молока, но соматические клетки при этом не удаляются.

Наиболее эффективный способ очистки молока от бактерий – *бактофугирование* на центробежных молокоочистителях специальной конструкции – бактофугах – с частотой вращения барабана 14000-16000 об/мин. Из молока удаляется до 98 % содержащихся в нем микроорганизмов в вегетативной и споровой форме. Для более полного удаления микроорганизмов из молока бактофугирование сочетают с пастеризацией. Подогретое до 75°C молоко бактофугируют последовательно в 2-х сепараторах, при этом удаляется до 99,9% бактерий, содержащихся в сыром молоке. Этот комбинированный способ наиболее целесообразен при выработке питьевого молока, диетических, детских продуктов, сыров, сгущенного стерилизованного и сухого молока.

### Сепарирование (4 ч)

Сепарирование – это процесс разделения продукта на фракции с различной плотностью во вращающемся сепарирующем устройстве – барабане. В молочной промышленности сепарирование используют для разделения молока на сливки и обезжиренное молоко в сепараторах-сливкоотделителях, а также для нормализации молока в потоке, для получения высокожирных сливок (в производстве сливочного масла), для выделения тяжелой фракции (сепараторы-творогоотделители, сепараторы-отделители белка от сыворотки).

Процесс выделения жировой фракции из молока в сепараторах-сливкоотделителях основан на использовании центробежной силы и может быть описан законом Стокса:

$$v = 8,77 R n^2 r^2 (\rho_1 - \rho_2) / \mu \quad \text{где}$$

$v$  – скорость выделения жировых шариков, см/с

$R$  – средний радиус рабочей части тарелки сепаратора, см

$n$  – частота вращения барабана сепаратора, с<sup>-1</sup>

$r$  – радиус жировых шариков, см

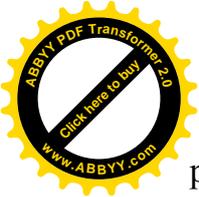
$\rho_1$  – плотность плазмы молока, кг/м<sup>3</sup>

$\rho_2$  – плотность молочного жира, кг/м<sup>3</sup>

$\mu$  – динамическая вязкость молока, Па·с.

Из формулы следует, что скорость выделения жировых шариков из молока прямо пропорциональна их размерам, частоте вращения барабана и его габаритам и обратно пропорциональна вязкости молока, которая в свою очередь зависит от температуры. Оптимальная температура сепарирования 35-45°C, вязкость при этом снижается почти в 2 раза. Однако еще более высокие температуры приводят к вспениванию сливок и обезжиренного молока, увеличению содержания жира в обезжиренном молоке (дробятся жировые шарики). Сепарировать можно также холодное молоко (3-4°C и даже 1°C), при этом снижают производительность сепаратора в 2-3 раза; массовая доля жира в обезжиренном молоке при этом 0,04 и 0,06 %. Сливки, полученные при холодном сепарировании, имеют более высокое содержание жира и повышенную вязкость.

Скорость выделения жировых шариков в значительной степени зависит от *размеров жировых шариков*. При сепарировании можно выделить жировые шарики с



размером не менее 0,8...1 мкм. С повышением температуры увеличиваются размеры жировых шариков; жировые шарики сливаются, мелкие сливаются, в результате чего улучшается обезжиривание. От размера зависит плотность жировых шариков. Плотность крупных жировых шариков значительно меньше плотности плазмы, а у мелких жировых шариков – приближается к плотности плазмы и их невозможно выделить из плазмы. В связи с этим молоко, направляемое на сепарирование нельзя подвергать сильному тепловому и механическому воздействию: перекачивание молока насосами, высокотемпературная обработка перед сепарированием, длительное хранение, повышенная кислотность приводят к нарушению дисперсности жировых шариков, что ведет к сверхнормативному отходу жира в обезжиренном молоке.

На качество обезжиривания молока также влияют точность изготовления тарелок и расстояние между ними (0,6...0,8 мм).

На процесс сепарирования существенно влияет *кислотность* молока. При длительном хранении молока при температуре более 8°C кислотность нарастает, изменяются физико-химические свойства молока, в частности коллоидное состояние белков (образуются микроскопические хлопья белка); в результате повышается вязкость и плотность молока, что снижает степень обезжиривания.

На качество сепарирования влияют также *механические примеси* и следовательно, бактериальная обсемененность.

При сепарировании загрязненного молока механические примеси и частицы белка отбрасываются к стенкам барабана и отлагаются в виде сепараторной слизи. Заполнив грязевое пространство, слизь начинает откладываться и на тарелках, что ведет к нарушению движения молока в барабане, а следовательно к ухудшению обезжиривания. Поэтому при сепарировании загрязненного молока чаще моют барабан (через 1...1,5 ч).

О результатах сепарирования судят по степени обезжиривания и максимальной величине жировых шариков в обезжиренном молоке. Определяют технологический КПД сепаратора, или эффективность сепарирования  $\eta_{\text{сеп}}$ :

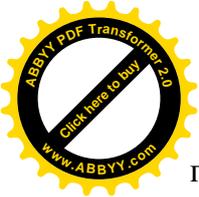
$$\eta_{\text{сеп}} = \frac{100 (M_{\text{м}} Ж_{\text{м}} - M_{\text{о}} Ж_{\text{о}})}{M_{\text{м}} Ж_{\text{м}}},$$

где  $M_{\text{м}}$ ,  $M_{\text{о}}$  – масса молока и обезжиренного молока, соответственно, кг  
 $Ж_{\text{м}}$ ,  $Ж_{\text{о}}$  – массовая доля жира в молоке и обезжиренном молоке соответственно, %

То есть, Эффективность сепарирования (степень обезжиривания) представляет собой отношение количества жира, перешедшего в сливки, ко всему количеству жира, находящемуся в молоке.

Пользуясь уравнениями материального баланса, можно рассчитать количество образующихся при сепарировании сливок и обезжиренного молока, или количество цельного молока для получения определенной массы сливок.

Разделение молока на сливки и обезжиренное молоко происходит следующим образом. Молоко поступает в центральную трубку барабана. Через отверстия в трубке оно попадает в каналы тарелкодержателя, а затем в канал, образованный отверстиями в тарелках, и движется вверх. По мере подъема молоко растекается между тарелками, где происходит разделение. При этом жировые шарики, как более легкие, перемещаются к центру, а обезжиренное молоко, как более тяжелая фракция, устремляется к периферии в грязевое пространство. В зазоре между тарелками частицы с разной



плотностью движутся в разных направлениях: жировые шарики движутся вместе с потоком молока вниз, а затем оседают на нижней тарелке и направляются по ее поверхности к оси вращения.

Из грязевого пространства обезжиренное молоко проходит между крышкой сепаратора и разделительной тарелкой к отверстию для выхода. Сливки сначала поступают в верхнюю часть барабана, а затем в напорную камеру с напорным диском, откуда под напором удаляются из сепаратора. Потоки сливок и обезжиренного молока не смешиваются, т.к. они разделены глухой перегородкой, образованной верхней и разделительной тарелками пакета тарелок.

По конструкции различают сепараторы открытого, полузакрытого и закрытого типов. Открытого типа: ввод продукта и выход фракций свободен; полузакрытого: вывод фракций герметизирован; закрытого: ввод продукта и вывод фракций герметизирован.

Жирность сливок в сепараторах открытого типа регулируется специальным винтом, установленным на выходе сливок. При ввинчивании винта ближе к оси получают сливки большей жирности. При вывинчивании винт удаляется от центральной трубки, тогда через отверстие регулировочного винта будет выходить больше сливок и они будут меньшей жирности.

Для регулирования жирности сливок в сепараторах других типов установлены регулировочный вентиль и измеритель количества сливок (ротаметр), которые установлены на трубопроводе. При постоянных количестве и массовой доле жира в поступающем молоке увеличение расхода сливок приводит к уменьшению массовой доли жира в них и, наоборот, уменьшение количества входящих сливок увеличивает массовую долю жира в них.

### **Состав и свойства сливок**

Сливки – основной продукт сепарирования, состав и свойства их определяются главным образом содержанием и состоянием жира. Так, при изменении массовой доли жира сливок от 10 до 40 % содержание в них воды колеблется в пределах 55,3-81,8 %, белков – 2,0-3,4 %, лактозы – 2,4-4,2 %, СОМО – 4,7-8,2 %, плотность – 1,0245-0,093 кг/м<sup>3</sup>. *Вязкость* сливок зависит от содержания жира в них и дисперсности жировых шариков. Если в сливках много мелких жировых шариков, то вязкость их выше; при увеличении массовой доли жира вязкость резко возрастает. *Кислотность* сливок возрастает с уменьшением массовой доли жира, т.к. увеличивается количество белков и солей. В сливках гораздо меньше  $Sr^{90}$ , чем в исходном молоке, т.к. он не связан с жиром. Этот факт следует учитывать: молоко, содержащее  $Sr^{90}$ , направлять на выработку сливок и масла. Большинство известных и наиболее распространенных *ядохимикатов* (пестицидов, гербицидов) в виде остаточных количеств обнаруживаются в жировой фазе молока и при сепарировании переходят в сливки.

### **Состав и свойства обезжиренного молока**

Основное отличие цельного молока и обезжиренного молока – содержание жира. Кроме того, в обезжиренном молоке меньше лецитина и азотистых веществ. Примерный состав обезжиренного молока: вода 90,5-91 %, белки 3,5-3,6 %, лактоза 4,7-4,8 %, соли 0,7-0,72 %, жир 0,01-0,08 %, сухой остаток 9,3-9,4 %. Плотность обезжиренного молока выше плотности цельного молока и равна 1,03-1,04 г/см<sup>3</sup>. Вязкость меньше вязкости цельного молока на 8-15 %. Обезжиренное молоко можно просепарировать повторно при пониженной производительности сепаратора.



## Лекция 11. НОРМАЛИЗАЦИЯ МОЛОКА (2 ч)

Эта операция проводится с целью регулирования массовой доли жира и сухих веществ до значений, соответствующих стандартам и ТУ.

При нормализации молока по массовой доле жира к исходному цельному молоку при тщательном перемешивании добавляют рассчитанное количество обезжиренного молока или сливок (нормализация путем смешивания) или же от исходного молока отбирают часть сливок или обезжиренного молока путем сепарирования (нормализация в потоке).

В соответствии с 1 вариантом сепарируют определенную часть молока, подлежащего нормализации. Полученные обезжиренное молоко или сливки смешивают с оставшейся основной партией нормализуемого молока.

При втором варианте (нормализация в потоке) все молоко, подлежащее нормализации, сепарируют на сепараторе-нормализаторе, из которого отводят часть сливок или обезжиренное молоко.

Третий вариант (нормализация в потоке с использованием сепаратора-сливкоотделителя) можно осуществить после пастеризации и до нее.

В последнем случае подлежащее нормализации молоко подогревают в секции регенерации ППОУ до 40...45°C, большую его часть направляют в сепаратор-молокоочиститель, а рассчитанную меньшую – в сепаратор-сливкоотделитель. В трубопроводе очищенное молоко смешивается с обезжиренным молоком или сливками и нормализованная смесь через балансирующий бачок идет на пастеризацию.

Выбор того или иного варианта нормализации зависит от условий производства конкретного продукта. Например, в сыроделии лучшим способом нормализации, видимо, будет поточное сепарирование части молока, а худшим – сепарирование всего молока, предназначенного для выработки сыра, т.к. при этом увеличивается содержание в молоке мелких жировых шариков, которые перейдут в сыворотку.

Точность регулирования содержания жира в нормализованном молоке зависит от конструкции аппарата. В некоторых сепараторах-нормализаторах и универсальных сепараторах можно регулировать жирность нормализованного молока с точностью до 0,05%.

Расчеты при нормализации основаны на уравнении материального и жирового баланса.

## Лекция 12, 13, 14. ГОМОГЕНИЗАЦИЯ В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (6 ч)

При хранении молока жировые шарики, имеющие более низкую плотность, чем плазма, поднимаются вверх, вызывая отстаивание жира. Это приводит к образованию пробки, трудно размешиваемой с остальной массой молока, ухудшается внешний вид, теряется часть жира, оставаясь на стенках посуды, затрудняются некоторые технологические процессы.

Скорость всплывания жировых шариков на поверхность определяется формулой Стокса:

$$v = \frac{2}{9} \frac{\rho_1 - \rho_2}{\mu} g r^2, \quad \text{м/с}$$

где  $g$  – ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>

$r$  – радиус жировых шариков, м

$\rho_1$  и  $\rho_2$  – соответственно плотность плазмы молока и молочного жира, кг/м<sup>3</sup>



$\mu$  – динамическая вязкость молока, Па·с.

Т.е. скорость всплывания жировых шариков зависит от размеров жировых шариков и вязкости молока при постоянных  $g$ ,  $\rho_1$  и  $\rho_2$ . Для уменьшения этой скорости, а следовательно для снижения отстаивания сливок необходимо *уменьшить размеры жировых шариков и повысить вязкость молока*. Это можно достичь в процессе гомогенизации (гомогенный – однородный), сущность которой заключается в дроблении (диспергировании) жировых шариков путем воздействия на молоко значительных внешних усилий, вызываемых перепадом давлений, ультразвуковой или высокочастотной обработкой. В процессе гомогенизации уменьшается размер жировых шариков с 2...4 мкм (в среднем) в свежем молоке до 1 мкм, несколько повышается вязкость, тем самым снижается возможность отстоя сливок при хранении молока (в гомогенизированном молоке практически нет отстоя сливок).

Гомогенизация широко применяется в молочной промышленности как один из прогрессивных технологических процессов, значительно повышающих качество продукции. Повышение дисперсности жировой фазы устраняет такие нежелательные явления, как отстаивание жира, развитие окислительных процессов, подсыживание при интенсивном размешивании и транспортировке; улучшается консистенция молочных продуктов. Гомогенизация молока используется в технологических процессах производства питьевого пастеризованного молока, стерилизованного молока и сливок, кисломолочных продуктов и мороженого, творога на линии Я9-ОПТ, плавленого сыра и сливочного масла.

В промышленности для гомогенизации молока применяют специальные аппараты – гомогенизаторы клапанного типа и сепараторы-диспергаторы (или кларификаторы), а для гомогенизации вязких молочных продуктов (плавленый сыр, масло) – гомогенизаторы-пластификаторы клапанного типа.

Основной способ гомогенизации, используемый в производстве – продавливание молока через узкую щель, образующуюся между седлом и клапаном гомогенизирующей головки, в нагнетательную трубку.

В настоящее время нет достаточно обоснованного объяснения каким образом происходит дробление жировых шариков. Рассмотрим одну из гипотез – гипотезу Барановского для клапанного гомогенизатора. Он объясняет механизм дробления жировых шариков таким образом.

Скорость жировых шариков при гомогенизации изменяется от весьма малой начальной скорости  $V_0$  (несколько м/сек) в канале седла диаметром  $d$  до весьма большой  $V_1$  (несколько сот м/сек) в клапанной щели высотой  $h$  из-за резкого изменения сечения потока. При переходе от малых скоростей к высоким в жировых шариках происходят внутренние деформации: его передняя часть при подходе к клапанной щели приобретает скорость  $V_1$ , вытягивается в нить и раздробляется в виде мелких капелек в результате действия сил поверхностного натяжения. Быстрому вытягиванию жировых шариков и отрыву от него мелких частиц способствует гидродинамическое давление на жировые шарики  $P_0$ , которое по бокам и позади капли значительно больше давления  $P_1$  в зоне высоких скоростей.

### ***Факторы, влияющие на эффективность гомогенизации***

Эффективность гомогенизации зависит прежде всего от скорости потока  $V_1$  при проходе молока в клапанную щель, а следовательно, и от *давления* гомогенизации.



Давление гомогенизации для получения требуемой степени дисперсности жировых шариков можно ориентировочно посчитать по формуле, предложенной Барановским:

$$d_{cp} = 3,8 \sqrt{P},$$

где  $d_{cp}$  – средний диаметр жировых шариков, мкм  
 $P$  – давление гомогенизации, МПа.

Обычно гомогенизаторы работают при давлении 10...20 МПа, производительность их 5000...50000 л/ч.

Эффективность гомогенизации зависит также от *температуры*. Гомогенизацию проводят при температуре не ниже 50...65°C, т.к. жир в этом случае полностью находится в жидком состоянии и процесс проходит эффективно. С увеличением температуры гомогенизации ее эффективность увеличивается, однако, чрезмерно высокие температуры могут привести к образованию осадка белков в гомогенизаторе и его коррозии.

На эффективность гомогенизации также влияют свойства и состав молока: *массовая доля жира и сухих веществ*, зависящая от этих показателей *вязкость, кислотность*.

С повышением содержания жира и сухих веществ температура гомогенизации должна быть выше, т.к. повышается вязкость.

С увеличением в продукте *массовой доли жира* давление гомогенизации необходимо уменьшить, иначе может произойти дестабилизация молочного жира. Например, при гомогенизации сливок жирностью 80 % стабильность нарушается полностью (это положено в основу непрерывного способа получения сливочного масла фирмой «Кримери-Пэкедж»). В связи с этим молоко гомогенизируют при давлении 15±2,5 МПа, а сливки с массовой долей жира 35 % – при давлении 5...7,5 МПа.

С повышением *кислотности* молока эффективность гомогенизации уменьшается, т.к. в кислом молоке снижена стабильность белков, они образуют агрегаты, затрудняющие дробление жировых шариков.

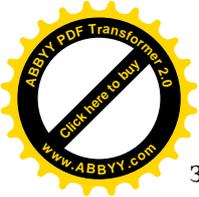
### ***Изменение свойств молока при гомогенизации (2 ч)***

Кроме повышения степени дисперсности молочного жира, в молоке при гомогенизации изменяется состав оболочки жировых шариков, перераспределяются некоторые компоненты молока между жировой фазой и молочной плазмой, изменяются состав и свойства белков.

В процессе дробления жировых шариков происходит *перераспределение оболочечного вещества*. На построение оболочек образовавшихся мелких жировых шариков дополнительно расходуются белки плазмы, что приводит к стабилизации высокодисперсной жировой эмульсии гомогенизированного молока. Чтобы вокруг каждого жирового шарика образовалась плотная защитная оболочка, соотношение СОМО/жир должно быть не ниже 0,6...0,8. В противном случае будет присутствовать некоторое количество жидкого жира, особенно в молоке повышенной жирности, сливках, смесях для мороженого, что приводит к образованию скоплений жировых шариков, связанных этим жиром. Такие скопления снова будут подниматься на поверхность. Чтобы этого не было, применяют двухступенчатую гомогенизацию: на I ступени  $P = 20$  МПа, на II -  $P = 3...5$  МПа, здесь происходит дробление агрегатов жировых шариков.

Гомогенизация практически не влияет на *плотность* молока.

Гомогенизация приводит к увеличению *вязкости*: тем больше, чем выше давление гомогенизации. Это связано с увеличением общей поверхности жировой фазы и увеличением адсорбции белков на ней. Вязкость гомогенизированного молока также



значительно возрастает с повышением массовой доли жира из-за большого количества агрегатов жировых шариков. Агрегации жировых шариков способствует также предварительный нагрев молока до температуры выше точки тепловой денатурации сывороточных белков, которые теперь исключаются из процесса образования новых защитных оболочек.

При гомогенизации повышается *кислотность* и понижается *pH*. Это объясняется воздействием липазы на молочный жир. При гомогенизации пастеризованного молока такого явления не происходит, т.к. липаза инактивируется при тепловой обработке.

В результате гомогенизации изменяются и другие свойства молока, оно становится белого цвета (цельное – желтоватого), менее прозрачным и рассеивает больше света.

Существенное замедление отстаивания сливок в гомогенизированном молоке можно объяснить также тепловой, а возможно, и механической денатурацией эвглобулина, обуславливающего образование скоплений жировых шариков.

При гомогенизации происходят изменения и в *белковой части* молока. Механизм пока неясен. Стабильность молочных белков снижается, особенно с повышением массовой доли жира и повышением давления, когда усиливаются денатурационные процессы. Это проявляется под воздействием разных факторов: повышенной температуры, алкоголя, солей кальция, сычужного фермента (реннина) и др. Для повышения стабильности белков в высокожирных молочных продуктах (например, смеси для мороженого) применяют двухступенчатую гомогенизацию.

Гомогенизация цельного молока очень влияет на характер кислотного и сычужного сгустка – он становится более нежным, однородным, замедляется отделение сыворотки, что благоприятно при выработке кисломолочных продуктов.

В целях экономии электроэнергии, пара, холода, повышения производительности труда и качества продукции можно вести *раздельную* гомогенизацию при производстве питьевого молока, кисломолочных продуктов, сыров. При такой обработке гомогенизации подвергается не все молоко, а только его жировая часть (сливки), которые затем в потоке смешиваются с обезжиренным молоком, выходящим из сепаратора.

Последовательность включения гомогенизатора в технологическую схему может быть неодинаковой (основная разница в последовательности осуществления гомогенизации и пастеризации).

Гомогенизация молока до пастеризации более целесообразна с санитарной точки зрения, так как исключается вероятность вторичного обсеменения молока. Общего режима гомогенизации для всех условий производства не существует. Имеется ряд рекомендаций относительно оптимальной схемы производства, например: очистка, предварительный нагрев до температуры 62,7°C, гомогенизация при этой же температуре и давлении 14,1...17,6 МПа, пастеризация.

### ***Эффективность гомогенизации и методы ее определения (2 ч)***

Эффективность гомогенизации – основная характеристика качества продукта. Для оценки эффективности гомогенизации определяют такие органолептические показатели как однородность и отсутствие слоя отстоявшихся сливок, размеры жировых шариков (микроскопически), скорость отстаивания сливок в процессе выдерживания молока при низкой положительной температуре или во время центрифугирования; оптическую плотность.



## Кларификация

Для очистки и частичной гомогенизации молока предназначен сепаратор-диспергатор (кларификатор). Подогретое до 55...60°C молоко поступает в центральную распределительную трубку барабана, затем по внутренним каналам тарелкодержателя в пакет тарелок. По каналам, образуемым отверстиями тарелок, молоко поднимается вверх, растекается по межтарелочным зазорам, где происходит отделение сливок. Сливки (60 % жирности) по каналу в центре барабана поднимаются в специальную камеру с гомогенизирующим неподвижным диском, где происходит дробление жировых шариков. Затем сливки по кольцевому каналу между сливочной и центральной трубкой попадают вниз барабана, где смешиваются с поступающим молоком и повторно сепарируются. При этом оставшиеся большие жировые шарики выделяются снова со сливками, гомогенизируются, а мелкие жировые шарики отходят вместе с молоком, которое очищается и отводится из барабана под давлением. Таким образом сливки циркулируют до тех пор, пока жировые шарики перестанут выделяться из молока. Такой вид используют в производстве питьевого молока или кисломолочных продуктов. Для мороженого гомогенизирующий эффект недостаточен.

Преимущества кларификации: совмещение двух технологических операций (очистка и гомогенизация); снижение издержек производства; стоимость диспергатора меньше суммы стоимости очистителя и гомогенизатора и он потребляет меньше электроэнергии.

## Ультразвуковая обработка молока

Основные источники ультразвуковых колебаний: пьезоэлектрические вибраторы, магнитострикционные вибраторы и гидродинамические преобразователи. Последние используются в производственных условиях для обработки молока. Ультразвуковые колебания здесь образуются при вибрировании металлической пластинки под давлением струи жидкости, один конец пластинки жестко закреплен, а второй – свободен. Ультразвуковая обработка, однако, является причиной нежелательных изменений свойств молока; например, увеличивается длительность сычужного свертывания молока. Гидродинамический вибратор применяют для гомогенизации смесей для мороженого, плавленых сыров.

## Гомогенизация электрогидравлическим ударом

Мощные электрические разряды тока высокого напряжения в жидкости вызывают импульсные сверхвысокие давления (10 тыс. МПа). Электрогидравлический удар в молоке вызывает диспергирование жировых шариков, возможно изменение и других компонентов. Для выяснения целесообразности практического применения такой обработки молока необходимы дальнейшие исследования.

## **Лекция 15, 16. МЕМБРАННЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ (4 ч)**

Среди новых и наиболее перспективных методов обработки пищевых продуктов важное место занимают процессы разделения растворов с использованием мембран – *микрофльтрация, ультрафльтрация, нанофльтрация, обратный осмос, электродиализ*. Такая обработка позволяет решить ряд проблем в молочной промышленности:



- наиболее экономично переработать обезжиренное молоко и сыворотку в диетические пищевые продукты;
- получить деминерализованный концентрат нативных белков сыворотки;
- снизить нагрузку на очистные сооружения молокоперерабатывающих предприятий.

По мнению специалистов фракционированию и концентрации жидкостей с помощью полупроницаемых мембран принадлежит большое будущее.

### Физическая сущность мембранных процессов (2 ч)

Если два раствора различной концентрации (растворитель один и тот же) разделены между собой полупроницаемой мембраной, то под действием осмотического давления растворитель начинает переходить из раствора с меньшей концентрацией в раствор с большей концентрацией. Движение растворителя осуществляют до тех пор, пока не наступает равновесие. Движение растворителя в обратном направлении можно осуществить, подействовав на раствор с большей концентрацией давлением, превышающим по величине осмотическое. Это явление получило название «обратного осмоса». Принципиальных отличий между ультрафильтрацией, нанофильтрацией и обратным осмосом нет. Общим является то, что для разделения используют специальные полупроницаемые мембраны, процесс ведется под давлением, жидкость разделяется на 2 потока, один из которых называется концентратом, или ретентатом (то, что задерживается мембраной), а другой – фильтратом, или пермеатом (компоненты, проходящие через поры мембраны). *Различия* между этими процессами в получаемой величине разделения, типах мембран, рабочих условиях.

*Ультрафильтрация* – это процесс молекулярной фильтрации через мембрану, имеющую настолько мелкие поры, что через них не проходят высокомолекулярные вещества ( $MM > 2000$ ). Например, при ультрафильтрации сыворотки можно получить белковый концентрат, не содержащий или почти не содержащий лактозы, солей, кислот и др. Рабочее давление процесса  $(2-15) \cdot 10^5$  Па.

*Диафильтрация* – частный случай ультрафильтрации, при такой обработке происходит «вымывание» низкомолекулярных компонентов из раствора, а концентрации веществ не происходит.

Процесс *обратного осмоса* или гиперфильтрации также относится к молекулярной фильтрации, но через мембрану, имеющую очень мелкие поры, не проходят и низкомолекулярные вещества. Рабочее давление процесса до  $10^7$  Па. Обратный осмос позволяет осуществлять полную концентрацию раствора, т.к. мембраны пропускают только воду, а при ультрафильтрации происходит одновременно концентрирование и фракционирование жидкости по величине и структуре молекул. Причем при концентрировании обратным осмосом полностью сохраняются нативные свойства продукта, в отличие от выпаривания. Обратный осмос применяют самостоятельно и в сочетании с ультрафильтрацией.

Полупроницаемые мембраны изготавливают на основе ацетатов целлюлозы, целлофана, нейлона, полиакрилонитрата, полиамида и др. Ядерные фильтры получают обработкой полимера пучком ионов, которые как микроиглы пронизывают полимер, оставляя треки. В процессе работы происходит частичная закупорка капилляров и необратимое уплотнение мембран, их гидролиз. Средний срок службы мембран около 1 года. Не решена проблема очистки мембран.

К мембранам, используемым в молочной промышленности, предъявляются следующие основные требования:



- ♦ высокая скорость фильтрации и селективность;
- ♦ отсутствие токсичных компонентов;
- ♦ высокая химическая и термическая стойкость в широком диапазоне рН и температуры;
- ♦ стойкость к воздействию микроорганизмов.

Недавно в мире начато производство мембран второго поколения из тефлона, которые выдерживают температуру до 150°C, хорошо моются.

Для ультрафильтрации и обратного осмоса применяют главным образом 4 типа аппаратов, отличающихся формой фильтрующей поверхности:

- 1) аппараты стирального или рулонного типа, образованные путем спиральной намотки мембран вокруг трубы;
- 2) аппараты с трубчатыми фильтрующими элементами, имеющие цилиндрические мембраны, расположенные внутри или снаружи поддерживающих пористых труб;
- 3) аппараты с плоскими фильтрующими элементами, аналогичны фильтр-прессам;
- 4) аппараты с полыми волокнами, в которых мембраны образованы из очень тонких трубок капиллярного сечения.

*Электродиализ* – это перенос ионов из одного раствора в другой через ионоселективные мембраны под действием электрического поля, создаваемого между электродами, погруженными в продукт и расположенными по обе стороны мембраны.

Электронейтральные вещества (лактоза, сахароза) в электродиализе не участвуют. В молочной промышленности электродиализные установки используют для деминерализации сыворотки (минеральные соли не нужны в продуктах для детей).

Катионитовые мембраны (отрицательный заряд) пропускают катионы и задерживают анионы: и наоборот – на анионитовых мембранах (положительный заряд).

### **Использование мембранных методов в молочной промышленности (2 ч)**

В молочной промышленности ультрафильтрация и обратный осмос применяют как по отдельности, так и в совокупности, когда обратным осмосом концентрируют фильтрат, полученный ультрафильтрацией.

Ультрафильтрацию используют в производстве сыра, творога, белкового концентрата, обогащенного белком молока, мороженого, йогурта и др. Например, при выработке мягких сыров и сыров без созревания ультрафильтрация повышает концентрацию белка до 15-18 %, полностью удерживаются сывороточные белки в сгустке, что повышает на 20 % выход сыра и снижает расход сычужного фермента (на 80 %).

Наиболее широко применяется ультрафильтрация при обработке молочной сыворотки для выделения белков, при этом значительно уменьшается загрязнение окружающей среды отходами молочной промышленности (БПК неосветленной сыворотки около 50000 мг O<sub>2</sub>/л, БПК сыворотки, обработанной ультрафильтрацией и обратным осмосом, менее 200 мг O<sub>2</sub>/л). Есть установки, перерабатывающие до 150 т сыворотки в сутки.

Сывороточный белок, получаемый ультрафильтрацией, сохраняет нативные свойства и обладает высокой питательной и биологической ценностью (полноценный аминокислотный состав), что определяет широкий спектр применения, в т.ч. для производства заменителей женского молока, продуктов детского питания, лечебного и диетического питания.



Фильтрат, содержащий лактозу, также широко применяется, например, в производстве молочного сахара для пищевой промышленности и медицины; для производства ферментированных, газированных и негазированных напитков, пива, спирта, в кондитерской и хлебопекарной промышленности.

Таким образом основными достоинствами мембранных методов обработки молока являются:

- 1) возможность организации безотходной технологии;
- 2) получение нативного молочного белка из обезжиренного молока, белковых концентратов из сыворотки, на базе которых можно вырабатывать широкий ассортимент пищевых продуктов со специфическими питательными и лечебными свойствами, в первую очередь для детского питания;
- 3) экономическая эффективность применения мембранных установок.

Проводятся работы по применению ультрафильтрации цельного молока непосредственно на ферме, что снижает расход энергии, сокращает транспортные расходы, увеличивает производительность оборудования.

*Ионообменная хроматография* используется для деминерализации молочной сыворотки. Принцип этого метода основан на обмене подвижных ионов стационарной фазы и одноименно заряженных ионов из протекающего раствора.

Молочную сыворотку пропускают сначала через катионит, затем через анионит. Катионит связывает катионы минеральных солей сыворотки, анионит – анионы образующейся кислоты.

### **Лекция 17, 18, 19. ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА МОЛОКА (6 ч)**

Тепловая обработка (охлаждение и нагревание) молока и молочных продуктов является важной и обязательной технологической операцией.

Цель охлаждения – понижение температуры продукта в соответствии с требованиями технологических процессов.

Цель нагревания – обезвредить продукт в микробиологическом отношении при максимальном сохранении пищевой и биологической ценности, удлинить сроки хранения продукта.

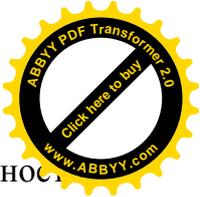
В молочной промышленности используют в основном 2 вида тепловой обработки: пастеризацию и стерилизацию.

#### **Пастеризация (4 ч)**

Пастеризация проводится с целью:

- уничтожения патогенных микроорганизмов и снижения общего количества микроорганизмов;
- разрушения ферментов сырого молока, вызывающих порчу пастеризованного молока;
- направленного изменения физико-химических свойств молока для получения заданных свойств готового продукта, в частности органолептических свойств (топленое молоко, варенец, вологодское масло), плотности сгустка (кисломолочные напитки).

Пастеризация проводится при температурах, ниже точки кипения молока (от 65 до 95°C). При этом уничтожаются вегетативные формы микроорганизмов, в т.ч. патогенные. Основным критерием надежности пастеризации является такой режим, при котором обеспечивается гибель наиболее стойкого из патогенных микроорганизмов –



туберкулезной палочки (бычий тип, наиболее опасный для человека и в особенности для детей). Косвенным показателем эффективности пастеризации является разрушение в молоке фермента фосфатазы, который разрушается при более высокой температуре, чем туберкулезная палочка. Поэтому считают, что, если в молоке при пастеризации фосфатаза разрушалась, то уничтожены и болезнетворные микроорганизмы, в т.ч. туберкулезная палочка.

Эффективность пастеризации (в процентах) выражается отношением количества уничтоженных клеток к содержанию бактерий в исходном сыром молоке.

Теоретические основы пастеризации молока разработаны советским ученым Г.А.Куком. Основные положения его теории:

- подавление микроорганизмов и изменение физико-химических свойств молока при воздействии температуры протекают во времени (т.е. не сразу);
- термостойкость организмов зависит от среды, в которой они находятся;
- между температурой пастеризации  $t$  и длительностью ее воздействия  $Z$  существует зависимость, выражающаяся уравнением Дальберга:

$$\ln Z = \alpha - \beta t, \text{ где}$$

$\alpha$  и  $\beta$  – постоянные величины, экспериментально установлены их значения:  $\alpha = 36,84$ ,  $\beta = 0,48$ , тогда:

$$\ln Z = 36,84 - 0,48 t$$

Кук подчеркивает, что  $Z$  стремительно падает при повышении температуры даже в нешироких пределах.

Пользуясь формулой, можно, зная температуру пастеризации, определить необходимое время выдержки  $Z$ , достаточно гарантирующее максимально возможное уничтожение микроорганизмов.

Для характеристики процесса используют такое понятие, как средний эффект пастеризации за время  $Z$ , который равен  $\theta/Z$ , где  $\theta$  – время тепловой обработки. При  $\theta = Z$  процесс пастеризации завершен полностью; при  $\theta < Z$  – частично; при  $\theta > Z$  – процесс пастеризации излишне длителен. Величина  $\theta/Z$  является критерием завершенности процесса и по предложению Кука названа *критерием Пастера* ( $P_a$ ).

Для любого бесконечно малого отрезка времени  $d\theta$  элементарный эффект пастеризации равен  $d\theta/Z$ , а суммарный (или интегральный) эффект за время  $Z$ :

$$P_a = \int \frac{d\theta}{Z}$$

Величина критерия Пастера зависит от характера изменений температуры во времени. В пластинчатых пастеризационных установках уничтожение микроорганизмов происходит при критической температуре в секции пастеризации, продолжается в выдерживателе и частично в секции регенерации (или рекуперации). Суммарный (интегральный) эффект пастеризации можно определить для каждой секции. Для завершения процесса пастеризации необходимо, чтобы сумма эффектов пастеризации в секциях агрегата была равна или больше 1:

$$\sum P_a \geq 1.$$

Основными факторами, определяющими эффективность пастеризации, являются температура и продолжительность нагревания продукта. В зависимости от этих факторов различают следующие режимы пастеризации молока:

- длительный: температура 60-63°C (63-65° по другим данным), выдержка 30 мин;
- кратковременный: температура 72-76°C, выдержка 15-20 с;



- ♦ моментальный: температура  $85^{\circ}\text{C}$  ( $100^{\circ}\text{C}$  и более по другим данным), без выдержки.

*Длительная* пастеризация вызывает минимальные изменения физико-химических свойств молока и его состава; гарантирует уничтожение патогенных микроорганизмов. Остаточная микрофлора представлена в основном термофильными бактериями и спорами. Такой режим пастеризации используют ограниченно, т.к. необходимы большие производственные площади для выдерживателей.

Для *кратковременной* пастеризации применяют тонкослойные пластинчатые аппараты в комбинации с трубчатыми или пластинчатыми выдерживателями небольших размеров. Процесс идет непрерывно (поточность!). В большей степени подавляются термофилы. Однако, происходят более значительные изменения состава и свойств молока: изменяется вкус, частично коагулирует альбумин и т.д.

*Моментальная* пастеризация осуществляется в пастеризационных установках пластинчатого или трубчатого типа. Эффективность пастеризации – максимальная, процесс непрерывен, не нужны значительные производственные площади. Однако при таком режиме максимально изменяются физико-химические свойства молока.

В промышленности для выработки **питьевого молока** принят режим:  $76\pm 2^{\circ}\text{C}$ , выдержка 20-23 с, который обеспечивает уничтожение патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, сохранение пищевой и биологической ценности молока, его защитных факторов. Эффективность пастеризации 99,98 %.

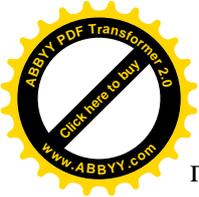
При производстве **диетических кисломолочных** продуктов применяют более жесткий режимы пастеризации ( $85-87^{\circ}\text{C}$ , выдержка 10-15 мин, или  $92\pm 2^{\circ}\text{C}$ , выдержка 2-8 мин). Это вызвано тем обстоятельством, что:

- 1) при высокой температуре и длительной выдержке коагулируют термолабильные сывороточные белки, способные удерживать влагу в кисломолочном сгустке, т.е. уменьшается отделение сыворотки или синерезис;
- 2) молоко, направляемое на выработку кисломолочных продуктов, должно быть бактериально более чистым, т.к. остаточная микрофлора в процессе сквашивания будет бурно размножаться вместе с микрофлорой закваски, поскольку этому благоприятствует температура сквашивания;
- 3) при высокой температуре образуются свободные N-соединения, муравьиная кислота, способствующие развитию микрофлоры закваски;
- 4) глобула белка разворачивается, в результате чего высвобождаются связи, удерживающие дополнительную влагу.

При производстве **сычужных сыров** режимы должны быть мягкими, не допускающими изменений в белковой молекуле. Иначе сывороточные белки, перейдя в сырный сгусток, в последующем при созревании сыра распадаются на нежелательные вещества; ухудшается отделение сыворотки.

На эффективность пастеризации решающее влияние оказывают бактериальная обсемененность и свежесть исходного молока, наличие механических примесей. В присутствующих в молоке механических и естественных примесей (слизь) заключено большое количество микроорганизмов, причем они как бы находятся под защитой этих примесей (которые плохо прогреваются). Поэтому пастеризацию следует проводить после очистки.

Пастеризация молока с повышенной кислотностью приводит к коагуляции белков; на греющей поверхности пастеризатора образуется пригар, ухудшающий тепло-



проводность, следовательно, снижающий эффективность пастеризации. В связи с этим тепловой обработке подвергают молоко с кислотностью не выше 22°Т.

Для пастеризации молока и молочных продуктов на заводах предназначены поточные аппараты и установки закрытого типа, а также пастеризационно-охладительные установки пластинчатого и трубчатого типа.

Пластинчатые пастеризационно-охладительные установки используются в производстве питьевого молока, кисломолочных продуктов, питьевых сливок, мороженого (пастеризация смесей). Основной аппарат такой установки – пластинчатый теплообменник, имеющий секции, где происходят следующие процессы: *пастеризация*, *охлаждение* водой, *рассолом* или *ледяной водой*, *рекуперация* (регенерация) (теплообмен между горячим и холодным продуктами). Пастеризация питьевого молока, питьевых сливок, смесей для мороженого и молока для выработки кисломолочных продуктов осуществляется в различных пастеризационно-охладительных установках.

Установки трубчатого типа используют для быстрой пастеризации молока в потоке на молочных (производство топленого молока, ряженки), сыро- и маслодельных заводах, молочно-консервных заводах.

### Стерилизация молока (2 ч)

Стерилизация – тепловая обработка молока при температуре выше 100°С, при этом обеспечивается уничтожение бактериальных клеток и их спор, инаktivация ферментов при минимальном изменении вкуса, цвета и питательной ценности молока. Молоко приобретает стойкость при хранении (до 1 года и более).

Эффективность стерилизации находится в прямой зависимости от температуры и длительности ее воздействия.

Стерилизующий эффект  $E_c$  определяется по разности десятичных логарифмов первоначальной и конечной концентрации спор (обычно наиболее термостойких *Bac.subtilis*):

$$E_c = \lg C_n - \lg C_k$$

$E_c$  должен находиться в пределах 9-10. Например, при  $E_c = 9$  первоначальное количество спор 1000 в 1 см<sup>3</sup> уменьшилось до 1 в 1 м<sup>3</sup>.

С повышением температуры требуется меньшее время выдержки для получения одного и того же стерилизующего эффекта: температура 110°, выдержка 35-40 мин, 150° – 1 с.

Причем, с увеличением температуры споры разрушаются намного быстрее, чем происходит изменение цвета и вкуса молока. Т.е. обработка молока при температуре 130-150°С в течение нескольких секунд, называемая УВТ-обработкой, позволяет получить стерильный продукт с минимальными изменениями вкусовых и питательных свойств. **Ультравысокотемпературная (УВТ)** или **СТО-обработка** молока с асептическим разливом в стерильную тару (тетра-пак-асептик, тетра-брик-асептик) признана наиболее совершенным и перспективным способом стерилизации. По вкусу, цвету, содержанию витаминов УВТ-молоко почти не отличается от пастеризованного, срок его хранения в неохлажденных помещениях 1-2 месяца. В настоящее время для УВТ-обработки молока применяют 2 способа: пароконтактный (прямой) – путем непосредственного введения пара в молоко и косвенный нагрев через теплопередающую поверхность.

Кроме УВТ-стерилизации существуют еще 2 принципиальные схемы стерилизации питьевого молока:



- ♦ одноступенчатая (автоклавирование) – после разлива молока в тару и ее герметической укупорки при 110-120°C, выдержка 15-30 мин;
- ♦ двухступенчатая – предварительно в потоке при 130-150°C в течение нескольких секунд, затем вторично после разлива молока в тару и укупорки при 110°C в течение 15-20 мин (для уничтожения микроорганизмов и их спор, попавших в молоко при его расфасовке и укупорке).

Молоко, полученное по этим двум схемам, обладает высокой стойкостью при хранении даже при температуре 50-55°C и хранится 1 год и более. Однако длительное тепловое воздействие отрицательно влияет на его физико-химические свойства.

## **Лекция 20. ИЗМЕНЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ МОЛОКА ПРИ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКЕ (2 ч)**

При нагревании молока происходят необратимые изменения физико-химических свойств, вследствие изменения составных частей молока, в первую очередь белковых веществ.

*Белки.* В наибольшей степени изменяются сывороточные белки, т.к. они являются термолабильной фракцией белковых веществ. Происходит их тепловая денатурация, которая начинается с дегидратации белковых частиц. Увеличивается способность молекул к агрегации, образованию комплексов с казеином. Степень денатурации зависит от режимов пастеризации. При кратковременной пастеризации, используемой в производстве сыра и творога, степень денатурации незначительна (менее 10 %), сохраняется высокая степень дисперсности основной массы сывороточных белков и они не коагулируют с казеином при кислотном и сычужном свертывании молока.

Режимы пастеризации, используемые в производстве кисломолочных продуктов, способствуют агрегации почти полностью денатурированных частиц сывороточных белков, которые при последующем сквашивании коагулируют вместе с казеином, образуя плотный сгусток без отделения сыворотки. Сывороточные белки при этом принимают непосредственное участие в образовании трехмерной сетчатой структуры сгустка.

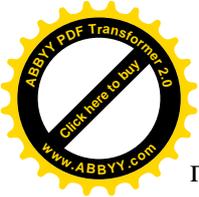
УВТ-обработка приводит к частичной денатурации сывороточных белков (наиболее чувствительных  $\beta$ -лактоглобулина и иммунных глобулинов) без потери питательной ценности.

С тепловой денатурацией связаны и химические изменения сывороточных белков, в частности увеличение активности сульфгидрильных (SH)-групп, влияющих на образование в молоке орехового привкуса.

Казеин молока изменяется при тепловой обработке в меньшей степени, т.к. более термоустойчив. Причем термоустойчивость казеинового комплекса зависит от ряда факторов, важнейшим из которых является рН. Снижение рН резко снижает термоустойчивость казеина (при рН 6,6 температура коагуляции казеина ~ 160°C, а при рН 5,1 – примерно 25°C). К снижению термостойкости приводит также повышенное содержание ионов кальция.

При тепловой обработке происходит также взаимодействие между отдельными фракциями казеина внутри комплекса или между казеином и денатурированными сывороточными белками.

*Молочный сахар.* Высокая температура и длительная выдержка приводят к разложению лактозы с образованием продуктов, некоторые из которых, например, муравьиная кислота, оказывают стимулирующее действие на лактобациллы. Кроме того,



при этом происходит реакция меланоидинообразования (реакция Майяра): в результате взаимодействия лактозы с белками и некоторыми свободными аминокислотами через аминокарбонильную связь образуются меланоидины, приводящие к побурению молока и появлению привкуса. Реакция происходит в несколько стадий. Меланоидины снижают питательную ценность молока за счет связывания с лактозой некоторых жизненно важных аминокислот (например, лизина), поскольку эти соединения чрезвычайно стойки и не разлагаются никакими пищеварительными соками, эссенциальные аминокислоты не усваиваются организмом.

*Молочный жир* химически мало изменяется при нагревании. В большей степени изменяется белково-липоидная оболочка жировых шариков из-за тепловой денатурации оболочечного белка. Если же оболочка жировых шариков не повреждена, деэмульгирования жира при пастеризации почти не происходит.

*Соли молока*, в частности фосфорнокислые и лимоннокислые соли кальция, при нагревании молока переходят в нерастворимую форму. Это видно по образованию молочного камня на поверхности теплообмена в пастеризаторах. Он состоит в основном из минеральных солей (60-70 %), белковых веществ и жира.

*Витамины и ферменты.* Тепловая обработка молока приводит к уменьшению содержания большинства витаминов и тем в большей степени, чем выше температура и продолжительнее выдержка. Основной фактор разрушения витаминов – присутствие при нагревании кислорода: если молоко нагревать до 100...111°C без доступа воздуха, все витамины, в т.ч. наиболее хрупкий – витамин С, сохраняются полностью. Содержание жирорастворимых витаминов (А, Д, К, каротин) изменяется в меньшей степени, чем содержание водорастворимых витаминов (витамины группы В, витамин С). Первые снижаются на 1,5-6 %, а потери водорастворимых при пастеризации составляют: В<sub>1</sub> – 20 %, В<sub>2</sub> – 0-5 %, В<sub>6</sub> – 0 %, В<sub>12</sub> – 10 %, С – 1,7-28 %; при стерилизации в бутылках: В<sub>1</sub> – до 50 %, В<sub>2</sub> – до 10 %, В<sub>6</sub> – до 30 %, В<sub>12</sub> – 70-100 %, С – 43-100 %; УВТ-стерилизации: В<sub>1</sub> – 10-20 %, В<sub>2</sub> – до 10 %, В<sub>6</sub> – 7-14 %, В<sub>12</sub> – 28-38 %, С – 11-44 %.

При тепловой обработке ферменты инактивируются. Фосфатаза – наиболее устойчивый к нагреванию фермент, поэтому отсутствие ее в пастеризованном молоке свидетельствует надежным признаком пастеризации (фосфатазная проба). Отсутствие пероксидазы – показатель пастеризации молока при высокой температуре без выдержки. Редуктаза полностью инактивируется при 75°C через 5 мин, липаза – при температуре более 73°C.

## **Лекция 21. ДРУГИЕ МЕТОДЫ СТЕРИЛИЗАЦИИ МОЛОКА (2 ч)**

*Актинизация* основана на использовании ультрафиолетового и инфракрасного излучения с длинами волн 2500 и 30000 А. Бактерицидное действие этих лучей всем известно («в дом, куда не заглядывает солнце, заглядывает часто врач»). Ультрафиолетовые лучи проникают в молоко на небольшую глубину, поэтому молоко обрабатывают в тонком слое. При ультрафиолетовом облучении молоко обогащается витамином Д, в который превращается эргостерин. Однако излишнее облучение приводит к образованию из эргостерина токсичных веществ.

Кроме того, под действием ультрафиолетовых лучей О<sub>2</sub> переходит в О<sub>3</sub>, окисляющий олеиновую кислоту в окси- и диоксистеариновую. При этом молоко приобретает неприятный запах и вкус осалившегося жира. О<sub>3</sub> к тому же разрушает витамины С, В и А.



*Электропастеризация.* Даже при очень высокой бактериальной обсемененности ( $10^7$  клеток в 1 мл молока) объем, занимаемый клетками, всего  $5,2 \text{ мм}^3$ , поэтому нерационально нагревать все молоко, чтобы убить микроорганизмы в столь малом объеме. Т.к. бактерии обладают диэлектрическими свойствами, отличающимися от молока, возможен селективный нагрев их клеток токами высокой частоты от  $3 \cdot 10^7$  до  $3 \cdot 10^8$  гц (микроволны). При этом положительный эффект наблюдается при  $50^\circ$  в течение 1 с. Причем высокочастотной пастеризации можно подвергать молоко в таре, что исключает последующее обсеменение молока. КПД высокий, но установки сложны и дороги, следствием чего является ограниченность применения данного способа.

*Ультразвуковая пастеризация.* Бактерицидный эффект ультразвука обусловлен явлениями кавитации, в результате чего дробятся клетки микроорганизмов. Ультразвук наиболее эффективно действует, когда размеры микроорганизмов приближаются к длине ультразвуковой волны. Основная масса микроорганизмов гибнет, но часть бактерий не подавляется даже при длительном ультразвуковом воздействии, поэтому этот способ не получил распространения.

*Действие на молоко ионизирующих излучений.* Бактерицидный эффект этих излучений основан на прямой ионизации веществ, содержащихся в клетках бактерий, и на окисляющем действии  $\text{H}_2\text{O}_2$  и активных радикалов (H, OH и  $\text{HO}_2$ ), образующихся в результате ионизации водной среды.

Молоко облучают  $\beta$ - и  $\gamma$ -лучами дозой 1,5-4 млн. рэф (рентген-эквивалент физический – единица дозы облучения). При этом, кроме гибели микроорганизмов, происходят химические изменения: разрушаются витамины А, Е, С,  $\text{B}_{12}$  и РР; аминокислоты акцептируют активные радикалы, защищая тем самым микроорганизмы; осаливается жир, изменяется вкус, цвет, запах молока; ферменты однако сохраняют активность. Физиологическое действие облученного молока на организм человека изучено недостаточно, поэтому такой способ пастеризации и стерилизации еще не получил промышленного применения.

*Использование нетрадиционных источников энергии.* Предусматривается создание технологических процессов и оборудования для пастеризации молока и молочных продуктов с помощью таких нетрадиционных источников энергии, как переменное электромагнитное поле сверхвысокой частоты (микроволны), электронно-пучковая плазма (пиковолны) и сильные импульсные магнитные поля. Это позволит осуществить способ «мгновенной» пастеризации, ускоряющей процесс в 50...100 раз по сравнению с традиционной технологией при одновременном сохранении на высоком уровне биологической и пищевой ценности продукта.

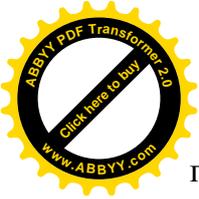
## **Лекция 22. ОХЛАЖДЕНИЕ МОЛОКА (2 ч)**

Охлаждение предотвращает в значительной мере развитие нежелательных микробиологических процессов в сыром и пастеризованном молоке при временном хранении (до переработки или реализации).

Длительное хранение при низких температурах оказывает значительное влияние на технологические свойства молока, например, длительное хранение молока при  $4^\circ\text{C}$  ухудшает качество сливочного масла.

### **Изменение молока под влиянием низких температур**

Охлаждение молока (не ниже точки его замерзания) замедляет ход микробиологических и ферментативных процессов, что приводит к сохранению свойств свежее-



го молока почти в неизменном виде некоторое время. Чем ниже температура, тем длительнее сохранность качества молока.

При низких положительных температурах (0-10°C) изменяются лишь некоторые физические свойства молока: часть жира в жировых шариках переходит из жидкого в твердое состояние, в результате чего объем их уменьшается, плотность молока увеличивается за 3-4 ч в среднем на 0,0006 ед. Несколько повышается вязкость и ухудшается отстой жировых шариков.

При охлаждении до температуры ниже точки замерзания (-0,54°C) в молоке происходят более заметные изменения, которые могут быть обратимыми и необратимыми.

При замораживании молока в первую очередь замерзает вода, вследствие чего увеличивается концентрация коллоидных частиц (т.е. белка) и электролитов (кислот, минеральных солей). При высокой концентрации электролитов может наступить коагуляция белков (высаливание). В таком случае после оттаивания молоко может не приобрести своих первоначальных свойств. При небольшой концентрации электролитов такого не происходит.

Чем дольше молоко находится в замороженном состоянии, тем хуже восстанавливаются его исходные свойства, например может произойти полное свертывание белков.

Степень изменения свойств молока зависит от способа замораживания и режимов хранения замороженного молока.

При постепенном замораживании молоко расслаивается и слои отличаются друг от друга составом и свойствами. Если замораживание происходит в большом объеме (например, фляге), то наружные слои представлены в основном замерзшей водой, во внутренних слоях концентрация сухих веществ увеличивается, достигая максимума в центре. Исключение составляет жир, который при постепенном замораживании отстаивается и концентрируется в верхнем слое.

Замороженное молоко, в котором изменились свойства, после оттаивания хуже свертывается сычужным ферментом с образованием зачастую только хлопьев. Жировая эмульсия частично разрушается, особенно в высокожирных сливках. Причиной этого является механическое повреждение оболочек жировых шариков острыми вершинами и кромками образующихся кристаллов льда, а также денатурация белков оболочки жировых шариков из-за высокой концентрации кислот и солей в незамерзшей плазме.

Сверхбыстрое (шоковое) замораживание вызывает гораздо меньше необратимых изменений, чем постепенное.

Чем ниже температура хранения замороженного молока, тем меньше изменяются физико-химические и органолептические свойства молока: в образцах, хранившихся в течение более 6 лет при -25°C, белок не выпадая в осадок, а при (-5)-(-15°C) в течение 2-3 недель белок коагулировал полностью. Это объясняется тем, что при -25°C замерзает 100 % свободной воды, в результате чего прекращаются все микробиологические и ферментативные процессы. При температуре (-5)-(-15°C) замерзает только 85-93 % воды.

Для устранения расслоения молока при замораживании было предложено замораживать его тонким слоем, толщиной до 1 см при -15°C. Такой способ практически не влияет на состав и свойства молока после оттаивания.

Замораживать также можно молочную сыворотку и обезжиренное молоко.



## Лекция 23. ТЕХНОЛОГИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЗАКВАСОК (2 ч)

Ассортимент кисломолочной продукции очень широк: около 200 наименований, в т.ч. 40 видов творожных изделий, 100 видов кисломолочных напитков, 30 видов сметаны и др.; множество видов сыров и кисло-сливочного масла. Для производства этой продукции используют жидкие или сухие закваски – чистые культуры молочнокислых бактерий или их комбинации, выращенные в лабораторных условиях (на молоке).

Готовят жидкие закваски на цельном или обезжиренном молоке, простерилизованном при  $P = 0,1$  МПа в течение 10...15 мин. Жидкие закваски пригодны для непосредственного использования, микрофлора находится в активном состоянии. Однако они менее стойки при хранении и транспортировке вследствие воздействия на клетки продуктов их жизнедеятельности (молочной кислоты). Время хранения 10 суток при температуре 3...8°C и 5 суток при комнатной температуре. Для увеличения срока годности жидких заквасок молочную кислоту нейтрализуют стерильным мелом.

Сухие закваски получают высушиванием жидких в период их максимальной активности. Сухие закваски транспортабельны и сохраняются длительное время (3-6 мес). Однако при сушке погибает значительная часть клеток, что приводит к нарушению соотношения между компонентами в многокомпонентной закваске. Кроме того для восстановления активности сухой закваски необходимо не менее трех пересадок.

Высушивают закваски:

- смешиванием жидкой закваски с каким-либо сухим продуктом (сухое обезжиренное молоко, крахмал, лактоза и т.д.) в потоке нагретого воздуха или под вакуумом;
- распылением (48...50°C в зоне распыления);
- сублимацией.

Последний метод наиболее эффективен – высушивание в замороженном состоянии в глубоком вакууме с добавлением криозащитных веществ (желатин, сахароза, белки). Сохраняемость живых клеток достигает 90 % в течение многих месяцев и даже лет (10 и более). Закваски пригодна к употреблению после первой пересадки.

К закваскам предъявляются определенные **требования**:

- закваска должна содержать только определенные виды бактерий и придавать продукту хороший вкус, стойкость при хранении;
- должна быть активной;
- устойчивой к сезонным изменениям молока, антибиотикам, бактериофагу и дезинфицирующим веществам;
- культуры многокомпонентной закваски не должны быть антагонистами; также учитываются взаимоотношения между микроорганизмами закваски и остаточной микрофлоры пастеризованного молока: созданы закваски, подавляющие развитие масляно-кислых бактерий в сыре, развитие бактерий группы *E.coli* и т.д.;
- каждому виду закваски должны быть присущи определенные свойства, отвечающие специфике соответствующих молочных продуктов.

При подборе заквасок учитывают следующие факторы:

- *специфические свойства* вырабатываемого продукта. Например, для кисломолочных напитков кисло-сливочного масла используются лактококки с высокой энергией кислотообразования (*L.lactis ssp lactis?* *L.lactis ssp cremoris*) в сочетании с активными ароматообразователями (*L.lactis ssp. diacetylactis*) для создания полного «вкусового



букета». В сыроделии активные кислото- и ароматообразователи должны обладать также хорошей казеинолитической активностью и задерживать рост вредных бактерий в сыре (*E.coli*, масляно-кислые). Закваска для творога должна активно повышать кислотность только в первые 6 ч процесса, легко отделять сгусток от сыворотки, сообщать продукту хороший вкус и запах, а закваски для простокваши и сметаны должны образовывать вязкие сгустки без отделения сыворотки. В состав заквасок для лечебных и диетических продуктов вводят ацидофильную палочку, бифидобактерии;

- *температурные режимы* производства данного продукта: при проведении процесса при 20-30° в закваске должны преобладать мезофилы, при 40-45° – термофилы.

По составу микрофлоры закваски для выработки кисломолочных продуктов на чистых культурах можно разделить на пять основных групп:

- 1) закваски, приготовленные на чистых культурах мезофильных лактококков (молочнокислых стрептококков) гомо- и гетероферментативных (*L.lactis ssp lactis*, *L.lactis ssp cremoris*, *L.lactis ssp diacetylactis*, *L.lactis ssp acetoinicus*) (творог, сметана, простокваша обыкновенная);
- 2) закваски, состоящие из термофильных лактококков с добавлением и без добавления болгарской палочки (*L.delbrueckii ssp bulgaricus*) (ряженка, варенец, простокваша южная, йогурт, мацони, мацун и др.);
- 3) закваски, состоящие из мезофильных и термофильных лактококков (сметана и творог ускоренным способом, низко-жирные молочные напитки, сметана любительская, паста «Здоровье»);
- 4) закваски, состоящие из ацидофильных молочнокислых палочек и бифидобактерий (лечебно-диетические продукты: бифилин, ацидофильные напитки и др.);
- 5) закваски, состоящие из термофильных лактобацилл (ацидофильная и болгарская палочки) и дрожжей, сбраживающих лактозу (*Saccharomyces lactis*) (кумыс, ацидофильно-дрожжевое молоко и др.).

Кефир можно готовить на закваске на чистых культурах и грибковой закваске – единственной естественной закваске, которая готовится на кефирных грибах. Кефирные грибки – симбиотические образования, ведут себя как живой организм. Основа грибов – грибковые зерна (стромы), между которыми развивается сложная микрофлора: кислото- и ароматообразующие лактококки, термо- и мезофильные лактобациллы, уксуснокислые, дрожжи.

### **Закваски для сыров**

I гр. – мезофильные гомо- и гетероферментативные лактококки: *L.lactis ssp lactis*, *L.lactis ssp cremoris*, *L.lactis ssp acetoinicus*, *L.lactis ssp diacetylactis*, *Leuc. lactis*, *Leuc. cremoris*, *Leuc. dextranicum*; *Lbm. plantarum*.

II гр. – термофильные лактобактерии: *Str. thermophilus*, *Lbs. helveticus*, *Lbs. lactis* и мезофильные *Lbm casei*, *Lbm. plantarum*, пропионовокислые бактерии.

Для выработки мелких и мягких сыров используется I гр., для крупных – одновременно I и II группы.

### **Закваски для сливочного масла**

I гр. – мезофильные лактококки: *L.lactis ssp lactis*, *L.lactis ssp cremoris*, *L.lactis ssp diacetylactis*.

II гр. – термофильные *Lbs.helveticus* и мезофильные *L.lactis ssp diacetylactis*.

Кроме того, для выработки и сыров, и масла используют бифидобактерии.



## Лекция 24. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ЗАКВАСОК В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ (2 ч)

Для приготовления заквасок должно быть выделено специальное изолированное помещение, максимально приближенное к цехам-потребителям, имеющее автономную приточную вентиляцию с забором воздуха в удалении от мест, где получают или перерабатывают сыворокку (т.к. сыворокка – источник бактериофага), желательное с бактерицидным фильтром на линии подачи воздуха. В помещении должно быть установлено достаточное количество бактерицидных ламп, лампы должны быть также в тамбуре при входе в помещение заквасочного отделения, в тамбуре хранится и спецодежда работников заквасочной, выход работников в этой одежде из отделения запрещен. Также запрещен вход в отделение лиц, не занятых приготовлением закваски.

Приготовление производственной закваски на чистых культурах и кефирной закваски проводят в двух изолированных помещениях заквасочного отделения.

Один раз в месяц в заквасочном отделении проводится побелка. В помещении должны находиться термостаты и комплект необходимого инвентаря (ушаты, мутовки, ковши, кружки), которые не используют для других целей. Посуду и аппаратуру обязательно тщательно моют и дезинфицируют – хлорируют или пропаривают 10...15 с или опускают в горячую воду (не ниже 90°C) для защиты от посторонней микрофлоры и бактериофага.

Особое внимание обращается на качество молока, отбираемого для закваски. Молоко берут от заведомо здоровых коров, желательно одной фермы, свежее, чистое, немолозивное, получаемое при скармливании доброкачественных кормов, без наличия антибиотиков и других ингибиторов роста микроорганизмов, кислотность 16...18°Т, 1 группы чистоты, бактериальная обсемененность не ниже 1 группы, без посторонних привкусов и запахов. Готовят закваски на цельном молоке (в основном для сметаны) и обезжиренном молоке.

Сборное молоко часто не полностью отвечает требованиям, тогда для приготовления заквасок рекомендуется использовать ионьское сухое обезжиренное молоко распылительной сушки, не содержащее ингибиторов. Его восстанавливают до массовой доли сухих веществ 8...11 %. Большое содержание сухих веществ интенсифицирует размножение заквасочной микрофлоры.

Основные способы тепловой обработки молока для приготовления заквасок – *стерилизация и пастеризация*. При стерилизации увеличивается количество свободных аминокислот и образуется муравьиная кислота, которые стимулируют развитие молочнокислых бактерий.

Лабораторную (первичную) и пересадочную закваску готовят на молоке, стерилизованном при 121±1°C в течение 18±12 мин. Производственную закваску готовят на пастеризованном при 95°C молоке с выдержкой 30...45 мин. Пастеризацию, охлаждение, сквашивание, охлаждение и хранение закваски следует вести в одной емкости, во избежание обсеменения посторонней микрофлорой.

Приготовление производственной закваски на чистых культурах на стерилизованном молоке проводят в специальных ушатах или бидонах с крышками на 3-20 л.

Приготовление производственной закваски на чистых культурах на пастеризованном молоке проводят в специальных заквасочниках или пастеризационных ваннах (ВДП-300 и Г6-ОПА-600). Большое количество производственной закваски готовят в резервуарах на 6 т.



## Способы приготовления заквасок

Закваски в производственных условиях можно приготовить беспересадочным, одно-, двух- и трехрядным способами.

### ***Беспересадочный способ***

Из жидкой или сухой заквасок в лаборатории предприятия готовят *лабораторную* закваску только на стерилизованном молоке, которую используют для получения производственной закваски. Лабораторную закваску можно также использовать непосредственно в производстве. Стерилизованное молоко быстро охлаждают до температуры, оптимальной для каждого вида микроорганизмов, немедленно вносят закваску или бакконцентрат в подготовленное молоко в асептических условиях, предварительно добавив в сухие препараты 6...7 мл стерилизованного молока, воды или физ. раствора. Режимы сквашивания зависят от вида и количества закваски. В первые часы после заквашивания производят перемешивание для равномерного распределения закваски. Сквашивание должно произойти через 12...18 ч. После свертывания закваску выдерживают при 16...18°C 2-4 ч для накопления аромата в закваске, затем охлаждают до температуры не более 10°C без перемешивания и хранят до пересадки. Кислотность 90...140°Т – для палочек, 80...90°Т – для кокков.

Из лабораторной (первичной) закваски готовят производственную или вторичную закваску, внося ее в стерилизованное или пастеризованное молоко. Во избежание загрязнения верхний слой первичной закваски толщиной 2-3 см снимают съемным ковшом, хорошо вымытым и пропаренным. При таком способе производства закваски исключается обсемененность в заквасочном отделении, т.к. закваска сразу направляется в производство.

### ***Однорядный способ приготовления закваски***

В настоящее время этот метод, иначе называемый многопересадочным, стараются не использовать, т.к. происходит обсеменение технически вредной микрофлорой и бактериофагом. При использовании такого способа можно осуществить 8-10 пересадок при тщательном соблюдении правил.

### ***Двухрядный способ приготовления***

В целях обеспечения необходимой бактериальной чистоты закваски рекомендуется применять названный способ. Этот способ заключается в том, что параллельно производственной закваске (начиная со вторичной закваски) готовят, соблюдая строжайшую чистоту и аккуратность, пересадочную закваску, которую в производстве не употребляют – она служит лишь для заквашивания новой пересадочной и производственной закваски.

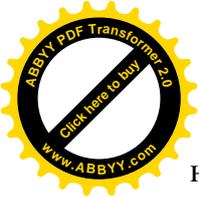
1-й ряд готовится в лаборатории (посторонним входить не разрешается). 2-й ряд – в заквасочном отделении.

### ***Трехрядный (трехпересадочный) способ приготовления закваски***

Используется с целью уменьшения опасности загрязнения закваски бактериофагом и посторонней микрофлорой (в основном в сыроделии).

Лабораторную (первичную) закваску охлаждают и хранят при 4-6°C. Используют для приготовления вторичной производственной закваски или для непосредственного заквашивания молока в производстве.

Вторичную производственную закваску готовят в ушатах или бидонах, где молоко стерилизуют или пастеризуют при 95°C 30-60 мин при постоянном перемешива-



нии. Затем охлаждают до температуры заквашивания и вносят лабораторную закваску в количестве 1-3 % к объему молока. В первые 2 ч после заквашивания молоко перемешивают (способствует образованию диацетила), затем оставляют в покое. Молоко сквашивается через 6-8 ч с мезофильной закваской и через 4-6 ч с термофильной.

Если нельзя приготовить достаточное количество вторичной производственной закваски, то из нее готовят аналогичным образом производственную.

Продукты высокого качества получают при использовании вторичной, а еще лучше лабораторной закваски.

В день использования последней колбы вновь готовят лабораторную закваску.

## **Лекция 25. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ГРИБКОВОЙ КЕФИРНОЙ ЗАКВАСКИ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАККОНЦЕНТРАТОВ (2 ч)**

Для приготовления грибковой кефирной закваски используют сухие (неактивные) и набухшие (активные) грибки. Сухие кефирные грибки активизируют: сначала идет их *набухание* в свежeproкипяченной и охлажденной до 25-30°C воде в течение 12 ч, затем их тщательно промывают и снова заливают такой водой и так 2 дня, меняя воду 2-3 раза в сутки. Грибки набухают и частично всплывают на поверхность.

Для восстановления *активности* промытые набухшие грибки помещают в обезжиренное молоко (100 г на 2 л), предварительно пропастеризованное (температура 92°C, выдержка 30 мин) и охлажденное до 20-25°C до сквашивания. Сквашенное обезжиренное молоко отделяют, а грибки снова заливают пастеризованным и охлажденным до 20° обезжиренным молоком и выдерживают при 18°C до сквашивания. Пересадки повторяют 3-4 раза до восстановления активности. Активные грибки имеют кислый специфический вкус, упругую консистенцию, белый или слегка желтоватый цвет, при внесении в молоко всплывают.

*Грибковую* кефирную закваску готовят, помещая активные грибки в пастеризованное и охлажденное до температуры заквашивания обезжиренное молоко. Через 15-18 ч закваску тщательно перемешивают для равномерного распределения, через 5-7 ч снова перемешивают, процеживают через сито в чистый ушат или ванну и используют в приготовлении кефира. Если закваску используют не сразу, ее охлаждают до 8-10°C и хранят до употребления. Грибки на сите снова используют для приготовления новой порции закваски. По мере роста грибков 1-2 раза в неделю необходимо часть их отделять с таким расчетом, чтобы соотношение грибки:молоко было постоянно равным 1:20.

*Производственную* кефирную закваску готовят так: в пастеризованное и охлажденное до 18-22°C обезжиренное молоко вносят 2-3 % грибковой закваски и сквашивают в течение 10-12 ч. Затем выдерживают 22-24 ч при 10-12°C. Кислотность грибковой кефирной закваски 75-110°Т, производственной – 95-100°Т.

### **Бактериальные концентраты**

Микроорганизмы в молоко могут вноситься в виде бактериальных концентратов – сухих и жидких.

Процесс получения бакконцентрата включает наращивание клеток молочнокислых бактерий в жидкой питательной среде, их отделение центрифугированием, высушивание или замораживание в защитной среде.

Предложено много питательных сред для выращивания различных видов молочнокислых бактерий, например, их можно выращивать в смеси сыворотки творожной или сырной с гидролизированным молоком с добавлением буферных солей и сти-



муляторов роста, кукурузного экстракта. Накопление биомассы ведут при постоянном значении pH, оптимальном для каждого вида культур. По окончании процесса культуральную жидкость охлаждают до 3-8°C и сразу направляют на суперцентрифугирование (бактофугирование). Отделение клеток от среды осуществляют в конце лог-фазы, когда в 1 мл суспензии содержатся сотни миллионов микроорганизмов.

В процессе высушивания бакконцентрата клетки, теряя влагу, переходят в состояние анабиоза и становятся устойчивыми к внешним факторам. Часть клеток при высушивании погибает, поэтому применяют защитные вещества: раствор сахара, стерилизованное обезжиренное молоко с повышенным содержанием сухих веществ (16 %). Концентраты высушивают сублимацией, распылением, расфасовывают в пробирки, закрывают резиновыми пробками и заливают парафином.

Замораживание бакконцентратов производят в жидком азоте (температура – 196°C) с использованием криозащитных веществ: сахаров, одно- и многоатомных спиртов. Микробиологический состав заквасок хорошо сохраняется. Хранят замороженные бакконцентраты при температуре –6, –8 или –18°C. При этом активность не теряется в течение 6 мес.

Использовать бакконцентраты можно непосредственно внося в молоко после активации, либо приготовив предварительно производственную закваску; возможно внесение БП без активации непосредственно в молоко (закваски прямого внесения DVS).

Таким образом, использование БП позволяет исключить стадии приготовления лабораторной закваски, уменьшить опасность поражения бактериофагом и загрязнения посторонней микрофлорой; исключаются затраты на воду, пар, электричество, среды. Высокая концентрация клеток и их высокая активность препятствуют росту и подавляют развитие посторонней микрофлоры, позволяют получать стабильно высокое качество готовой продукции, сохранять потребительские свойства в течение длительного времени и увеличить сроки хранения.

Рекомендуемая литература:

1. Бредихин С.А., Космодемьянский Ю.В., Юрин В.Н. Технология и техника переработки молока.- М.: КолосС, 2003.- 400 с.
2. Горбатова К. Биохимия молока и молочных продуктов.- СПб.: ГИОРД, 2000.- 320 с.
3. Липатов Н.Н. Сепарирование в молочной промышленности.- М.: Пищевая промышленность, 1971.- 400 с.
4. Степаненко П.П. Микробиология молока и молочных продуктов.- М.: Всё для Вас – Подмоскowie, 1999.- 412 с.
5. Технология молока и молочных продуктов / Г.В.Твердохлеб, З.Х.Диланян, Л.В.Чекулаева, Г.Г.Шиллер.- М.:Агропромиздат, 1991.- 463 с.
6. Шалыгина А.М., Калинина Л.В. Общая технология молока и молочных продуктов.- М.: КолосС, 2006.- 199 с.

Соискатель ученого звания профессор

М.Мусульманова

Подпись Мусульмановой М.М. удостоверяю:

Начальник ОК КГТУ им. И.Раззакова

Г.А.Косик