**Содержание**

1. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МОЛОКА ПРИ ЕГО ХРАНЕНИИ И ОБРАБОТКЕ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 3

* 1. Охлаждение, хранение и транспортирование молока\_\_\_\_\_\_\_ 3
  2. Механическая обработка молока\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 5
  3. Замораживание молока\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_9

ЛИТЕРАТУРА\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 11

**1. Физико-химические изменения молока при его хранении**

**и обработке**

**1.1 Охлаждение, хранение и транспортирование молока**

В процессе длительного хранения молока на фермах при температуре от 3 до 5 °С в течение от 2 до 5 суток и транспортировке на молочные заводы происходит в той или иной степени изменение почти всех основных составных частей молока и его свойств. Более значительному изменению подвергаются жир и белки, менее значительному - витамины, соли. Нарушение структуры липидных и белковых компонентов часто сопровождается ухудшением органолептических и технологических свойств молока. Вследствие перехода жира из жидкого состояния в твердое при хранении несколько повышается вязкость и плотность молока, титруемая кислотность увеличивается на 0,5-2 °Т и т. д.

Жир. В процессе хранения и транспортировки молока нарушается структура оболочек шариков жира и происходит гидролиз жира под действием нативных и бактериальных липаз - липолиз. Гидролиз жира приводит к прогорканию молока.

При хранении молока в условиях низких температур бактериальные липазы играют незначительную роль в липолизе.

Нативные липазы, вступая в контакт с жиром при определенных условиях, вызывают его гидролиз. При этом различают два вида липолиза: спонтанный (самопроизвольный) и индуцированный (наведенный).

Спонтанный липолиз происходит при охлаждении молока, склонного к прогорканию. В процессе охлаждения плазменная липаза связывается с оболочками шариков жира и вызывает его гидролиз. Чувствительность молока к липолизу обусловливается зоотехническими факторами - индивидуальными особенностями животных, их физиологическим состоянием-, стадией лактации, режимами кормления и др. Спонтанный липолиз характерен для стародойного молока и молока, полученного от больных маститом животных.

Индуцированный липолиз возникает при разрушении оболочек шариков жира в процессе получения и обработки молока с одновременным активированием липазы. Прогорканию молока способствуют многочисленные факторы. К ним следует отнести нарушение техники машинного доения - неправильную установку молокопроводов, завышение их диаметра, особенно на стыках, подсос воздуха в системе и пр. Установлено, что частота возникновения липолиза молока при доении коров вручную в 1,5-2 раза ниже, чем при машинном доении.

Сильное разрушение оболочек шариков жира и повышение активности липазы обусловлено интенсивным механическим воздействием на молоко при транспортировке, а также многократном перемешивании и переливании в процессе длительного хранения при низких температурах. Например, транспортировка молока на расстояние 100 км в цистернах со степенью заполнения 100, 75, 50 % способствует повышению количества СЖК соответственно на 5, 12 и 20 %. Содержание же СЖК в молоке к концу первых суток хранения при 3-5 °С увеличивается в среднем на 30 %, к концу вторых суток - на 50 %

Белки. Распад белков (протеолиз) в сыром охлажденном молоке при длительном хранении могут вызывать нативные протеазы (протеиназы) молока, а также протеолитические ферменты посторонней микрофлоры.

Нативные протеазы молока, обладающие специфичностью по отношению к β-казеину, связаны главным образом с мицеллами казеина, и лишь небольшое их количество находится в плазме. При низких температурах (от 3 до 5 °С) происходит переход β-казеина и протеаз из мицелл казеина в плазму молока, в результате чего под действием ферментов β-казеин распадается на γ-казеины и компоненты протеозо-пептонной фракции.

Повышение содержания γ-казеина и протеозо-пептонной фракции может отрицательно влиять на сычужную свертываемость, синеретические свойства белковых сгустков, термоустойчивость молока и другие его технологические свойства.

Витамины и соли. При хранении и транспортировке молока не наблюдается заметного снижения количества витаминов. Исключение составляет витамин С. Так, при хранении молока в течение 2 суток он разрушается на 18 %, а в течение 3 суток - на 67 %. Общие потери витамина С при хранении и транспортировке молока могут составлять 50 % и более.

В процессе хранения может происходить перераспределение форм минеральных веществ (солей).

**1.2 Механическая обработка молока**

Механические воздействия при центробежной очистке молока, сепарировании, перекачивании, перемешивании и гомогенизации в основном сопровождаются изменениями степени дисперсности и стабильности жировой фазы. В зависимости от конструкций аппаратов и условий работы на них, а также от температуры и кислотности молока при его механической обработке возможно дробление крупных шариков жира или, наоборот, агрегирование, скопление шариков и даже их слияние вследствие дестабилизации жировой эмульсии. При механической обработке может образовываться пена, снижающая устойчивость низкодисперсных фаз молока (жира и белков). Количество пены зависит от свойств и температуры молока, конструкции аппаратов и т. д. Физико-химические свойства молока изменяются незначительно.

Исключение составляет вязкость молока, которая после гомогенизации повышается.

Жир. Центробежная очистка не вызывает существенных изменений жира. Потери жира и изменение размеров шариков незначительны.

Степень обезжиривания при сепарировании зависит от состава и физико-химических свойств молока, степени диспергирования жира, плотности, вязкости и кислотности молока. Перечисленные показатели молока определяются породой коров, стадией лактации и другими факторами. Длительное хранение молока при низких температурах (от 3 до 5 °С) перед сепарированием приводит к повышению вязкости и кислотности молока и тем самым снижает степень его обезжиривания. Предварительное перекачивание, перемешивание и пастеризация молока также отрицательно влияют на степень обезжиривания, так как при механической и тепловой обработке может происходить дробление шариков жира и частичное подсбивание жира.

Степень обезжиривания повышается с увеличением температуры молока. Повышение температуры сепарирования обычно сопровождается дроблением шариков жира и вспениванием сливок Образование пены способствует частичной дестабилизации шариков жира и белков. Вследствие выделения на поверхности шариков свободного жира происходит их слипание и образование комочков жира. Степень дестабилизации жира повышается с увеличением жирности сливок.

Перекачивание молока вызывает изменение степени дисперсности жира - происходит диспергирование крупных шариков жира (диаметр от 4 до 6 мкм и более) с одновременным уменьшением количества мелких шариков (диаметром менее 2 мкм) и увеличением числа средних. Степень диспергирования жира увеличивается с возрастанием напора в линии нагнетания.

Большее диспергирующее действие на жировую фазу молока оказывают центробежные насосы, меньшее - насосы диафрагменного типа.

В результате механического воздействия на оболочки шариков жира в процессе перекачивания молока происходит частичная дестабилизация жира (при работе некоторых насосов молочный жир даже сбивается в комочки).

Степень дестабилизации жировой эмульсии увеличивается с повышением напора в линии нагнетания, жирности и кислотности молока, а также при подсасывании в молоко воздуха. Центробежные насосы оказывают на жировую фазу большее разрушающее действие по сравнению с ротационными.

Перемешивание парного молока мешалками (при охлаждении до 5 °С и хранении в резервуарах) существенно не влияет на диспергирование и стабильность жировой фазы. Однако неоднократное перемешивание и переливание молока в процессе длительного хранения до поступления на молочные заводы снижают стабильность жировой эмульсии. Так, содержание дестабилизованного жира в сыром молоке, поступающем на переработку, как правило составляет от 1,1 до 2,5 % общего содержания жира, в то время как в парном молоке его лишь от 0,3 до 0,7 %.

Гомогенизация молока и сливок, предназначенная для увеличения степени диспергирования жировой фазы, повышает стабильность жировой эмульсии молока и молочных продуктов, улучшает их консистенцию и вкус, а также способствует лучшей переваримости молочного жира организмом человека. В результате гомогенизации образуются однородные по величине (диаметром около 1 мкм) шарики жира. Степень диспергирования жира зависит от температуры и давления гомогенизации.

В молоке после гомогенизации не происходит скоплений шариков жира и практически не наблюдается отстоя сливок. Однако в гомогенизированных сливках могут образовываться агрегаты и скопления шариков жира, что можно объяснить следующим образом. В процессе гомогенизации резко увеличивается общая площадь поверхности шариков жира и происходит изменение состава оболочек. Нативных оболочечных компонентов недостаточно для того, чтобы покрыть возросшую поверхность шариков жира. Поэтому дефицит оболочечного вещества компенсируется за счет адсорбирования белков молочной плазмы - казеина и сывороточных белков (β-лактоглобулина и др.). Следовательно, в гомогенизированных молоке и сливках формируются новые оболочки шариков жира из нативных оболочечных компонентов, казеина и сывороточных белков.

В молоке, характеризующемся низким содержанием жира, процесс адсорбции поверхностно-активных веществ плазмы происходит быстро, что приводит к восстановлению и даже повышению стабильности жировой эмульсии. Так, гомогенизация молока при давлении от 10 до 15 МПа снижает количество дестабилизованного жира в молоке по сравнению с исходным в 1,5-2 раза.

При гомогенизации сливок, особенно с повышенным содержанием жира, формирование новых оболочек шариков идет медленнее, чем в молоке, и часть жира может остаться незащищенным. Для образования новых оболочек необходимо иметь в сливках отношение СОМО/жир выше 0,6-0,85. В сливках из дестабилизованных шариков жира выдавливается жидкий жир, с его помощью, а также при участии субмицелл казеина в процессе соударений шариков образуются агрегаты и скопления. Может происходить также слияние отдельных шариков с образованием вторичных шариков большего диаметра.

Белки, соли и ферменты. Общие потери азотистых веществ при центробежной очистке не превышают 2,5 %. Также незначительны потери белков при бактофугировании и сепарировании. Попадание в молоко воздуха в процессе перекачивания может снизить стабильность частиц белка. Однако изменение степени диспергирования белков обычно незначительно и не отражается на способности молока к сычужному свертыванию.

В процессе гомогенизации изменяются структура и свойства белков.

Диаметр мицелл казеина уменьшается, часть их распадается на субмицеллы, которые адсорбируются поверхностью шариков жира. С повышением давления гомогенизации в молоке и особенно в сливках наблюдается агрегация частиц казеина. Меняются и структурно-механические, а также синеретические свойства кислотного и сычужного сгустков: повышается прочность сгустков и замедляется синерезис.

На соли и ферменты молока более значительное влияние оказывает гомогенизация. В процессе гомогенизации меняется солевой состав молока: в плазме молока увеличивается количество кальция в ионно-молекулярном состоянии, а часть коллоидного фосфата и цитрата кальция адсорбируется поверхностью шариков жира.

После гомогенизации часто наблюдается активация ферментов молока - ксантиноксидазы, липазы и др. Активация липазы в гомогенизированном молоке может сопровождаться образованием свободных жирных кислот, повышением титруемой кислотности и прогорканием молока.

Физико-химические свойства молока. При механической обработке они меняются следующим образом. Титруемая кислотность молока в результате центробежной очистки снижается на 0,5-4 °Т, а при бактофугировании - на 3-4 °Т.

Плотность молока после перекачивания насосами незначительно отличается от исходной, а вязкость в результате диспергирования жира несколько возрастает. В результате гомогенизации понижается поверхностное натяжение и увеличивается вязкость молока.

Повышение вязкости гомогенизированного молока и сливок обусловлено увеличением общей площади поверхности жировой фазы, образованием агрегатов шариков жира и адсорбцией белков на их оболочках.

**1.3 Замораживание молока**

Изменение состава и свойств молока под влиянием низких температур зависит от температуры и скорости замораживания.

Замораживание молока при любых температурах происходит неравномерно. Вначале замерзает слой чистой воды на границе раздела фаз (на стенках, вверху и на дне сосуда), а в оставшейся жидкой части концентрируются компоненты молока, в том числе электролиты (соли Ca и др.), которые могут вызвать нежелательные изменения белков и жира.

При медленном замораживании не замерзшими остаются вся связанная вода (от 3 до 3,5 %) и часть свободной влаги молока. Так при температуре замораживания -10 °С количество не замерзшей воды составляет от 7 до 7,5 %, т.е. на свободную влагу приходится около 4 %. В этой части воды повышается концентрация белков, солей и молочного сахара. В концентрированном растворе увеличивается вероятность столкновения и укрупнения частиц казеина. Концентрация электролитов в не замерзшей части молока может достичь такого предела, при котором они начинают снижать заряд казеиновых мицелл, вызывая их агрегацию. Помимо этого, при льдообразовании из коллоидных частиц белка может удаляться гидратационная вода, т.е. происходить обезвоживание и денатурация белковых молекул с потерей их стабильности. Этому способствует также понижения pH молока и кристаллизация лактозы. Таким образом, в медленно замороженном молоке происходят физико-химические изменения белков, приводящих к частичной или полной их коагуляции. Оттаявшее после замораживания молоко быстрее свертывается сычужным ферментом по сравнению с обычным.

При быстром замораживании молока при температуре ниже -22 °C остается не замерзшей около 3-4 % воды, т.е. почти вся свободная влага переходит в лед, а в жидком состоянии находится лишь связанная влага, которая не обладает свойством растворять соли, поэтому денатурационных изменений белков не происходит. При высоких температурах замораживания (от -5 до -10 °С) может разрушаться жировая эмульсия. В процессе охлаждения жировые шарики отвердевают (форма их становится угловатой), свойства оболочечного вещества изменяются под влиянием не замороженной части плазмы. В результате этих изменений нарушается целостность оболочек жировых шариков, т.е. происходит частичная дестабилизация жировой фазы с выделением свободного жира. Замороженное и оттаявшее молоко быстрее сбивается, при нагревании в нем появляются капли жира, при хранении оно более склонено к липолизу. Быстрое замораживание молока при низких температурах (ниже -22 °С) предотвращает нарушение жировой эмульсии. Предварительно проведенная гомогенизация молока повышает стабильность жировой фазы.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. [Электронный ресурс] – Режим ввода: catalog.studentochka.ru/08113.html - 48k –
2. [Электронный ресурс] – Режим ввода: forstudent.msk.ru/23/15502.htm - 18k -
3. [Электронный ресурс] – Режим ввода:forstudent.msk.ru/23/15502.htm - 18k -
4. [Электронный ресурс] – Режим ввода:www.wiseowl.ru/showwork/845/ - 21k –