

Министерство сельского хозяйства РФ  
Мичуринский филиал  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

**Биохимия и микробиология молока  
и молочных продуктов**

Часть I

**Учебное пособие**

Брянск, 2015

Б 63

Биохимия и микробиология молока и молочных продуктов. В 2-х ч. Ч. 1.: учебное пособие / Сост. Н.А. Савелькина – Брянск: Мичуринский филиал ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», 2015.- 129 с.

В учебном пособии в кратком виде изложен химический состав, свойства молока, биохимические, физико-химические и микробиологические изменения молока при хранении и переработки. Описаны процессы, происходящие при производстве кисломолочных продуктов, сыра, масла, молочных консервов, детских и других продуктов.

Пособие предназначено для обучающихся по специальности 19.02.07 Технология молока и молочных продуктов,

Рецензенты:

Слезко А.П., преподаватель химии Мичуринского филиала Брянского ГАУ

Васина А.Н., преподаватель химии Брянского филиала Российского государственного университета

УДК 637.12.04  
ББК 36.95я73

©Савелькина Н.А. 2015  
©ФГБОУ ВО «Брянский  
государственный аграрный  
университет»  
Мичуринский филиал , 2015

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
<b>Введение</b>	4
<b>Раздел 1. Тема 1.1 Составные части молока</b>	5
<b>Раздел 2. Специальная микробиология Тема 2.1</b>	54
<b>Микроорганизмы, используемые при производстве молочных продуктов</b>	
<b>Тема 2.2. Возбудители порчи молока и молочных продуктов</b>	66
<b>Тема 2.3. Патогенные микроорганизмы, встречающиеся в молоке и молочных продуктах.</b>	71
<b>Тема 2.4. Санитарно-показательные микроорганизмы.</b>	85
<b>Тема 1. 2. Физико-химические, органолептические и технологические свойства молока</b>	98
<b>Тема 2.5. Микробиология сырого молока</b>	104
<b>Тема 1.3. Изменение хим. состава и свойств молока под влиянием различных факторов.</b>	114
<b>Тема 1.4. Биохимические и физико-химические изменения молока при его хранении и обработке.</b>	122
<b>Литература</b>	130

## ВВЕДЕНИЕ

Биологическая химия, или биохимия - наука, изучающая химический состав организмов и химические процессы, лежащие в основе их жизнедеятельности.

Одной из важнейших составных частей биологической химии, занимающейся изучением биохимических процессов, протекающих в сырье растительного и животного происхождения при его хранении и переработке, является техническая биохимия, в частности, биохимия молока, биохимия мяса, биохимия зерна и т. д.

В основе производства молочных продуктов лежат биохимические превращения основных составных частей молока - углеводов, белков, липидов и солей. В связи с этим в курсе Биохимия молока и молочных продуктов значительное место отведено изучению состава молока с рассмотрением химической природы, структуры, биологической ценности, функциональных свойств, а также биохимических изменений компонентов молока в процессе его хранения и переработки.

Большое внимание уделяется биохимическим и физико-химическим процессам, протекающим в молоке при выработке основных молочных продуктов, предотвращению возникновения различных пороков, снижению потерь сырья и т.д.

Правильная организация и совершенствование технологических процессов, улучшение качества и свойств молочных продуктов невозможны без знания основ биохимии молока и молочных продуктов.

При изучении биохимии молока и молочных продуктов используют достижения смежных наук, таких как органическая, физическая и коллоидная химия, физиология, животноводство, биохимия питания и др. Вместе с тем, биохимия молока служит научной основой для последующего изучения технологии, микробиологии молока и молочных продуктов.

Микробиология - одна из биологических наук, изучающая строение, жизнедеятельность, закономерности и условия развития микроскопических организмов, видимых только с помощью увеличительных приборов (микроскопов). Размеры многих из них настолько малы, что в капле воды их могут быть миллионы. К числу микроорганизмов относятся бактерии, актиномицеты, грибы, в том числе мицелиальные грибы, дрожжи, мельчайшие водоросли, простейшие (одноклеточные) животные организмы и неклеточные формы - вирусы, фаги.

Ниже приведены основные отличия микроорганизмов от других живых существ, обитающих на Земле.

1) Микроскопические размеры, 2) одноклеточное строение (большинство), 3) чрезвычайная распространенность в окружающей среде, вездесущность (повсюду: в почве, воде, воздухе, на поверхности тела, в кишечнике человека и животных, на поверхности растений обитают самые разнообразные виды бактерий, грибов, дрожжей и пр.), 4) высокая скорость размножения, 5) интенсивность обмена, 6) многообразие форм метаболизма и его пластичность.

Микроорганизмы играют чрезвычайно важную роль в природе - осуществляют круговорот органических и неорганических веществ, минерализуют растительные и животные остатки. Но могут приносить большой вред - вызывая

порчу сырья, пищевых продуктов, органических материалов. При этом могут образовываться токсические вещества.

Многие виды микроорганизмов являются возбудителями болезней человека, животных и растений.

В то же время микроорганизмы в настоящее время широко используются в народном хозяйстве: с помощью разных видов бактерий и грибов получают органические кислоты (уксусную, лимонную и др.), спирты, ферменты, антибиотики, витамины, кормовые дрожжи. На основе микробиологических процессов работают хлебопечение, виноделие, пивоварение, производство молочнокислых продуктов, квашение плодов и овощей, а также другие отрасли пищевой промышленности. В настоящее время специализировались основные разделы микробиологии:

## **Раздел 1. Тема 1. Составные части молока**

### **Понятие о молоке. Химический состав молока.**

- 1. Предмет биохимии и методы анализа.**
- 2. Роль русских ученых в развитии биохимии.**
- 3. Понятие о молоке. Химический состав молока.**
- 4. Пищевая и биологическая ценность молока и молочных**

**продуктов.**

- 1. Предмет биохимии и методы анализа.**

**Биохимия молока** изучает состав и свойства молока: химическую природу, функции, структуру, состава основных его компонентов (белков, жиров, углеводов) и биохимические процессы, протекающие при производстве и хранении молока и молочных продуктов.

**Методы исследования:** химические, физико-химические.

- 2. Роль русских ученых в развитии биохимии молока и молочных продуктов.**

Большое влияние на развитие биохимии молока как науки о молоке оказали исследования великих русских ученых И.П. Павлова и И.И. Мечникова.

1) **И.П. Павловым** (1849-1936 гг.) впервые дано научное объяснение легкой перевариваемости и усвояемости составных частей молока и молочных продуктов, ему принадлежит всем известное определение пищевой ценности молока как продукта, приготовленного самой природой.

2) **И.И. Мечников** (1845-1916 гг), занимаясь вопросами долголетия, первым обратил внимание на исключительно ценные диетические и лечебные свойства кисломолочных продуктов, которые подтверждены и полностью объяснены в настоящее время.

3) Начало систематическому изучению свойств молока и молочных продуктов было положено **Ав. А. Калантаром** – основоположником отечественного молочного дела. Ав. А. Калантар (1859-1937 гг.) **организовал первую в России молочную лабораторию** при Едимоновской молочной школе, в которой занимался изучением процесса производства швейцарского сыра,

применением при его выработке солей кальция, разработкой формул для расчетов сухих веществ молока и т.д.

Ав. А. Калантар затем в Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева и Ереванском зооветеринарном институте.

4) Биохимия молока (химия молока) как наука была создана в советское время проф. Г.С. Иниховым и Я.С. Зайковским.

**Г.С. Инихову** принадлежат многочисленные исследования по изучению состава и свойств молока и молочных продуктов, разработке **методов контроля качества сырья и готовых продуктов и т.д.**

**Им написаны (1922-1926 гг.) первые учебники «Химия молока» и «Анализ молока».** В дальнейшем его учебники по биохимии молока и молочных продуктов для техникумов и вузов и практические руководства по методам анализа молока и молочных продуктов переиздавались много раз. Г.С. Инихов большое внимание уделял педагогической работе. Много лет он работал в Вологодском молочном институте и Московском технологическом институте мясной и молочной промышленности, где подготовил много кандидатов и докторов наук.

**Проф. Я.С. Зайковский** работа в Вологодском молочном институте, затем много лет работал в Омском сельскохозяйственном институте. Его работы были посвящены **изучению состава, физико-химических свойств молока, химизма сычужного свертывания, развитию теории маслообразования и др.**

Широкую известность получил труд Я.С. Зайковского **«Химия и физика молока и молочных продуктов»**, изданный в 1930 г. и переизданный в 1938 и 1950 гг.

5) Значительный вклад в развитие биохимии молока внес проф. С.В. Парашук (1873-1950 гг.). Им проведена большая работа **по изучению влияния кормов на состав и свойства молока и масла, свойств сычужного фермента и пепсина.**

**Он разработал основы технологии детских лечебных и диетических молочных продуктов** и впервые в СССР организовал их производство. Много лет он занимался подготовкой инженеров-технологов в Ленинградском институте инженеров молочной промышленности, и в котором с 1931 по 1949 заведовал кафедрой технологии молока и молочных продуктов.

Развитию биохимии молока и молочных продуктов способствовали также работы Л.П. Белоусова, П.П. Брио и др.

6) В настоящее время огромную научно-исследовательскую работу в области биохимии молока ведут коллективы сотрудников Всесоюзного научно-исследовательского института молочной промышленности (ВНИМИ), Всесоюзного научно-исследовательского института маслодельной и сыродельной промышленности (ВНИИМС) НПО «Углич», Украинского научно-исследовательского института мясной и молочной промышленности (УкрНИИ-маслопром) и ученые ряда учебных заведений.

### 3. Понятие о молоке. Химический состав молока.

**Молоко – биологическая жидкость, которая образуется в молочной железе млекопитающих и предназначена для вскармливания детеныша и предохранения его от инфекции в первые дни жизни.**

Это многокомпонентная сбалансированная система, обладающая высокими питательными, иммунологическими и бактерицидными свойствами.

В состав молока входят белки, липиды, углеводы, минеральные вещества, витамины, ферменты, гормоны и ряд других компонентов. Однако количественный и качественный состав молока разных представителей млекопитающих может сильно различаться. Он определяется видом млекопитающего, зависит от скорости роста детеныша, длительности периода вскармливания молоком, температуры окружающей среды и других факторов.

#### **Коровье молоко**

Средний химический состав коровьего молока представлен на схеме (в кабинете). Содержание отдельных компонентов в молоке непостоянно. Оно изменяется в течение лактации и зависит от породы, возраста животных, режимов кормления, болезней, условий содержания и пр.

Наибольший удельный вес (**более 85%**) в молоке занимает **вода**, на остальные компоненты (белки, минеральные вещества и др.), входящих в состав сухих веществ, или сухого остатка, приходится лишь 11 – 14%. Содержание так называемого сухого обезжиренного остатка молока (**СОМО**) составляет **8-9%**. Сухой остаток является наиболее ценной частью молока – при производстве молочных продуктов стремится к максимальному его сохранению.

Содержание сухого остатка молока по ГОСТ 3026 73 определяют методом высушивания навески молока при  $102\pm 2^\circ\text{C}$  до постоянной массы. Его также можно найти расчетным путем – сложением содержания СОМО и количества жира в молоке. Для этого содержание СОМО определяют по формуле, используя показатели жирности и плотности молока.



### 4. Пищевая и биологическая ценность молока и молочных продуктов.

В последние годы серьезное внимание полноценному рационному питанию населения, за счет повышения качества, биологической ценности и вкусовых

достоинств пищевых продуктов, а также расширения ассортимента и производства продуктов диетического питания.

Питание, несомненно, является основным фактором, определяющим физическое и умственное развитие, сопротивляемость человеческого организма отрицательным воздействиям, его трудоспособность, продолжительности жизни и т.д.

Современное представление о рациональном питании получило выражение в концепции (формуле) сбалансированного питания, разработанной в Институте питания АМН СССР под руководством акад. А.А. Покровского. Формула сбалансированного питания для взрослого человека, отражающая его дневную потребность в пищевых веществах, приведена в таб. 1.

**Под рациональным питанием** понимают не только обеспеченность организма достаточным количеством энергии, белков, жиров, углеводов, минеральных веществ, витаминов и других незаменимых факторов питания, и поступление этих веществ в определенных сбалансированных по отношению друг к другу количествах.

Например, согласно формуле сбалансированного питания оптимальным считается соотношение между белками, жирами и углеводами 1:1:4 (или 1:0,8:3,5-4), между растительными и животными жирами 1:3, между кальцием и фтором 1:1,5-1,8, между кальцием и магнием 1:0,6, между белком и витамином С 1:1000 (т.е. на 1 г белка должен поступать 1 мг витамина С) и т.д.

Следовательно, пищевая ценность любого продукта питания тем выше, чем больше он удовлетворяет потребностям организма в пищевых веществах. Поэтому пищевую ценность продуктов определяют путем расчета процента соответствия каждого из наиболее важных компонентов продуктов формуле сбалансированного питания.

Среди огромного количества различных продуктов животного и растительного происхождения наиболее совершенными, т.е. наиболее ценными в пищевом и биологическом отношении, являются молоко и **молочные продукты**.

Пищевая ценность молока состоит в том, что оно содержит все необходимые для человеческого организма питательные вещества (белки, жиры, углеводы, минеральные вещества, витамины, воду) в хорошо сбалансированных соотношениях и легкопереваримой форме.

*Пожалуй, нет ни одного продукта (за исключением яиц) в питании человека, который бы так удачно сочетал весь комплекс необходимых веществ, как молоко.*

Как известно, важная роль в рациональном питании принадлежит **животным белкам**. По перевариваемости и сбалансированности аминокислотного состава белки молока относятся к наиболее биологически ценным.

*Их перевариваемость (усвояемость) составляет 96-98%, показатель чистой утилизации 82%.*

**Важно отметить, что основной белок молока – казеин – легко «атакуется» и переваривается в нативном неденатурированном состоянии с помощью протеолитических ферментов пищеварительного тракта.**



Сравнение состава незаменимых аминокислот белков молока с составом «идеального» белка свидетельствует о практическом отсутствии у них аминокислот, лимитирующих биологическую ценность белков.

Некоторый дефицит серосодержащих аминокислот, в основном цистина, отмечен для казеина, но ими богаты сывороточные белки молока. Сывороточные белки характеризуются также высоким содержанием двух других наиболее дефицитных аминокислот: лизина и триптофана. Поэтому введение сывороточных белков молока в пищевые продукты, особенно растительного происхождения, способствует резкому увеличению их биологической ценности, что связано с улучшением степени сбалансированности аминокислотного состава.

Определенную ценность в питании человека представляет **жир молока**. По сравнению с жирами животного происхождения он **лучше усваивается** в организме человека. Этому способствуют,

**во-первых**, относительно низкая температура плавления жира (28-33°C);

**во-вторых**, нахождение его в молоке в токсикодиспергированном виде. Коэффициент переваримости молочного жира составляет **97-99%**.

Молочный жир содержит сравнительно мало незаменимых полиненасыщенных жирных кислот. Однако при употреблении 0,5л молока покрывается около 20% суточной потребности человека в этих кислотах. Присутствие же в молочном жире дефицитной арахидоновой кислоты, жирных кислот с короткой цепью, а также значительных количеств фосфолипидов и витаминов (А,В,Е) повышает его биологическую ценность. Кроме того, соотношение жира и белка в молоке близко к оптимальному.

Важным компонентом молока является **лактоза**. В отличие от других сахаров она **относительно плохо растворима в воде, медленно всасывается в кишечнике и тем самым стимулирует развитие в нем молочнокислых палочек, которые, образуя молочную кислоту, подавляет гнилостную микрофлору и способствуют лучшему всасыванию кальция и фосфора. Особенно важная роль лактозы в питании грудных детей.**

Большое значение в питании человека имеют минеральные вещества. Прежде всего следует отметить высокое содержание в молоке и молочных продуктах **кальция и фосфора**, выполняющих ряд важных функций в организме человека. Оба элемента находятся в молоке в хорошо сбалансированных соотношениях, что обуславливает их сравнительно высокую усвояемость. Так, отношение между кальцием и фосфором в молоке составляет 1:1-1,4:1 (в твороге и сыре 1:1,5-1:2), в то время как в мясе и рыбе оно равно соответственно 1:13 и 1:11. Около **80%** суточной потребности человека в кальции удовлетворяется за **счет молока и молочных продуктов.**

Вместе с тем молоко сравнительно **бедно** некоторыми микроэлементами: железом, медью, марганцем, йодом, фтором.

В настоящее время делаются попытки вносить в молоко соединения к молочной основе, обычно добавляют соли железа.

Молоко и молочные продукты являются постоянным источником почти **всех витаминов**. Особенно богаты они относительно дефицитным в пищевых

продуктах **рибофлавином** – около **50%** суточной потребности человека в витамине удовлетворяется за счет молока и молочных продуктов.

Биологическую ценность молока дополняют разнообразные ферменты, гормоны, антитела, антибиотики и другие биологически активные вещества.

**Таким образом, пищевая и биологическая ценность молока бесспорна и оно должно являться незаменимым продуктом питания человека во все периоды его жизни.**

Весьма велика роль в питании и различных молочных продуктов – кисломолочных напитков, сыров, масла и др.

**Кисломолочные продукты** наряду с высокой пищевой и биологической ценностью обладают весьма важными диетическими свойствами, поэтому особенно рекомендуются для питания детей, лиц пожилого возраста и больных. Подобно молоку они содержат все основные пищевые вещества в хорошо сбалансированной форме, вследствие чего *легко перевариваются* в желудочно-кишечном тракте и быстро усваиваются организмом человека. Вместе с тем многие из них содержат белки в мелкодисперсном, частично расщепленном состоянии, что способствует особенно легкой их переваримости. Благодаря накоплению углекислоты, молочной кислоты и других вкусовых веществ *кисломолочные продукты возбуждают аппетит, стимулируют выделение желудочного сока, улучшают обмен веществ. Наличие в их составе живых микроорганизмов, способных прижиться в кишечнике и подавлять гнилостную микрофлору, приводит в торможению гнилостных процессов* и прекращению образования ядовитых продуктов распада белка – фенола, индола, скатола и др.

Такие кисломолочные продукты, как кумыс, кефир, творог, ацидофильно-дрожжевое молоко и другие ацидофильные продукты, также обладают лечебными свойствами. Например, кумыс улучшает пищеварение и оказывает антибиотическое действие, поэтому применяется при лечении некоторых форм туберкулеза, хронического бронхита, желудочно-кишечных заболеваний, малокровия и т.д.

Кефир стимулирует желудочную секрецию, рекомендуется для питания больных желудочно-кишечными и легочными заболеваниями.

**Творог** благодаря высокому содержанию ценной аминокислоты – метионина – обладает **липотропными и антисклеротическим** действием и применяется при заболеваниях печени, почек и сердечно-сосудистой системы. Он также является одним из важных источников легкоусвояемых белков, а ацидофильно-дрожжевой творог витаминов **В<sub>1</sub>** и **В<sub>12</sub>**.

**Ацидофильные кисломолочные продукты** (ацидофильное молоко, ацидофилин, ацидофильная паста и ацидофильно-дрожжевое молоко) обладают **антибиотическими** свойствами и применяются при лечении желудочно-кишечных заболеваний: язвенных колитов, гастритов, детской дисперсии и др.

Высокая пищевая и биологическая ценность **сыров**, как и творога, обусловлена содержанием большого количества **легкоусвояемых белков** и продуктов их ферментативного распада, **минеральных веществ** (кальция и фосфора), **витаминов**, органических кислот и т.д. Благодаря острому вкусу и специфическому аромату сыры возбуждают аппетит и способствуют активному

выделению желудочного и кишечного сока. Вместе с тем традиционные **высокожирные сыры** (швейцарский, советский, голландский и пр.) имеют высокую **энергетическую ценность**.

**Масло сливочное** наряду с высокими органолептическими показателями (специфические вкус и аромат, пластичная консистенция) и хорошей усвояемостью организмом человека характеризуется подобно сырам высокой **энергетической ценностью**, но менее сбалансированным химическим составом.

В настоящее время, когда изменился характер труда человека, резко снизились его физические нагрузки вследствие внедрения в производство разнообразных технических средств, а также малоподвижного образа жизни, в высокоразвитых странах, наблюдается высокая калорийность питания населения за счет излишнего потребления жиров и углеводов. В связи с этим наметилась тенденция к выпуску пищевых продуктов пониженной калорийности (энергетической ценности). Это в первую очередь относится к молочным продуктам.

### **Контрольные вопросы:**

1. Каков средний химический состав коровьего молока?
2. Массовые доли каких составных частей молока контролируются на молочных предприятиях?
3. В каком состоянии находится вода в молоке?

### **Химический состав молока. Вода в молоке. Белки.**

1. **Вода в молоке.**
2. **Классификация и функции белков молока.**
3. **Состав и структура белков.**

#### **1. Вода в молоке.**

В молоке содержится 86-89% воды, большая часть которой (83-86%) находится в свободном состоянии, а меньшая часть (3-3,5%) – в связанной форме.

**Свободная вода** является растворителем органических и неорганических соединений молока (лактозы, минеральных элементов, кислот, ароматических веществ и пр.). Как растворитель свободная вода участвует во всех биохимических процессах, протекающих в молоке при выработке молочных продуктов. Ее легко можно удалить, сгущая, высушивая и замораживая молоко.

**Связанная вода** по форме связи с компонентами (продуктом) согласно классификации П.А. Ребиндера делится на **три группы: вода химической, физико-химической и механической связи**. Формы связи воды отличаются природой и величиной энергии (прочности) связи.

1) **Химическая.** Наиболее прочной является химическая связь воды в химических соединениях и кристаллогидратах. Эта связь с трудом разрушается при нагревании. В молочных продуктах химически связанная вода представлена водой кристаллогидратов молочного сахара ( $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot nH_2O$ ). Ее можно удалить при нагревании гидратной формы сахара до температуры 125-130°C.

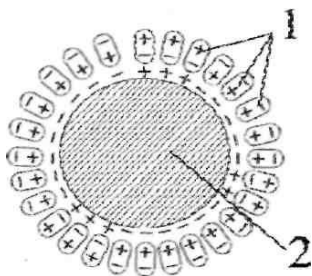
2) **Физико-химическая** связь воды характеризуется средней прочностью, она образуется в результате притяжения диполей воды полярными группами молекул белков (фосфолипидов, олигосахаридов и др.).

Гидратация частиц белка обусловлена наличием на их поверхности, а также внутри белковых молекул полярных групп – COOH, -OH, -CO- NH-, NH<sub>2</sub>-, -SH и др.

При адсорбировании воды диполи располагаются несколькими слоями вокруг гидрофильных центров молекулы белка, образуя так называемую гидратную (водную) оболочку. От интенсивности и прочности гидратной оболочки зависит стабильность мицелл казеина.

**Первый (мономолекулярный) слой оболочки**, представляющий собой ориентированные неподвижные молекулы воды, связан с белком наиболее прочно, последующий (диффузный) слой – с меньшей энергией связи.

**Воду первого слоя называют связанной водой, или влагой мономолекулярной адсорбции; воду остальных слоев – влагой полимолекулярной адсорбции**, свойства которой ближе к свойствам свободной воды.



. Схема гидратной оболочки белковой молекулы:

1 – диполи воды; 2 - белок

**Связанная вода** по своим свойствам значительно отличается от свободной воды.

- А) Она не замерзает при низких температурах (-40°C);
- Б) Не растворяет электролиты;
- В) Имеет плотность, вдвое превышающую плотность свободной воды;
- Г) Не удаляется из продукта при высушивании и т.д.;
- Д) Связанная вода в отличие от свободной недоступна микроорганизмам.

*Поэтому для подавления развития микрофлоры и пищевых продуктах свободную воду полностью удаляют или переводят в связанную, добавляя влагосвязывающие компоненты (сахар, соли, многоатомные спирты и пр.). При этом понижается величина так называемой «активности воды».*

Под **активностью воды**  $a_w$  понимают отношение давления паров воды над данным продуктом к давлению паров над чистой водой при одной и той же температуре. Минимальное значение  $a_w$ , необходимое для роста большинства бактерий, равно 0,8-0,9, для дрожжей и микроскопических грибов (плесеней) – 0,6-0,9.

3) **Вода механической связи** обладает свойствами свободной воды. Она механически захватывается и удерживается ячейками структуры (и капиллярами) продукта.

**В отличие от молока в молочных продуктах практически вся вода связана с другими компонентами и различается только формой связи.**

В капиллярно-пористых молочных продуктах (сухое молоко, казеин, сыр) влага заполняет макро- и микрокапилляры, а также удерживается поверхностью продукта (влага смачивания).

**Влага смачивания и влага макрокапилляров** особенно слабо связана с продуктом, поэтому при сушке она удаляется в первую очередь, а при его замораживании легко переходит в лед.

Наоборот, **влага микрокапилляров** более прочно удерживается продуктом, при сушке удаляется менее интенсивно. Влага микрокапилляров носит еще дополнительное название **гигроскопическая влага**, так как поглощение ее сухим материалом (сухое молоко, казеин) может происходить путем сорбции из окружающего воздуха. Влага, поглощаемая материалом только при непосредственном соприкосновении, называется *влажностью намокания* (влага макрокапилляров и смачивания).

В сильноструктурированных молочных продуктах (простокваша, кефир и др.) свободная вода молока при образовании сгустка заполняет внутренние объемы структурированных систем. Эта вода сравнительно легко удаляется при прессовании, центрифугировании, сушке, а также самопроизвольном сжатии сгустка (*синерезисе*).

## **2. Классификация и функции белков молока.**

Общее содержание белков в молоке колеблется от 2,9 до 4%. Белки молока разнообразны по строению, физико-химическим свойствам и биологическим функциям. Они необходимы для обеспечения нормального развития теленка, а также имеют особое значение в питании людей.

**Классификация и биологические функции белков.** В молоке обнаружена целая система белков, среди которых выделяют две главные группы:

**казеины и сывороточные белки.** Основная часть белков молока (78-85%) представлена казеинами (казеином). Из них:

α-казеин 45-55%.

χ-казеин 8-15%

β-казеин 25-35%

γ-казеин 3-7%

сывороточные белки 15-22%

β-лактоглобулин 15-22%

α-лактоглобулин 7-12%

альбумин сыворотки крови 0,7-1,3%

иммуноглобулины 1,9-3,3%

протеозо-пептоны 2-6%

К белкам молока следует отнести ферменты, некоторые гормоны (пролактин и др) и белки оболочек жировых шариков.

**Биологические функции** всех белков молока пока не выяснены. Известно, что:

1) **казеины** являются собственно пищевыми белками. Они максимально расщепляются пищеварительными протеиназами в нативном состоянии, в то время как обычно глобулярные белки приобретают эту способность только после денатурации (М.П. Черников).

2) **казеины** обладают свойством свертывания в желудке новорожденного с образованием сгустков высокой степени дисперсности. Кроме того, они являются источником кальция и фосфора, а также целого ряда физиологически активных пептидов.

3) **сывороточные белки**. Так, **иммуноглобулины** выполняют защитную функцию, являясь носителем пассивного иммунитета.

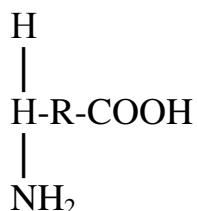
4) **лактоферрин** и другой белок – **лизоцим**, относящийся к ферментам молока, обладают антибактериальными свойствами.

5) **Лактоферрин**, а возможно, и  $\beta$ -лактоглобулин выполняют транспортную роль – переносят в кишечник новорожденного железо, витамины и другие важные соединения.

6)  **$\alpha$ -лактальбумин** имеет специфическую функцию: он необходим для переноса синтеза лактозы.

### 3. Состав и структура белков.

Аминокислотный состав белков. Белки молока содержат почти все аминокислоты, обычно встречающихся в белках. Аминокислоты белков относятся к ( $\alpha$ -аминокислотам L-формы и имеют общую формулу



#### Структура белков.

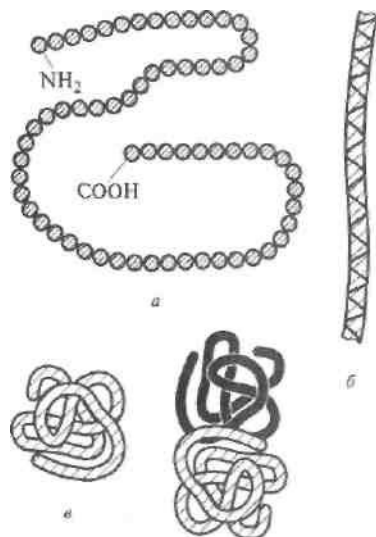
Для характеристики белков введены понятия о первичной, вторичной, третичной и четвертичной структурах белка, т.е. последовательности аминокислотных остатков в цепи и порядок ее пространственной организации

1) **первичная структура** – последовательное расположение аминокислотных звеньев в одну линию.

2) **вторичная структура** – спираль образования благодаря водородным связям между группами  $-\text{CO}-\text{NH}$

3) **третичная** – в пространстве закрученная спираль полипептидная цепь за счет взаимодействия различных функциональных групп

4) **четвертичная** – макромолекулы соединяются друг с другом и образуют крупный агрегат, где мономером является молекула белка.



## Составные части молока

- 1) Состав и свойства казеина
- 2) Фракционный состав казеина
- 3) ККФК

### 1) Состав и свойства казеина

Количество казеина в молоке составляет 2,3 – 2,9%. В практике под казеином понимают смесь белков (казеинов), осаждаемых из обезжиренного молока при подкислении до pH 4,6.

Очищенный казеин, выделенный из молока с помощью уксусной кислоты, представляет собой **аморфный порошок белого цвета, без запаха и вкуса, практически нерастворимый в воде, растворимый в слабых растворах щелочей, солей щелочных и щелочноземельных металлов и минеральных кислот.**

Он может быть разделен на фракции, разделяющиеся по составу и свойствам. **Элементарный средний состав** нефракционированного казеина (в %) следующий:

- Углерод – 53;
- Водород – 7,1;
- Азот – 15,63;
- Кислород – 22,6;
- Сера – 0,82;
- Фосфор – 0,85.

### **Физико – химические свойства.**

В растворе казеин имеет ряд свободных функциональных групп, которые обуславливают его заряд, характер взаимодействия с водой (гидрофильные свойства) и способность вступать в химические реакции. Носителями **отрицательных** зарядов и кислых свойств казеина являются (карбокисильные группы аспарагиновой и глютаминовой кислот). Носителями **положительных** зарядов и основных свойств – аминокруппы лизина, гуанидиновые группы аргинина и имидазольные группы гистидина.

При рН свежего молока (рН 6,6) казеин имеет **отрицательный** заряд. Равенство положительных и отрицательных зарядов (изоэлектрическое состояние белка) наступает в кислой среде при рН 4,6 - 4,7. **Следовательно, в составе казеина преобладают кислоты.** Кроме того, отрицательный заряд и кислые свойства казеина усиливают гидроксильные группы фосфорной кислоты.

Казеин принадлежит к фосфопротеидам – в своем составе содержит фосфорную кислоту (органический фосфор).

**Своими популярными группами и пептидными группировками главных цепей казеин связывает значительное количество воды – более 2 г на 1 г белка.** Гидрофильные свойства казеина зависят от структуры, заряда молекул, рН среды, концентрации в ней солей, а также других факторов.

Способность казеина связывать воду имеет большое **практическое значение.**

От гидрофильных свойств казеина зависят:

1) Устойчивость частиц белка в сыром, пастеризованном и стерилизованном молоке. В процессе высокотемпературной тепловой обработки молока происходит взаимодействие денатурированного  $\beta$  – лактоглобулина с казеином, в результате чего гидрофильные свойства казеина усиливаются.

2) От интенсивности этого взаимодействия зависят структурно – механические свойства (прочность, способность отделять сыворотку) кислотного и кислотно – сычужного сгустков, образующихся при выработке кисломолочных продуктов и сыра.

3) Гидрофильные свойства казеина и продуктов его распада также определяют водосвязывающую и влагоудерживающую способность сырной массы при созревании сыра, т.е. консистенцию готового продукта.

**Казеин подобно всем белкам обладает амфотерными свойствами – способен проявлять как кислые, так и щелочные свойства:**

В молоке казеин имеет явно выраженные **кислые свойства.** Его свободные карбоксильные группы дикарбоновых аминокислот и гидроксильные группы фосфорной кислоты легко взаимодействуют с солями щелочных и щелочноземельных металлов ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{M}^+$ ), образуя казеинаты.

Свободные аминогруппы казеина могут взаимодействовать с альдегидами, например с формальдегидом: *Эта реакция лежит в основе определения содержания белков в молоке методом формальноготитрования.*

**2) Фракционный состав** Казеин, полученный из обезжиренного молока осаждением кислотой при рН 4,6, является гетерогенным белком. Применяя электрофорез его можно разделить на компоненты –  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\chi$  – казеины. **Главными компонентами казеина казеина считают  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\chi$  – казеин.**

Они имеют несколько генетических вариантов, молекулярную массу 19000 – 24000 и отличаются друг от друга электрофоретической подвижностью, аминокислотным свойством а также содержанием остатков фосфорной кислоты.

Кроме того  $\alpha$ ,- и  $\beta$ -казеин чувствительны к ионам кальция, а  $\chi$ -казеин – нет; под действием сычужного фермента в молоке осаждаются  $\alpha$ ,-  $\beta$ - и  $\chi$ -казеин, а  $\gamma$ -казеин не коагулирует и остается в сыворотке.



**α-казеин** – главный компонент и чувствителен к ионам кальция, α-казеин отличается от других компонентов наличием 8 остатков фосфорной кислоты.

**β-казеин** – фракция казеина, β-казеин не чувствителен к ионам кальция при 4<sup>0</sup>С, но осаждается ими при 35<sup>0</sup>С в полипептидной цепи имеет 5 остатков фосфорной кислоты.

**х-казеин** – фракция казеинового комплекса, растворимая в 0,4 растворе СаСl. В отличие от других компонентов казеина содержит один остаток фосфорной кислоты. Он является фосфогликопротеидом, так как помимо фосфорной кислоты имеет углеводы – три- и тетрасахариды. х-казеин не осаждается ионами кальция и в мицеллах казеина выполняет защитную роль по отношению к чувствительным α- и β-казеину. Под действием химозина распадается на 2 части пара х- казеин и гликомакропептид.

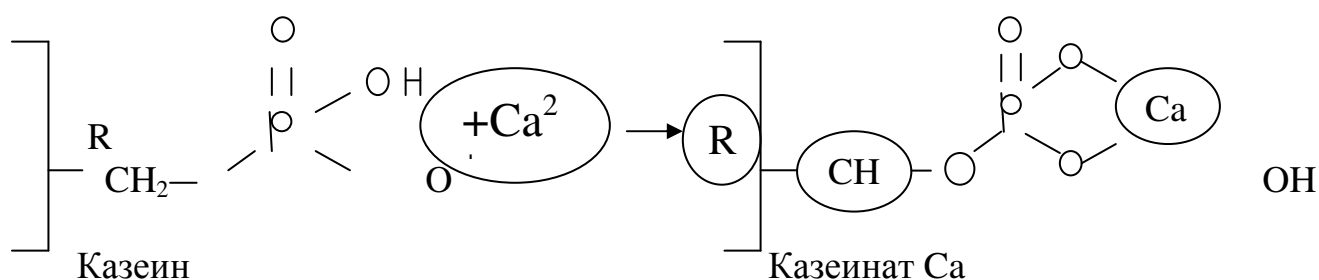
**γ-казеин** – не сворачивается сычужным ферментом.

### 3) Казеинат кальций фосфатный комплекс

*В молоке казеин содержится в виде казеината кальция, соединенного с коллоидным фосфатом кальция – в виде так называемого казеинат кальций фосфатного комплекса (ККФК).* С помощью электронно – микроскопических исследований установлено, что ККФК образует мицеллы почти сферической формы, состоящие из субмицелл и имеющих размер от 40 до 300нм.

Казеинат кальция образуется при взаимодействии ионов кальция с карбоксильными и серинфосфатными группами казеина. При этом кальций

может реагировать с одной или двумя СООН и ОН – группами, например:



В первом случае кальций имеет свободную связь и может образовывать **кальциевый мостик** между расположенными друг против друга серинфосфатными группами двух молекул казеина. Такой кальций играет определенную роль при образовании мицелл казеина и поэтому называется **структурообразующим**.

Состав коллоидного фосфата кальция, присутствующего в частицах казеина, и характер его связи с казеином до сих пор неизвестны. Это могут быть гидрофосфат или фосфат кальция, их смесь, а также гидроксиапатит, кальцийфосфатцитратный комплекс типа апатита и др. Фосфор коллоидного фосфата кальция в отличие от фосфора органического, входящего в состав казеина, называют *неорганическим*. Фосфат кальция, по-видимому, может взаимодействовать с серинфосфатными группами казеина, соединяя его молекулы между собой наподобие кальциевых мостиков.

Содержание органического и неорганического фосфата и кальция в ККФК молока непостоянно. **Казеинат кальций фосфатный комплекс стабилен в свежем молоке.** Он сохраняет свою устойчивость при механической и тепловой обработке молока.

### Фракционный состав казеина

Название фракции	Отношение к ионам кальция	Количество остатков фосфорной кислоты	Особенности
$\alpha$ – казеин (главный компонент)	Наиболее чувствителен к ионам кальция	8 остатков	
$\beta$ – казеин	Не чувствителен при $T = 4^{\circ}$ , но осаждается при $+35^{\circ}$	5 остатков	
$\chi$ – казеин	Не осаждается ионами кальция и выполняет защитную роль по отношению к чувствительным $\alpha$ - $\beta$ казеином	1 остаток	Фосфогликопротеид Имеет хорошую растворимость
$\gamma$ – казеин	Является фрагментом $\beta$ казеина, образовавшегося путем протеолиза		Не осаждается сычужным ферментом

### Белки молока

#### 1.Сывороточные белки.

#### 2.Небелковые азотистые основания.

##### 1)Сывороточные белки

После осаждения казеина из обезжиренного молока кислотой в сыворотке остается 0,5-0,8 % белков (15-22% всех белков), которые называют сывороточными. Главными из них является В-лактоглобулин, а-лактальбумин, альбумин сыворотки крови, иммуноглобулины и компоненты протеозо-пептонной фракции. Кроме них в сыворотке содержатся лактоферрин, ферменты и другие компоненты.

Сывороточные белки по содержанию дефицитных незаменимых аминокислот (лизина, триптофана, метионина, треонина) и цистеина являются наиболее биологически ценной частью белков молока, поэтому их использование

для пищевых целей имеет большое практическое значение. В настоящее время для их выделения в нативном состоянии из сыворотки и обезжиренного молока стали применять мембранный метод обработки – ультрафильтрацию.

**β-Лактоглобулин.** На долю β-лактоглобулина приходится около половины всех сывороточных белков (или 7-12 % общего количества белков молока).

В молоке белков находится в виде **димера**, состоящего из двух полипептидных цепей с молекулярной массой около 18000 каждая. При нагревании молока до температуры выше 30 С (β-лактоглобулин распадается на мономеры, которые при дальнейшем нагревании агрегируют за счет образования дисульфидных связей).

Денатурированный в процессе пастеризации он образует комплексы с х-казеином мицелл казеина и осаждаются вместе с ними при кислотной и сычужной коагуляции казеина. Образование комплекса β-лактоглобулин – х-казеин значительно ухудшает атаку X-казеина сычужным ферментом и снижает термоустойчивость мицелл казеина. Биологическая роль β-лактоглобулина пока не выяснена. По-видимому, расщепляется лишь в кишечнике трипсином и химотрипсином.

Одной из его функций может быть транспортирование в кишечник важный для растущего организма кислотнеустойчивый веществ. Как известно, определенные типы глобулинов в крови осуществляют транспорт ионов металлов, липидов, витаминов и других соединений.

#### **α-Лактальбумин.**

В сывороточных белках α-лактальбумин занимает второе место после β-лактоглобулина (его содержание составляет 2-5 % общего количества белков молока). **α-Лактальбумин является гетерогенным белком.** Он содержит главный компонент, имеющий два генетических варианта (молекулярная масса около 14000), а также минорные компоненты, некоторые из которых являются гликопротеидами.

В молоке α-лактальбумин тонкодиспергирован (размер частиц 15-20 нм). Он не коагулирует в изоэлектрической точке (при pH 4,2-4,5) в силу своей большой гидратированности,

не свертывается под действием сычужного фермента,

**термостабилен.** т.к. в его молекуле большого количества дисульфидных связей.

Открытием последних лет является расшифровка биологической роли α-лактальбумина. **Выяснено, что он является специфическим белком, необходимым для синтеза лактозы из УДФ-галактозы и глюкозы.**

#### **иммуноглобулины**

В обычном молоке иммуноглобулинов содержится очень мало (1,9-3,3 % общего количества белков). В молозиве они составляют основную массу (до 90 %) сывороточных белков.

Имуноглобулины объединяют группу высокомолекулярных (гликопротеинов) выполняющих функцию антител. **Антитела-вещества, образующиеся в организме животного при введении в него различных**

**чужеродных белков (антигенов) и нейтрализующие их. К ним относятся агглютинины , бактериолизины, преципитаты , антитоксины и др. Иммуноглобулины молока обладают свойствами агглютинации – склеивания чужеродных клеток, а также шариков жира.**

Все иммуноглобулины (антитела) являются мономерами или полимерами белковых молекул, образованных двумя тяжелыми полипептидными цепями.

### **Протеозо-пептоны (протеозо-пептонная фракция)**

Это наиболее термостабильная часть сывороточных белков.

Протеозо-пептоны не осаждаются из обезжиренного молока при рН 4,6 после нагревания до 95-100 С в течение 20.

Они составляют около 24 % сывороточных белков и 2-6 % всех белковых молока.

Протеозо-пептонная фракция неоднородна по составу, состоит из четырех компонентов , которые называют компонентами 3,5,8 «быстрый» и 8 «медленный».

### **Л а к т о ф е р р и н.**

Это красный железосвязывающий белок, последовательностью аминокислот в цепи.

Лактоферрин представляет собой гликопротеид молекулярной массы около 77 000, обладает бактериостатическим действием по отношению к Е. 1 В коровьем молоке содержится в малых количествах (0,1-0,35 мг/мл). Однако его количество в молоке увеличивается при мастите и перед окончанием лактации. Молозиво содержат 1-6 мг/мл лактоферрина.

## **2.Небелковые азотистые соединения.**

Помимо белковых веществ в молоке содержатся многочисленные азотистые соединения небелкового характера. Они представляют собой промежуточные и конечные продукты азотистого обмена в организме животных и попадают в молоко непосредственно из крови .Важнейшими компонентами фракции небелкового азота молока является мочевины, пептиды, аминокислоты, креатин и креатинин, аммиак, оротовая, мочевины и гиппуровая кислоты. Их общее количество составляет 30-60 мг % ,или около 5 % всего содержания азота в молоке.

### **Мочевина.**

Она является главным конечным продуктом азотистого обмена у жвачных. Нормальное содержание мочевины в крови и молоке составляет 15-80 мг%.

При избыточном поступлении с кормом белков и других азотистых веществ уровень ее в крови и молоке повышается.

**Увеличение количества мочевины, как правило, наблюдается в весенне-летний период при избыточном потреблении животными белков с зеленым кормом, а также при скармливании им больших доз карбамида (и при внесении больших количествах азотных удобрений на пастбища).**

### **Пептиды и аминокислоты.**

На азот пептидов и аминокислот, относящихся к промежуточным продуктам азотистого обмена, в молоке приходится около 5-8 мг%.

**Эти небелковые азотистые соединения молока являются одним из основных источников азотистого питания микроорганизмов заквасок.**

**Поэтому наблюдаемое весной ослабление развития молочнокислых бактерий может быть обусловлено наряду с другими причинами и низким содержанием в молоке свободных аминокислот.**

По данным Т.Тихомировой, их количество весной составляет 2,7 мг%, в то время как летом оно почти в два раза выше. В молоке весеннего периода понижено содержание таких важных для молочнокислых бактерии аминокислот, как аргинин, валин, мети-онин, лейцин, феннлаланин и тирозин.

**Креатин, креатинин и аммиак.** Общее количество креатина и креатинина в молоке не превышает 2,5-4,5 мг %.

В свежем молоке содержание молока невысокое, но оно может повышаться при хранении вследствие развития посторонней микрофлоры.

### **Углеводы молока**

**1. Характеристика и свойства углеводов молока.**

**2. Лактоза ее строение и физико-химические свойства.**

**3. Брожение молочного сахара.**

**1.** В молоке содержатся моносахариды (глюкоза, галактоза и др.), их производные, дисахарид – лактоза (молочный сахар) и более сложные олигосахариды.

Основным углеводом молока является лактоза. Моносахариды присутствуют в нем в меньшем количестве, олигосахариды – в виде следов.

Функции углеводов:

1) Лактоза выполняет главным образом энергетическую функцию – на нее приходится около 30% энергетической ценности молока.

2) Кроме того, один из компонентов лактозы – глюкоза – является источником синтеза резервного углевода организма новорожденного – гликогена.

3) А другой компонент – галактоза – необходим для образования ганглиозидов мозга.

4) Следует отметить огромную физиологическую роль лактозы и других олигосахаридов молока. Обладая бифидогенными свойствами, они нормализуют микрофлору кишечника новорожденного. Не менее важную роль выполняют соединения углеводов с белками и липидами. Лактоза обуславливает наряду с

другими компонентами пищевую ценность молока. В виде готового продукта ее используют в пищевой промышленности, а также при производстве антибиотиков.

Моносахариды и их производные. В молоке обнаружены в свободном состоянии гексозы – глюкоза (5 – 7 мг%) и галактоза (около 8 мг%).

Часть моносахаридов связана с белками молока. Производные моносахаридов – фосфорные эфиры и аминопроизводные – содержатся в молоке в свободном и связанном состояниях.

Фосфорные эфиры являются важными промежуточными соединениями в синтезе лактозы и других углеводов молока.

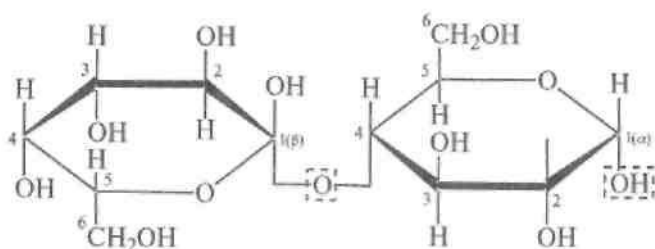
В молоке обнаружены глюкоза-1-фосфаг, глюколо-6-фосфат, галактозо-1-фосфат, фруктозо-1, 6-дифосфат и другие моно- дифосфаты сахаров.

Аминопроизводные моносахариды представлены аminosахарами – глюкозамином и галактозамином.

Аминопроизводные сахаров входят в состав углеводной части

гликопротеидов молока –  $\alpha$ -казеина, иммуноглобулинов, лактоферрина моносахаридов играют большую роль.

2. Содержание лактозы в молоке довольно постоянно и составляет 4,5 – 5,2%. Оно зависит от индивидуальных особенностей и физиологического состояния животных. Так, резкое снижение концентрации лактозы в молоке наблюдается при заболевании коров маститом. В молоке лактоза находится в свободном состоянии в виде двух таутомерных (альфа и бета) форм. Очень небольшая часть лактозы связана с другими углеводами и белками. Строение и конфигурация. Лактоза, построена из остатков Д-галактозы и Д-глюкозы, соединенных по месту 1-4 углеродных атомов. В зависимости от пространственной конфигурации полуацетального гидроксила различают  $\alpha$  и  $\beta$ -формы лактозы.



#### $\alpha$ -Лактоза

Физико-химические свойства.

1) Свободный полуацетальный гидроксил в глюкозном остатке лактозы обуславливает реакции, характерные для восстанавливающих сахаров. Например, лактоза легко окисляется слабыми окислителями (жидкость Фелинга, йод и др.) с образованием альдобиноновой (лактобиноновой) кислоты. Это свойство лактозы используют для количественного определения ее в молоке.

2) Кристаллическая лактоза практически нерастворима в абсолютном этаноле, серном эфире и других органических растворителях.

3) По сравнению с сахарозой она в 5 раз менее сладкая и хуже растворима в воде.

4) Растворимость  $\beta$ -лактозы выше, чем  $\alpha$ -лактозы.

5) Лактоза оптически активна, обе ее формы вращают плоскость поляризации вправо величина  $[\alpha]_D^{20}$  равновесного раствора лактозы при 20°C составляет, по данным различных авторов, +52,6; +5,3,6 и +53,9°.

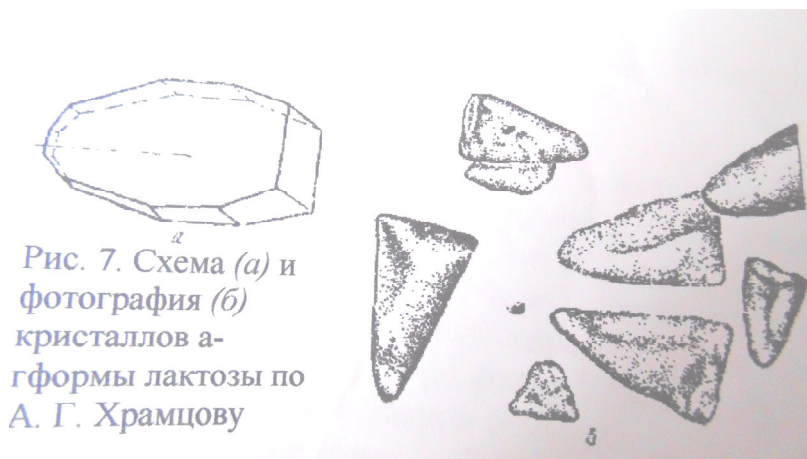


Рис. 7. Схема (а) и фотография (б) кристаллов  $\alpha$ -формы лактозы по А. Г. Храмцову

6) Из пересыщенных растворов лактозы кристаллизуется. Получаемый из молочной сыворотки молочный сахар представляет собой  $\alpha$ -гидратную форму лактозы.

7) Температура плавления  $\alpha$ -гидратной формы равна  $201,6^{\circ}\text{C}$ , плотность-  $1545,3 \text{ кг/см}^3$ .

8) При нагревании кристаллов  $\alpha$ -гидратной формы до  $120-130^{\circ}\text{C}$  происходят потеря кристаллизационной воды и образование безводной  $\alpha$ -лактозы.

9) При нагревании до температуры выше  $160^{\circ}\text{C}$  кристаллы лактозы вследствие карамелизации окрашиваются в коричневый цвет.

10) При нагревании водных растворов лактозы до температуры около  $100^{\circ}\text{C}$  (в щелочной среде до более температуры) происходит трансформация глюкозы во фруктозу и образуется лактулоза. Кристаллическая лактулоза имеет температура плавления  $158-165^{\circ}\text{C}$ , хорошо растворяется в воде, более сладкая, чем лактоза.

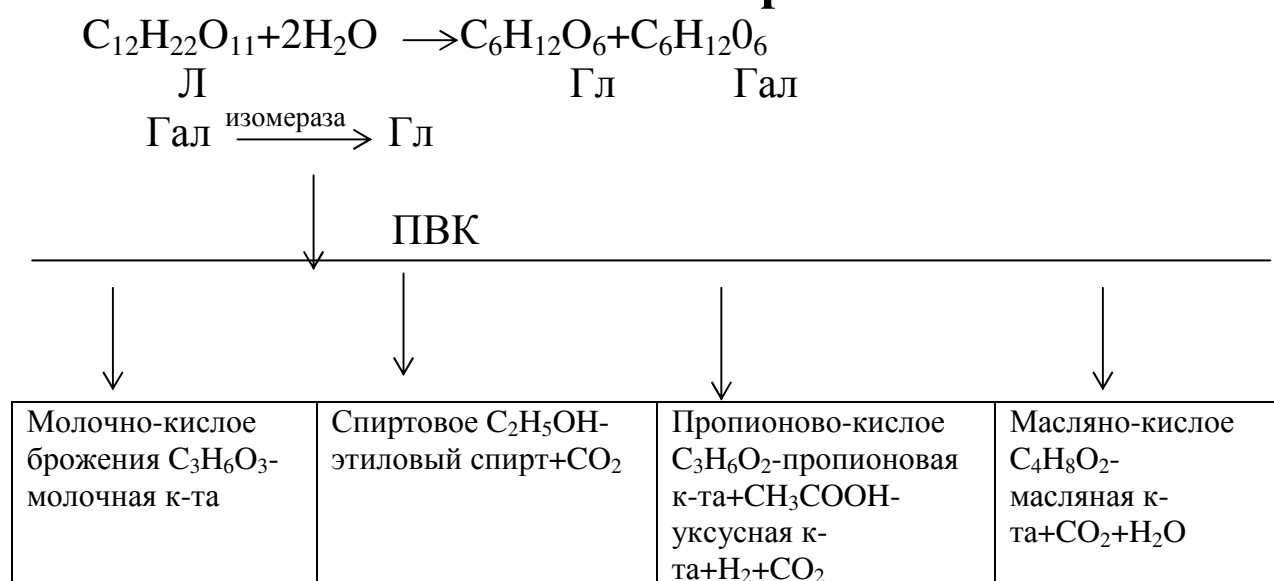
11) Нагревание растворов лактозы в присутствии аммиака и аминов вызывает его легко побурение, что объясняется образованием в результате реакции-веществ темного цвета с явно выраженным привкусов карамелизации-меланоидинов(греч.τελαπος-черный).

12) Лактоза под действием растворов сильных щелочей и кислот подвергается гидролизу.

13) Гидролиз лактозы может быть осуществлен ферментативным путем-с помощью  $\alpha$ -галактозпдазы (лактазы), получаемой из дрожжей и микроскопических грибов.

3. Ферментативный гидролиз и глубокий распад (брожение) лактозы происходят путем в молоке и сыворотке под воздействием ферментов дрожжей, молочнокислых и других бактерий. При брожении лактозы распадается на разнообразные соединения: кислоты, спирты, эфиры, газы и пр. В зависимости от образующихся продуктов различают молочнокислое, спиртовое, пропионовокислое, маслянокислое и другие виды брожения.

### Схема брожения



## Тема: Липиды молока

### 1)Классификация, состав и функция липидов

### 2)Глицеридный и жирнокислотный состав молочного жира.

### 3)Изменение жирно-кислотного состава молочного жира под влиянием различных факторов.

### 4)Физико-химические свойства молочного жира.

### 5)Фосфолипиды.Стерины и др. неомыляемые липиды.

1.С помощью тонкослойной и газожидкостной хроматографии , спектральных и других современных физико-химических методов из молока выделены и идентифицированы следующие липидные компоненты:

#### 1)ацилглицерины(три-,ди- и моноацилглицерины),

#### 2)фосфолипиды (фосфатидилхолин, фосфатидилэтаноламин, фингомиелин и др.)

#### 3)гликолипиды( цереброзиды)

#### 4)стероиды (стерины и их эфиры) и другие неомыляемые липиды.

**Свойства:**Ацилглицерины составляют основную массу жира молока (молочного жира).Фосфолипиды, гликолипиды ,стерины входят в состав липопротеидных оболочек шариков жира и частично связаны с белками молочной плазмы.

#### 1)Ацилглицерины жира молока выполняют энергетическую функцию.

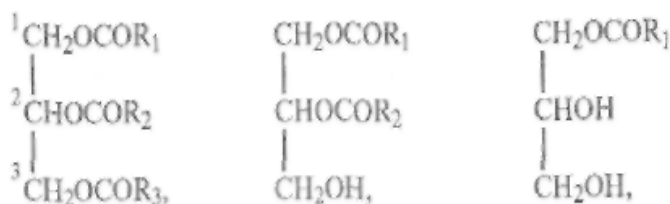
2)фосфолипиды помимо известной физиологической роли-структурную и защитную функции (обуславливают эмульгирования жира, его стойкость к окислению и гидролизу).

3)Кроме того, липидная фракция молока является источником биологически ценных полиненасыщенных жирных кислот, жирорастворимых витаминов, провитаминов и других важных для растущего организма соединений. Их присутствие повышает пищевую ценность молочного жира.

## Жир.

Содержания жира в молоке (молочного жира)колеблется от **2,8 до 5%**.Главный компонент жира молока-ацилглицерины(глицериды),составляющие по массе 98-99%.Содержание сопутствующих жирам веществ(омыляемых и неомыляемых липидов)в нем невелико-обычно менее 2%.

**Глицеридный состав.**Жир молока представляет собой сложную смесь триацилглицеринов построенных по следующему типу:



Рисунок

триглицерид

диглицерид

моноглицерид



В 1,3-положениях триглицеридов жира молока преобладают **стеариновая,олеиновая и низкомолекулярные жирные кислоты С<sub>4</sub>-С<sub>10</sub>**,в 2-положении-**лауриновая,миристиновая,пальмитиновая,пальмитолеиновая.**

Наряду с триглицеридами жир молока содержит небольшое количество продуктов неполного синтеза или гидролиза липидов- ди- и моноацилглицеринов (ди- и моноглицеридов) и свободных жирных кислот.но увеличивается при хранение.Содержание диглицеридов может достигать 1-1,6%,моноглицеридов-0,2-1% всех глицеридов жира.Количество **свободных жирных кислот** в свежем жире составляет сотые доли грамма (0,02-0,06)на 100 г жира,молока.Как известно,свойство жиров определяются составом и характером распределения жирных кислот в молекулах триглицеридов.В настоящее время состав и структура триглицеридов молочного жира из-за трудности их выделения изучены недостаточно полно.**Молочный жир состоит из нескольких тысяч триглицеридов.**Триглицериды главным образом **разнокислотные** (двух- и трехкислотные).Поэтому жир имеет **относительно низкую температуру плавления и однородную консистенцию.****Жирные кислоты,входящие в состав триглицеридов,влияют на физические свойства жира.** Так,преобладает в триглицеридах **насыщенных жирных кислот С<sub>16</sub>-С<sub>18</sub>** повышает температуру плавления жира, **ненасыщенных и низкомолекулярных насыщенных кислот С<sub>4</sub>-С<sub>8</sub>** понижает ее.Состав жирных кислот в триглицеридах регулируется в процессе синтеза молочного жира специальными ферментными системами.

**Состав жирных кислот.**В триглицеридах молочного жира обнаружено 140 жирных кислот с числом атомов углерода от С<sub>4</sub> до С<sub>26</sub>:Однако лишь 10-12 кислот с четным числом атомов углерода (С<sub>4</sub>-С<sub>10</sub> и др.)**встречаются в количестве более 1-5% каждая;их называют главными.**

**Остальные кислоты., найденные в количествах менее 1%и в виде следов, относят к минорным.**

Жирно-кислотный состав в нем может меняться. Он зависит от кормовых рационов, стадия лактации, сезона, географической зоны, породы животных и пр.

В составе триглицеридов жира преобладают насыщенные кислоты, их общее содержание колеблется **от 58 до 77%** (среднее составляет 65%),достигая максимума зимой и минимума летом. Среди **насыщенных** кислот преобладают **пальмитиновая, миристиновая и стеариновая, среди ненасыщенных** (составляющих в сумме в среднем 35%)**олеиновая**

Содержание стеариновой и олеиновой кислот повышается летом, а миристиновой и пальмитиновой-зимой. Это связано с разницей в кормовых рационах. По сравнению с жирами животного и растительного происхождения молочный жир характеризуется высоким содержанием миристиновой кислоты и низкомолекулярных летучих насыщенных жирных кислот- масляной, капроновой, каприловой и капроновой, в сумме составляющих 7,4-9,5% общего количества.

### **3)Факторы влияющие на жирно-кислотный состав**

#### **Стадия лактации**

**Молозиво** (в 1,5 раз больше жира и в 3-5 фосфолипидов)имеет мелкие шарики жира и измененный состав жира, по сравнению с жиром молока жир молозиво содержит больше кислот гр. С<sub>18</sub> и меньше С<sub>4</sub>-С<sub>10</sub>, имеет большую Т<sub>пл</sub> и

T<sub>отв</sub>

**Нормальное молоко.** Минимальное содержания жира в молоке на первом и втором месяце лактации при максимальном удое затем по мере снижения удоя количество его растёт. **Стародойное молоко** характеризуется повышенным содержанием жира. Молоко имеет много свободных жирных кислот, образующихся при гидролизе и вкус его становится горьковато-солонатым. Молозиво и стародойное молоко являются плохой средой для развития микроорганизмов. Продукты, полученные из этого молока быстро портятся и имеют неприятный вкус.

#### **Порода и возраст.**

**Большая** жирность молока наблюдается у коров красной Горбатовской (4,34%), Тагильской (4,2%), бурой Латвийской пород (4,04%). **Меньшая** жирность у коров черно-пестрой (3,42%) и холмогорской (3,68%) пород. Шарики жира крупнее в молоке коров красной Горбатовской, Холмогорской, Ярославской, менее крупные Красной степной, бурой Латвийской, черно-пестрой пород. От пород зависят и физико-химические свойства жира. **Удой и содержания жира в молоке повышается до 6-го отела, а затем медленно снижается.**

#### **Болезни**

##### **Мастит**

В молоке уменьшается количество жира. Меняется жирно-кислотный состав триглицеридов жира (повышается содержания ВМ жирных кислот и уменьшается и низкомолекулярных кислот, и изменяются другие компоненты.)

Изменение химического состава вызывает нарушения биохимических и бактериологических процессов протекающих при производстве молочных продуктов.

#### **Режим кормления**

скармливания животным больших количеств льняных и подсолнечных жмыхов приводит к увеличению в молоке содержание жирных кислот группы C<sub>18</sub> особенно ненасыщенных. Жир приобретает мягкую мажущую консистенцию и низкую температуру плавления. **Масло выработанное из молока этих животных имеет низкое качество и нестойкое при хранении.** При скармливание больших количеств углеводистых кормов (свекла, картофель) в молочном жире увеличивается содержания насыщенных жирных кислот C<sub>4</sub>-C<sub>12</sub> масло приобретает крошливую консистенцию.

#### **Время года**

Низкое содержания жира-весной и в начале лета

Высокое содержания жира-осенью и зимой.

#### **4) Физико-химические свойства.**

Физико-химические свойства жиров и отдельных фракций триглицеридов определяются количественным соотношением входящих в их состав жирных кислот.

Для их характеристики служат так называемые константы, или *химические*

**и физические числа жиров.** Определение чисел помогает не только контролировать качество молочного жира и в какой-то степени его натуральность, но и регулировать технологические режимы выработки масла сливочного. К важнейшим химическим числам относятся: **число омыления, йодное число, число Рейхерта-Мейссля, Поленске** ,и др...к **физическим-температура плавления и отвердевания, показатель преломления** и пр. Знание чисел других жиров необходимо для выявления возможной фальсификации молочного жира. Кроме того, в настоящее время наметилась тенденция к производству молочного жира с добавлением растительного масла и других жиров немолочного происхождения.

**Число омыления** выражается количеством миллиграммов едкого кали, необходимым для омыления глицеридов и нейтрализации свободных жирных кислот, входящих в состав 1 г жира. Оно характеризует среднюю молекулярную массу смеси жирных кислот жира: чем больше в нем содержится низкомолекулярных кислот, тем оно выше.

**Число Рейхерта-Мейссля** характеризует содержание в 5 г жира низкомолекулярных жирных кислот (масляной и капроновой), способных растворяться в воде и испаряться при нагревании. Следовательно, оно находится в прямой зависимости от числа омыления. Число Рейхерта-Мейссля молочного жира повышается к середине периода лактации и понижается в октябре-ноябре. Жир молока в отличие от других имеет высокое число Рейхерта-Мейссля, поэтому при подозрении на фальсификацию по его величине можно приблизительно судить о натуральности молочного жира.

**Число Поленске** характеризует наличие в 5 г жира низкомолекулярных летучих нерастворимых в воде жирных кислот (каприловой, каприновой и частично лауриновой).

**Температурой плавления** жира считают температуру, при которой он переходит в жидкое состояние (и становится совершенно прозрачным). (28=33)

Молочный жир является смесью триглицеридов с различными температурами плавления, поэтому его переход в жидкое состояние происходит постепенно, т.е. он не имеет выраженной температуры плавления.

**Температура отвердевания** (застывания)-это температура, при которой жир приобретает твердую консистенцию.(18-23) Она несколько ниже температуры плавления, что обусловлено явлением переохлаждения триглицеридов(их перераспределения с образованием более высокоплавкой кристаллической модификации).

**Показатель преломления** характеризует способность жира преломлять луч света, проходящий через него. Чем больше в составе жира ненасыщенных и высокомолекулярных жирных кислот, тем выше его показатель преломления. Показатель преломления можно пересчитать в так называемое число рефракции.

**5)Фосфолипиды, стеринны и другие неомыляемые липиды**  
В состав омыляемой липидной фракции молока наряду с простыми липидами входят разнообразные фосфолипиды, продукты их распада.

Содержание фосфолипидов в молоке составляет 0,03-0,05%, из них на долю лецитина приходится 28-40%, кефалина-29-43, сфингомиелина 19-24%, и др. Большая часть фосфолипидов молока (60-70%) входит в состав оболочек шариков жира. Их количество в молочном жире составляет около 1%.

1) Фосфолипиды обладают **эмульгирующей** способностью, так как их молекулы построены из двух частей:

**Полярной** (несущей электрические заряды «головы») и **Неполярной** (двух углеводородных цепей-«хвостов»).

На поверхности раздела жир-плазма они образуют мономолекулярный слой: неполярная часть ориентируется к жиру, полярная-к плазме.

2) В отличие от триглицеридов, которые при температуре тела животного представляют собой жидкости, фосфолипиды находятся в полужидком (близко к твердому) состоянии, что определяет их **участия в построении биологических мембран.**

3) Фосфолипиды молока, играют важную роль в **формировании оболочек шариков жира.**

4) Фосфолипиды легко окисляются кислородом воздуха, особенно при наличии меди и железа. Образующиеся в результате окисления жирных кислот карбонильные и другие соединения могут быть причиной появления в молочных продуктах **посторонних** привкусов.

5) Однако фосфолипиды обладают свойствами антиокислителей.

Технологическая обработка молока вызывает перераспределение фосфолипидов между фазами. Так, при гомогенизации и пастеризации 5-15% фосфолипидов оболочек шариков жира переходит в водную фазу. При сепарировании 65-70% фосфолипидов молока переходит в сливки, при сбивании 55-70% фосфолипидов сливок остается в пахте, остальные переходят в масло.

**Стерины** и другие неомыляемые липиды. Неомыляемые липиды (стерины, жирорастворимые витамины, пигменты и углеводороды) принадлежат к веществам, **сопутствующим жиру** молока.

Они в основном растворены в жире, частично входят в состав липидов оболочек шариков жира и лишь незначительная часть их находится в плазме молока. Их общее содержание в жире молока колеблется от 0,3 до 0,55%.

**Стерины** (стеролы). Содержание стерина в молоке составляет 0,01-0,014%. В жире молока их количество достигает 0,2-0,4%.

Стерины молока представлены в основном **холестерином** (холестеролом), но в небольших количествах и в виде следов могут встречаться стерипы.

**Жирорастворимые пигменты.** Желтая окраска молочного жира обусловлена наличием в нем группы вещества, называемых **каротиноидами**. Содержание каротинов в молоке колеблется от 0,05 до 0,09 мг/кг, зависит в первую очередь от кормовых рационов, а также от физиологического состояния животных и времени года. Летом в молоке их содержится 0,3-0,9 мг/кг, зимой-0,05-0,2 мг/кг.

**Углеводороды-сквален**(следы).

## Тема: Ферменты молока

### 1. Общая характеристика ферментов

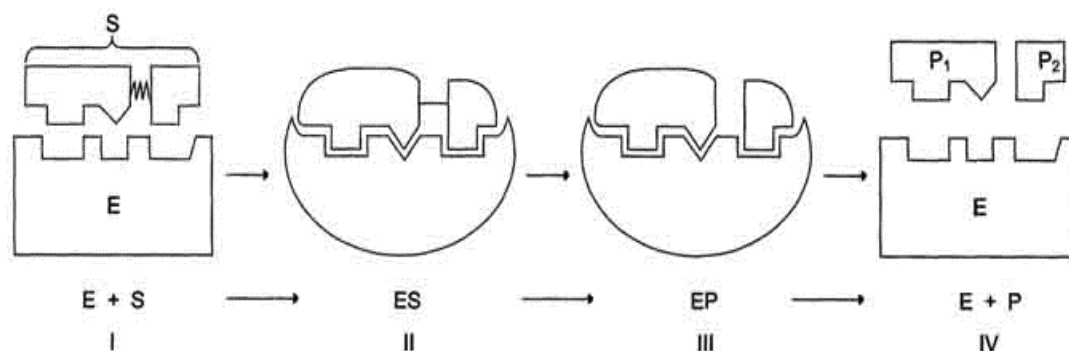
### 2. Оксиредуктазы

### 3. Гидролитические и другие ферменты молока

**1. Ферменты** (от лат. – закваска) – **биологические катализаторы, ускоряющие химические реакции в живых организмах.** Под действием ферментов крупные молекулы белков, углеводов, жиров расщепляются на более мелкие. В свою очередь, продукты распада благодаря другим ферментам окисляются, освобождая энергию, содержащуюся в них.

1) Ферменты ускоряют реакции в десятки тысяч и миллионы раз.

2) Действие ферментов строго специфично, т. е. каждый фермент катализирует только одну химическую реакцию. Фермент соответствует своему субстрату (веществу, химическое превращение которого он катализирует). На первой стадии ферментативной реакции фермент соединяется с субстратом и образуется так называемый фермент-субстратный комплекс, который затем преобразуется с разрывом химических связей субстрата, и продукты реакции отщепляются от фермента (рис.).



Ферменты действуют при определенной температуре, pH среды; их активность зависит от наличия химических веществ – активаторов и ингибиторов.

1) Важнейшим фактором, от которого зависит действие фермента (скорость катализируемой им реакции) является температура. **Оптимальная температура**, т.е. температура, при которой наблюдается максимум активности ферментов, для большинства из них равна **40-50°C**. При дальнейшем повышении температуры активности фермента снижается. **При температуре 60-80°C белок, образующий фермент, денатурирует, и фермент инактивируется (теряет свою активность).** При денатурации белка, как известно, происходит разворачивание полипептидной цепи с потерей им биологических свойств.

*Тепловая денатурация ферментов имеет важное практическое значение: пастеризация сырья способствует разрушению ферментов и предохраняет пищевые продукты от ферментативной порчи.*

**Доказано, что некоторые ферменты обладают способностью восстанавливать свою активность после тепловой денатурации. Происходит**

**самопроизвольное повторное свертывание полипептидной цепи белка с восстановлением нативной (первоначальной) формы, обладающей ферментативной активностью.**

Это явление называется **реактивацией** фермента.

2) Важным фактором, влияющим на активность ферментов, является **pH среды**. Ферменты различаются по оптимальным для их действия значением pH. Так, оптимум действия пепсина находится при pH 1,5-2, сычужного фермента – при pH 6,2, щелочной фосфатазы – при pH 9,5. Как правило, при слишком кислой или щелочной реакции среды происходит денатурация фермента, и он теряет свою активность.

По химической природе ферменты представляют собой белковые вещества. Они могут быть **простыми и сложными** белками.

Небелковая часть сложных белков называется **коферментом**.

Коферментами могут быть металлы, витамины и другие соединения. Большинство гидролитических ферментов является **простыми** белками, окислительно-восстановительные и некоторые другие ферменты – **сложными**.

Ферменты называют по тому веществу, на которое они действуют, прибавляя к **корню** названия окончание «**аза**»: липаза, лактаза, пептидаза и пр. Кроме этих рабочих названий имеются более сложные систематические названия, отражающие механизм действия фермента. В настоящее время известно более 1500 различных ферментов. Ферменты подразделяют на **шесть** классов:

**оксидоредуктазы** (ферменты, катализирующие окислительно-восстановительные реакции);

**трансферазы** (ферменты, переносящие группы);

**гидролазы** (гидролитические ферменты);

**лиазы** (ферменты отщепления групп);

**изомеразы** (ферменты изомерации);

**синтетазы (лигазы).**

Из всех перечисленных классов ферментов наибольшее практическое значение имеют оксидоредуктазы и гидролазы.

Из молока, полученного при нормальных условиях от здорового животного, выделено более 20 истинных или нативных ферментов. Большая их часть (щелочная фосфатаза, ксантиноксидаза, пероксида: лизоцим и др.) образуется в клетках молочной железы и переходит в молоко во время секреции. Меньшая часть, вероятно, переходит в молоко из крови животного (протеаза, катализа и др.).

Многочисленные ферменты образуются микроорганизмами молока. Они могут быть **внеклеточными** и **внутриклеточными**. Внеклеточные ферменты (**экзоферменты**), в основном, связаны с процессом питания и поэтому легко выделяются клетками в окружающую среду. Внутриклеточные (**эндоферменты**) действуют внутри клетки и выделяются только после ее отмирания и автолиза (распада).

Знание свойств ферментов, встречающихся в молоке и молочных продуктах, необходимо специалисту молочной промышленности по нескольким причинам.

**Во-первых**, на действии ферментов основано производство кисломолочных продуктов и сыра.

**Во-вторых**, ферменты могут вызвать нежелательные изменения составных частей молока и молочных продуктов с последующим возникновением пороков.

**В-третьих**, некоторые свойства ферментов можно использовать для санитарно-гигиенической оценки сырого молока и контроля эффективности его пастеризации.

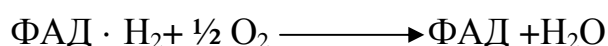
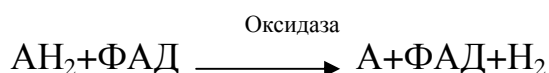
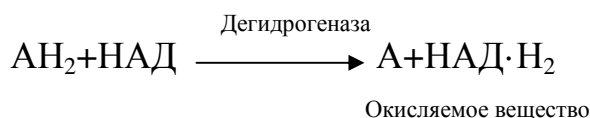
## 2. Оксиредуктазы

**Оксиредуктазы** – это большая группа ферментов, катализирующих окислительно-восстановительные реакции в живых организмах. К ним относят **дегидрогеназы, оксидазы, пероксидазу и каталазу**.

Дегидрогеназы и оксидазы катализируют реакции окисления веществ путем отщепления от них водорода. Дегидрогеназы передают водород промежуточному веществу, оксидазы – кислороду воздуха (непосредственно или через промежуточные переносчики водорода).

Коферментом (активной группой, присоединяющей к себе и передающей другому веществу  $H_2$ ) дегидрогеназ является никотинамидадениндинуклеотид (НАД), коферментом оксидаз – флавинадениндинуклеотид (ФАД).

Окислительно-восстановительные процессы, катализируемые дегидрогеназами и оксидазами, можно представить следующим образом:



Пероксидаза и каталаза окисляют различные органические соединения с помощью пероксида водорода.

**Дегидрогеназы.** Эти ферменты клетки молочной железы почти не вырабатывают. Разнообразные дегидрогеназы (**редуктазы**) накапливаются в молоке при размножении в нем бактерий. С увеличением количества бактерий в молоке активность редуктаз, как правило, возрастает. Её можно определить по продолжительности восстановления (обесцвечивания) добавленного к молоку метиленового голубого (редуктазная проба). С помощью редуктазной пробы на молочных заводах устанавливают бактериальную обсемененность принимаемого молока. В зависимости от продолжительности обесцвечивания метиленового голубого молоко подразделяют на 4 класса. Для сокращения продолжительности пробы и более точной оценки качества молока вместо метиленового голубого применяют **резазурин**.

**Дегидрогеназы**, вырабатываемые молочнокислыми бактериями и дрожжами, имеют большое значение при молочнокислом и спиртовом брожении. Так, образование молочной кислоты из пировиноградной происходит с участием фермента лактатдегидрогеназы, образование спирта из уксусного альдегида – с участием алкогольдегидрогеназы.

**Оксидазы.** К ним относят, главным образом, ксантинооксидазу, выделяемую клетками молочной железы. Она окисляет различные альдегиды и пуриновые основания (ксантин и др.) до соответствующих кислот.

**Пероксидаза.** Фермент окисляет различные соединения с помощью пероксида водорода.

Пероксидаза (лактопероксидаза) содержится в молоке в больших количествах, попадает в него из клеток молочной железы. Фермент довольно термостабилен, разрушается при температуре около 80°C. Реакцией на пероксидазу в молочной промышленности определяют эффективность пастеризации молока (проба на пероксидазу).

**Каталаза.** Этот фермент окисляет пероксид водорода. Каталаза переходит в молоко из тканей молочной железы, а также вырабатывается бактериями. Содержание нативной и бактериальной каталазы колеблется. В свежем молоке с низким содержанием микрофлоры и полученном от здоровых животных, каталазы содержится мало. В молозиве и молоке, полученном от больных (мастит и другие заболевания), или бактериально обсемененном ее содержание увеличено. Поэтому определение активности каталазы используют для контроля аномального молока или выявления его обсемененности психотропной и гнилостной микрофлорой. Каталазная проба основана на определении количества разложившегося пероксида водорода, добавленного к молоку.

### **3. Гидролитические и другие ферменты молока**

К гидролитическим ферментам относятся ферменты, ускоряющие расщепление жиров на более простые.

**Липазы.** Ферменты катализируют гидролиз триглицеридов молочного жира.

В молоке содержится нативная и бактериальная липазы. Количество нативной липазы незначительно. При этом в результате гидролиза жира выделяются низкомолекулярные жирные кислоты и молоко прогоркает.

Прогоркание молока в результате гидролиза жира под действием липаз (липолиз) может происходить в процессе хранения и после технологической обработки молока – перекачивания, гомогенизации и т.д.

Липазы, выделяемые микрофлорой молока – психотрофными бактериями и плесневыми грибами, - обладают высокой активностью. Они могут вызывать прогорклый вкус молока, масла и других продуктов. В некоторых сырах (рокфор, русский камамбер) липаза микрофлоры обуславливает образование специфического вкуса и аромата в результате выделения при разложении жира летучих жирных кислот.

Нативная липаза инактивируется при температуре пастеризации 80°C. Бактериальные липазы более термостабильны. Они разрушаются при 80-90°C.



**Фосфотазы.** В свежесвыдоенном молоке обнаружены щелочная фосфатаза и незначительное количество кислой фосфотазы. Фосфотазы попадают в молоко из клеток молочной железы. Щелочная фосфатаза молока чувствительна к повышенной температуре, кислая фосфатаза термостабильна. Нагревание молока в течение 30 мин при 63°C, кратковременная и моментальная пастеризация при 74-85°C полностью разрушают щелочную фосфатазу. Высокая чувствительность фосфотазы к нагреванию была использована при разработке метода контроля эффективности пастеризации молока и сливок (фосфотазная проба).

Известно, что фосфатаза может восстанавливать свою активность в молоке (сливках) через некоторый промежуток времени после правильно проведенной пастеризации.

**Протеазы (протеолитические ферменты).** Протеазы катализируют гидролиз белков.

В молоке содержится небольшое количество нативной протеазы, переходящей из крови. Фермент термостабилен, инактивируется при температуре выше 75°C. Микрофлора молока выделяет более активные протеазы, которые могут вызвать различные пороки молока и масла. Так, при размножении в молоке микрококков и гнилостных бактерий появляется горький вкус, при пониженной кислотности (35-40°Т)наблюдается его свертывание.

Молочнокислые бактерии вырабатывают малоактивные протеазы, которые, однако, имеют важное значение при созревании сыров. Активность протеолитических ферментов, выделяемых молочнокислыми палочками и стрептококками, различна. Палочки, по сравнению со стрептококками, выделяют более активные ферменты.

При производстве сыров для свертывания молока применяют протеолитический фермент животного происхождения – сычужный фермент (химозин). Известны заменители сычужного фермента – пепсин и протеолитические ферменты микробного происхождения.

**Лактаза (β-галактозидаза).** Лактаза катализирует реакцию гидролитического расщепления лактозы на глюкозу и галактозу.

Молочная лактаза фермент почти не вырабатывает, его выделяют молочнокислые бактерии и некоторые дрожжи.

В последние годы возрос интерес к лактазе, так как с ее помощью можно превратить не усвояемый некоторыми людьми молочный сахар в хорошо усвояемую смесь глюкозы и галактозы. Для этой цели фермент получают при культивировании определенных видов дрожжей, при нарушениях пищеварения, связанных с неперевариваемостью молока (лактозы).

**Амилаза.** Этот гидролитический фермент катализирует расщепление крахмала до декстринов и мальтозы. В нормальном молоке содержится небольшое количество α-амилазы, при заболевании коров маститом ее содержание повышается. Фермент инактивируется при пастеризации молока – нагревание до 63°C в течение 30 мин разрушает α-амилазу полностью.

**Лизоцим (мурамидаза).** Это очень важный фермент молока: он гидролизует связи в полисахаридах клеточных стенок бактерий и вызывает их гибель. Вместе с другими антибактериальными факторами (иммуноглобулинами, лактоферрином, лактопероксидазой, лейкоцитами и др.) лизоцим обуславливает бактерицидные свойства свежесвыдоенного молока. Коровье молоко содержит небольшое количество лизоцима, в женском молоке его в 3000 раз больше.

**Тема: Витамины молока.**

**1. Характеристика витаминов молока.**

**2. Жирорастворимые витамины**

**3. Водорастворимые витамины.**

**1. Характеристика витаминов молока.**

Витамины (от лат. *vita* – жизнь) – низкомолекулярные соединения разнообразного химического строения, необходимые для нормальной жизнедеятельности животных, человека и микроорганизмов. Витамины играют важную роль в обмене веществ, так как многие из них входят в состав активных групп двухкомпонентных ферментов. Отсутствие или недостаток витаминов приводит к нарушению обмена веществ, и в конечном итоге к заболеваниям (авитаминозам и гиповитаминозам).

Витамины были открыты в 1880 г. русским ученым Н.И. Луниным. Он установил, что пища человека и животного кроме белков, жиров, углеводов и солей должна содержать незначительное количество каких-то неизвестных жизненно важных веществ. Позже польский ученый К. Функ назвал эти вещества витаминами. В настоящее время известно более 20 витаминов и выяснена их химическая природа. По признаку растворимости все витамины можно разделить на жирорастворимые (А, D, E и К) и водорастворимые (витамины группы В, С и др.)

Молоко содержит практически все витамины, необходимые для нормального развития человека. Они попадают в него из поедаемого животными корма и синтезируются микрофлорой рубца. Содержание витаминов в молоке колеблется в зависимости от сезона года, стадии лактации, рационов кормления, природы и индивидуальных особенностей коров (табл). Кроме того, содержание некоторых витаминов изменяется при хранении и тепловой обработке молока (пастеризации, сгущении, сушке).

Жирорастворимые витамины молока включены в оболочки жировых шариков, водорастворимые содержатся в свободном виде и в состав коферментов различных ферментов.

Содержание основных витаминов в молоке

Витамин	Суточная потребность, мг		Количество в молоке, мг %
	Взрослого человека	Грудных детей	
А (ретинол)	0,8-1,0	0,4	0,03
Д (кальциферол)	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-3}$	$0,05 \cdot 10^{-3}$
Тиамин	1,1-2,5	0,3-0,5	0,04

(витамин В <sub>1</sub> )			
Рибофлавин (витамин В <sub>2</sub> )	1,3-2,4	0,4-0,6	0,15
Ниацин (витамин РР)	14-28	5-7	0,10
Аскорбиновая кислота (витамин С)	70-100	30-40	1,50

## 2. Жирорастворимые витамины

**Витамин А (ретинол).** Недостаток витамина А в организме человека вызывает заболевания глаз: куриную слепоту (утрата зрения в сумерках) и сухость роговицы (ксерофтальмия). Этот витамин участвует в окислительных процессах, протекающих в организме. Его считают витамином роста, он повышает сопротивляемость организма инфекционным заболеваниям и т.д.

Витамин А образуется и накапливается лишь в организме человека и животных. В растениях содержится желтый пигмент – β-каротин, из которого в животном организме образуется витамин А. Таким образом, β-каротин является предшественником витамина А – провитамином. Часть каротина корма может переходить в молоко без изменения, поэтому оно обычно содержит одновременно витамин А и каротин.

В молоке витамин А содержится 0,004-0,1 мг %, каротина – около 0,02 мг %. Молозиво содержит в 10-12 раз больше витамина А, чем молоко. Наиболее богаты витамином А (и каротином) молоко и сливки летне-осеннего периода, когда животные поедают зеленый корм, содержащий много каротина. Масло, выработанное из летнего молока, содержит в 4 раза больше витамина А, чем масло из зимнего молока. В период стойлового содержания животные получают недостаточное количество каротина с кормами. В целях повышения содержания каротина и витамина А в молоке животным в этот период необходимо скармливать сенаж, силос и концентраты витамина А. В настоящее время по рекомендации Института питания РАМН с целью витаминизации пищи в молочные продукты стали вносить водорастворимый β-каротин (препарат «Циклокар») и поливитаминный премикс, содержащий 12 основных витаминов – А, D<sub>3</sub>, Е, а также С, В<sub>1</sub> и другие водорастворимые витамины.

**Витамин D (кальциферол).** Этот витамин регулирует фосфорно-кальциевый обмен в организме человека. Его недостаток в пище нарушает процесс отложения в костях солей кальция и фосфора, что приводит к заболеванию рахитом. Витамин D образуется в организме животных и человека из провитаминов – стероидов – при их ультрафиолетовом облучении.

Молоко содержит сравнительно мало витамина D, летом его в 5-8 раз больше, чем зимой. Эффективным средством повышения содержания витамина D в молоке является облучение животных УФ-лучами и скармливание им препаратов этого витамина.

**Витамин Е (токоферолы).** Недостаток витамине Е вызывает стерильность (бесплодие) животных. Витамин Е предохраняет жиры от окисления, т.е. обладает

антиокислительными свойствами. По химической природе витамин Е относится к группе токоферолов. Токоферолы синтезируются только в растениях (ими богаты растительные масла). В организм животных токоферолы попадают с растительными кормами.

Потребность в витамине Е в сутки для взрослого человека составляет 8-10 мг.

В молоке содержится в среднем 0,09 мг % витамина Е, причем его количество летом больше, чем зимой.

**Витамин К (витамин коагуляции крови).** Этот витамин влияет на процессы свертывания крови. Содержится в зеленых растениях, в организме животных и человека синтезируется микрофлорой кишечника. В коровьем молоке витамин К содержится в незначительных количествах.

### **3. Водорастворимые витамины**

**Тиамин (витамин В<sub>1</sub>).** Витамин В<sub>1</sub> имеет важное значение для обмена углеводов, жиров и белков. Он входит в состав активной группы декарбоксилаз, которые катализируют окисление пировиноградной и других кетокислот в организме человека. При недостатке витамина В<sub>1</sub> накапливается пировиноградная кислота, избыточное количество которой отрицательно действует на нервную ткань. Недостаток витамина вызывает расстройство нервной системы и заболевание «бери-бери», или полиневрит. Витамин В<sub>1</sub> синтезируется растениями и многоклеточными микроорганизмами.

В молоке содержится, в среднем 0,04 мг % витамина В<sub>1</sub>. Его количество в молоке в течение года почти постоянно и практически не зависят от корма. Это объясняется тем, что тиамин, в основном, синтезируется микрофлорой рубца животных. Способностью синтезировать витамин В<sub>1</sub>, а также витамин В<sub>2</sub> обладают некоторые микроорганизмы заквасок. Поэтому его содержание в кисломолочных продуктах можно повысить путем применения активных заквасок.

**Рибофлавин (витамин В<sub>2</sub>).** Рибофлавин представляет собой желто-зеленый пигмент, который был впервые выделен из молочной сыворотки. Рибофлавин входит в состав активных групп ряда окислительно-восстановительных ферментов. При его недостатке нарушаются процессы окисления органических веществ, прекращается рост животных и т.д. Витамин В<sub>2</sub> синтезируется микрофлорой кишечника человека и животных.

Содержание витамина В<sub>2</sub> в молоке колеблется от 0,1 до 0,28 мг %. В молозиве его содержится в 3-4 раза больше, чем в молоке. Витамин поступает в молоко из корма и синтезируется микрофлорой рубца. Потребность человека в витамине В<sub>2</sub> удовлетворяется, в основном, за счет молочных продуктов.

**Ниацин (никотиновая кислота, витамин РР).** Витаминной активностью обладают никотиновая кислота и никотинамид.

Никотинамид необходим для построения активных групп дегидрогеназ. При его недостатке возникают кожные заболевания (пеллагра), расстройство нервной системы и пищеварения. Витамин образуется микроорганизмами рубца животного.

В молоке содержится мало витамина РР. Оно, однако, богато триптофаном, из которого в организме человека синтезируется никотиновая кислота.

**Витамин В<sub>12</sub> (кобаламин).** Витамин обладает высокой биологической активностью. В состав витамина В<sub>12</sub> входит кобальт. Недостаток витамина В<sub>12</sub> вызывает злокачественную анемию (злокачественное малокровие). Витамин В<sub>12</sub> в природе синтезируется, главным образом, микроорганизмами, которые служат основным источником его промышленного получения. В организме человека и животных он не синтезируется. У жвачных животных потребность в витамине В<sub>12</sub> удовлетворяется за счет синтеза его микрофлорой желудочно-кишечного тракта. В молоке витамина В<sub>12</sub> содержится около 0,4 мг на 100 г (суточная потребность составляет 3 мкг). Молоко и молочные продукты покрывают более 20 % суточной потребности человека в витамине В<sub>12</sub>.

**Аскорбиновая кислота (витамин С).** Она участвует в окислительно-восстановительных процессах, происходящих в организме. Недостаток витамина С в пище может вызвать цингу. По своему строению аскорбиновая кислота близка к гексозам. Она легко окисляется в дегидроаскорбиновую кислоту, присоединяя два атома водорода, восстанавливается в аскорбиновую кислоту.

Дегидроаскорбиновая кислота, так же как и аскорбиновая, обладает витаминными свойствами. При дальнейшем окислении дегидроаскорбиновой кислоты образуются продукты, которые этими свойствами не обладают. Окисление аскорбиновой кислоты ускоряется в присутствии металлов (железа, меди), света и при нагревании с доступом воздуха.

В сыром молоке содержится 0,3-2,0 мг % витамина С. Витамин С синтезируется микрофлорой рубца, его содержание в молоке зависит от индивидуальных особенностей животного. Обычно оно повышается зимой и понижается летом.

При хранении молока количество аскорбиновой кислоты снижается. Свет действует разрушающе на аскорбиновую кислоту, поэтому при хранении молока в прозрачных бутылках потери витамина С составляют 50 % и более. Лучше сохраняется витамин в бутылках из темного стекла и бумажных пакетах. Это важно учитывать при выпуске витаминизированного молока и кисломолочных напитков.

**Витамины В<sub>6</sub>, В<sub>3</sub>, биотин и др.** Витамин В<sub>6</sub> (пиридоксин) входит в состав ферментов, катализирующих переаминирование и декарбоксилирование некоторых аминокислот. Содержание пиридоксина в молоке составляет 0,05 мг %.

В<sub>3</sub> (пантотеновая кислота), биотин, фолиевая кислота (фолацин) входят в состав коферментов ряда ферментов и имеют важное биологическое значение. Данные витамины необходимы для роста дрожжей и молочнокислых бактерий. Поэтому недостаток их в молоке весной может быть причиной плохого сквашивания молока при приготовлении бактериальных заквасок и выработке молочнокислых продуктов

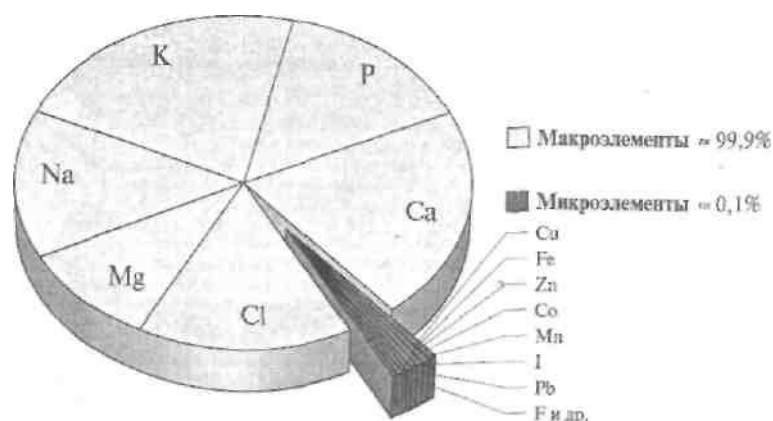
## Тема: Минеральные вещества молока.

1. Характеристика минеральных веществ молока.
2. Макроэлементы молока
3. Микроэлементы молока.

1. Минеральные, или зольные, вещества встречаются в организмах в различных количествах. В зависимости от содержания их разделяют на макроэлементы (Ca, P, Mg, Na, K, Cl, S) и микроэлементы (Fe, Cu, Zn, I и др.).

Минеральные вещества выполняют разнообразные функции. Они обеспечивают построение костной ткани (Ca, P, Mg), создают осмотическое давление и буферные системы крови (Na, K), входят в состав некоторых гормонов (I, Zn, Cu), ферментов и витаминов (Fe, Co) и т.д.

В золе молока. Содержание которой составляет 0,7-0,8%, обнаружены следующие элементы: Ca, Mg, P, Na, K, Cl, S, Fe, Cu, Co, I, F, Mn, Zn и др. В молоке данные элементы содержатся в виде катионов и анионов, в прочном соединении с органическими веществами (в составе белков, ферментов, нуклеиновых кислот) и др.



### Минеральные вещества молока

## 2. Макроэлементы

Среднее содержание наиболее важных макроэлементов в молоке (в мг%) следующее: кальций – 120, фосфор – 95, калий – 140, натрий – 50, магний – 12, хлор – 100.

По содержанию катионов и анионов можно судить о солевом составе молока. К катионам молока относятся  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , к анионам – фосфаты ( $\text{PO}_4^{2-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ). Цитраты ( $\text{Cit}^{3-}$ ,  $\text{HCit}^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{Cit}^-$ ), хлориды (Cl), сульфаты ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), карбонаты ( $\text{HCO}_3^-$ ). Считают, что в молоке преобладают фосфаты, цитраты и хлориды кальция, калия, натрия, магния. Они находятся в виде истинных и коллоидных растворов.

Большое значение для человека, особенно в детском возрасте, имеют соли кальция, поступающие из молока и молочных продуктов.

Кальций находится в молоке в легко усвояемой и хорошо сбалансированной с фосфором форме. Соли кальция имеют огромное значение для процессов переработки молока. Например, недостаточное количество солей (ионов) кальция обуславливает медленное сычужное свертывание молока (в сыроделии считается нормальным содержание 125-130 мг% кальция в молоке), а их избыток вызывает коагуляцию белков молока при стерилизации.

Содержание кальция в молоке колеблется от 100 до 140 мг% (в молоке, заготавливаемом в РФ, среднее количество кальция составляет от 110 до 126 мг%). Около 22% всего количества кальция прочно связано с казеином (от его содержания зависят размер казеиновых мицелл и их устойчивость), остальные 78% составляют фосфаты и цитраты. Большая часть этих солей (в основном фосфаты кальция) содержится в коллоидном состоянии (в виде агрегатов молекул) и небольшая часть (около 30%) – в виде истинного раствора.

Содержание магния в молоке составляет около 12 мг%. На долю солей, находящихся в виде истинного раствора. Приходится 65-70% магния. Магний, вероятно, встречается в молоке в тех же химических соединениях и выполняет ту же роль, что и кальций. Сейчас роль магния пересматривается – выяснено, что его содержание в молоке, и особенно в молозиве, играет важную роль в развитии иммунитета телёнка и защите его кишечника от инфекций.

Соли калия и натрия содержатся в ионно-молекулярном состоянии в виде хорошо диссоциирующих хлоридов, фосфатов и цитратов. Содержание калия в молоке колеблется от 113 до 170 мг%, натрия – от 30 до 77 мг%. Соли калия и натрия имеют большое физиологическое значение. Они создают нормальное осмотическое давление крови и молока и обуславливают их буферную ёмкость. Кроме того, фосфаты и цитраты калия и натрия обеспечивают так называемое *солевое равновесие молока*, т.е. определенное соотношение между катионами кальция (и магния) и анионами фосфатов и цитратов. Иначе говоря, фосфаты и цитраты калия и натрия регулируют в молоке количество ионизированного кальция, влияющего на размеры и стабильность казеиновых мицелл.

Содержание хлоридов в нормальном молоке колеблется от 80 до 110 мг%. При заболевании животных маститом их количество в молоке резко повышается до 120-165 мг% и выше.

### **3. Микроэлементы**

К ним относятся медь, железо, цинк, кобальт, марганец, йод, фтор, свинец и некоторые другие элементы.

В молоке микроэлементы связаны с белками и оболочками жировых шариков. Их содержание зависит от рационов кормления, стадии лактации, состояния здоровья животных и в сумме составляет около 800 мкг на 100 г молока, или около 0,1% всех минеральных веществ.

Микроэлементы влияют на пищевую ценность и качество молока и молочных продуктов. Следует отметить, что коровье молоко при высокой пищевой ценности содержит мало железа и меди, поэтому при производстве сухих молочных продуктов детского питания в молочную основу добавляют глицерофосфат железа, сульфат меди и другие соли. Молочнокислые бактерии,

входящие в состав бактериальных заквасок, чувствительны к содержанию некоторых микроэлементов в молоке (Mn, Fe, Co, Zn и др.).

Микроэлементы могут попадать в молоко дополнительно после дойки (из воды. Оборудования, тары и т.д.). Тогда они отрицательно влияют на качество молочных продуктов. Так, повышенное содержание меди и железа приводит к появлению в молоке окисленного привкуса, ускоряет процессы прогоркания и осаливания масла. Увеличенное количество в молоке свинца, кадмия, ртути может представлять угрозу для здоровья человека.

### **Тема: Посторонние химические вещества молока.**

#### **1. Антибиотики**

#### **2. Пестициды, моющие и дезинфицирующие вещества**

#### **3. Соли тяжелых металлов и радиоактивные вещества**

#### **4. Соли тяжелых металлов и радиоактивные вещества**

#### **5. Растительные, микробные яды и другие вещества**

Из организма животного в молоко могут переходить различные химические вещества, опасные для здоровья человека. Некоторые из этих веществ затрудняют технологические процессы при выработке молочных продуктов, снижают их качество и пищевую ценность. К посторонним химическим веществам молока относятся антибиотики, пестициды, моющие и дезинфицирующие вещества, соли тяжелых металлов, радиоактивные вещества, токсины, нитраты, нитриты, бенз(а)пирен, диоксиды и пр.

#### **1. Антибиотики**

При лечении мастита и других заболеваний животных применяют пенициллин, стрептомицин, тетрациклины и другие антибиотики. Их растворы часто вводят через сосковый канал в пораженные четверти вымени. Введенные таким образом антибиотики переходят в молоко и сохраняются в нем. Их содержание в молоке зависит от дозы, свойств введенного препарата и индивидуальных особенностей животного. Принято считать, что антибиотики переходят в молоко в течение 48-72ч и более после введения их в молочную железу. В связи с этим молоко в течение 2-5 дней после применения пенициллина и других антибиотиков нельзя сдавать на молочные заводы.

Присутствие антибиотиков в молоке изменяет его свойства. Такое молоко при употреблении его в пищу может вызвать аллергические реакции у людей с повышенной чувствительностью к антибиотикам. Содержание в молоке антибиотиков, даже в небольших концентрациях, подавляет развитие молочнокислых бактерий, применяемых при производстве кисломолочных продуктов. Наиболее чувствительны к антибиотикам термофильный стрептококк и молочнокислые палочки. Антибиотики нарушают сычужное свертывание молока при производстве творога и сыра, что приводит к ухудшению качества этих продуктов. Поэтому на молочных заводах контролируют молоко на наличие антибиотиков по разработанным для промышленности методам.

#### **3. Пестициды, моющие и дезинфицирующие вещества**



В сельском хозяйстве для защиты растений и животных от вредителей и болезней применяют различные химические вещества – пестициды (от латинского *pestis* – зараза + *caedere* («цидос») – убивать).

Пестициды попадают в организм животного и затем в молоко при обработке ими кожного покрова животного, а также с кормами, содержащими остатки этих веществ. В настоящее время широко используют, в основном, фосфорорганические пестициды, раньше применяли также хлорорганические пестициды. Степень выделения этих соединений в молоко и их токсичность различны.

Фосфорорганические пестициды (хлорофос, карбофос, метафос, фосфамид и др.) довольно быстро разрушаются в пищеварительном тракте животного и переходят в молоко в незначительных количествах. Выделение фосфорорганических соединений с молоком обычно заканчивается через 2-5 дней после обработки ими животных или скармливания кормов, обработанных этими препаратами.

Хлорорганические пестициды (ДДТ, альдрин, гексахлоран и др.) сильно токсичны и отличаются высокой стойкостью во внешней среде. Они могут сохраняться годами и, постепенно накапливаясь в почве, создают опасность для человека и животных. Поступившие в организм животного хлорорганические пестициды откладываются в его жировой ткани и длительное время (в течение 2-3 мес) выделяются с молоком. Использование в сельском хозяйстве наиболее стойких хлорорганических препаратов (ДДТ, альдрин) в нашей стране запрещено. Также не допускаются обработка шкуры скота хлорорганическими соединениями и скармливание лактирующим животным кормов, обработанных этими препаратами.

Поскольку молоко, содержащее хлорорганические пестициды, может приобретать токсические свойства и представлять опасность для здоровья людей, сдача на переработку молока с остатками этих химических средств защиты растений и животных запрещена.

При недостаточно тщательном ополаскивании оборудования и системы трубопроводов водой после мойки и дезинфекции возможны случаи попадания в молоко моющих и дезинфицирующих средств, отрицательно влияющих на его сыропригодность и способность к сквашиванию. Наибольшую опасность представляют препараты, содержащие активный хлор и четырехзамещенные соединения аммония.

#### **4. Соли тяжелых металлов и радиоактивные вещества**

В высокоразвитых странах с каждым годом увеличивается промышленное применение ртути, кадмия, свинца и других тяжелых металлов. В сельскохозяйственной практике для борьбы с насекомыми и грызунами широко используют препараты тяжелых металлов (ртути, меди, цинка). Многие из тяжелых металлов токсичны и представляют потенциальную угрозу для здоровья животных и человека. Они поступают в окружающую среду и могут накапливаться в кормах и пищевых продуктах.

Ртуть, свинец, кадмий, попадая в организм животного из кормов, вдыхаемого воздуха и через кожный покров, откладываются в различных органах

и тканях. В молоко выделяется лишь незначительная часть поступающих металлов, поэтому оно наименее загрязнено различными тяжелыми металлами. Так, среднее содержание ртути, свинца и кадмия в 1л молока составляет 5-9% допустимой суточной нормы поступления.

Большие количества тяжелых металлов могут выделяться в молоко при отравлении животных различными химическими препаратами. Отравления кормов, например ртутью, возможным при использовании для кормовых целей зерна, потравленного ртутьорганическими соединениями (гранозами, меркураном). При отравлении животных соединениями свинца, мышьяковистыми препаратами, медным купоросом в молоке содержится увеличенное количество свинца, мышьяка, меди.

В пищевых продуктах могут накапливаться различные радиоактивные изотопы (радионуклеиды), выделяемые в атмосферу земли при добыче, использовании и хранении радиоактивных элементов. Наиболее опасны для человека изотопы с длительным периодом полураспада (28,6-30лет) – стронций-90 и цезий-137. Поступление этих радиоизотопов в организм человека с хлебными и молочными продуктами составляет около 80% общего суточного их поступления.

Молоко загрязняется радиоактивными веществами, в основном, биологическим путем, т.е. по цепи почва – растения – животные – молоко. В России молоко, молочные продукты и другие пищевые продукты животного и растительного происхождения контролируют на содержание в них опасных для здоровья человека радиоизотопов.

Молоко, загрязненное радиоизотопами выше предельно допустимых норм, необходимо перед употреблением предварительно очищать с помощью синтетических ионообменных смол, полисахаридов морских водорослей (альгинатов), которые задерживают 75-95% радиоактивного стронция и цезия. Из радиоактивно загрязненного молока можно вырабатывать сливочное масло и топленое масло, в которое переходит менее 1% радиоактивных изотопов от общего их количества в молоке.

## **5. Растительные, микробные яды и другие вещества**

Иногда в молоко могут выделяться различные растительные яды (токсины), вызывающие отравления не только молодых животных, но и человека. В организм животных они попадают при поедании ядовитых растений (безвременник осенний, лютик и т.д.) или при вскармливании им зерновых кормов с примесью ядовитых семян (куколь и др.), неумеренных количеств хлопчатниковых жмыхов, проросшего картофеля и др. Основными веществами, обуславливающими токсичность ядовитых растений и некоторых кормов, являются алкалоиды (колхицин в безвременнике осеннем), гликозиды (соланины в проросшем картофеле), эфирные масла (полынь, горчица), госсипол (хлопчатниковые жмыхи) и др.

Сильнодействующие токсины могут выделяться некоторыми видами плесневых грибов (*Aspergillus*, *Fusarium* и др.). При поражении кормов (сено, солома, зерно и продукты их переработки) плесневыми грибами в них образуются

и накапливаются так называемые микотоксины. Поэтому вскармливание заплесневелых кормов может вызвать отравление животных и выделение части микотоксинов в молоко.

К наиболее изученным микотоксинам относятся афлатоксины – токсины, вырабатываемые грибом *Aspergillus flavus* (аспергилл желтый). Они выделены в кристаллическом виде, выяснены их структура и механизм действия (афлатоксины вызывают цирротические изменения печени человека).

Пастеризация молока незначительно снижает токсичность микотоксинов. Поэтому молоко и другие пищевые продукты, загрязненные микотоксинами, представляют опасность для здоровья людей.

Причиной сильных отравлений молочными продуктами могут быть токсины бактериального происхождения, например, энтеротоксины, вырабатываемые коагулазоположительными стафилококками. Источники загрязнения молока стафилококками разнообразны – животные, больные маститом, люди с гнойничковыми поражениями рук, больные ангиной и т.д.

Энтеротоксины очень термостойки, они выдерживают пастеризацию и разрушаются только при кипячении молока в течение 2ч. Энтеротоксины, оставшиеся в молоке после пастеризации, могут вызвать сильное пищевое отравление. Отравления иногда возникают при употреблении в пищу творога и сыра, выработанных из молока, обсемененного стафилококками.

Кроме перечисленных токсичных соединений молоко может содержать незначительное количество нитратов и нитритов, которые представляют опасность для здоровья человека, так как являются предшественниками синтеза канцерогенных N-нитрозаминов.

К числу загрязнителей молока можно отнести полициклические ароматические углеводороды, например, канцерогенный 3,4-бензпирен, а также полихлорбифенилы, входящие в группу высокотоксичных диоксинов и некоторые другие.

### **Составные части молока**

#### ***Контрольные вопросы и задания.***

1. Каков средний (неразвернутый и развернутый) химический состав молока? 2. Массовые доли, каких составных частей молока контролируют на молочных заводах? 3. В каком состоянии находится в молоке вода? 4. Что представляют собой белки? Расскажите об их составе и свойствах. 5. Какие факторы обуславливают устойчивость белков в растворе? 6. Перечислите главные белки молока и их биологические функции. 7. Дайте характеристику казеина и его фракций. 8. Объясните причины различной чувствительности фракций казеина к ионам кальция. 9. Что входит в состав казеинаткальцийфосфатного комплекса? 10. Назовите основные сывороточные белки молока. 11. Какими методами контролируют массовую долю белков? 12. Что представляет собой молочный жир? 13. Перечислите физические и химические свойства молочного жира. 14. Какие методы контроля массовой доли жира в молоке используют в промышленности? 15. Напишите формулу лактозы и расскажите о ее свойствах. 16. Объясните принцип рефрактометрического метода контроля массовой доли лактозы в молоке. 17. Назовите основные макро- и микроэлементы молока. 18.

Расскажите о принципе комплексометрического метода определения кальция в молоке. 19. Дайте определение ферментов и расскажите об их свойствах. 20. Назовите окислительно – восстановительные ферменты молока. 21. Перечислите гидролитические ферменты молока. 22. Что вам известно о витаминах молока? 23. Какие посторонние химические вещества могут попасть в молоко?

**Тема: Состояние белков в молоке.**

**1. Молоко как полидисперсная система.**

**2. Коллоидная фаза. Характеристика дисперсной фазы.**

**3. Структура мицелл казеина.**

**4. Факторы устойчивости мицелл казеина.**

**1. Молоко как полидисперсная система**

Молоко является сложной полидисперсной системой.

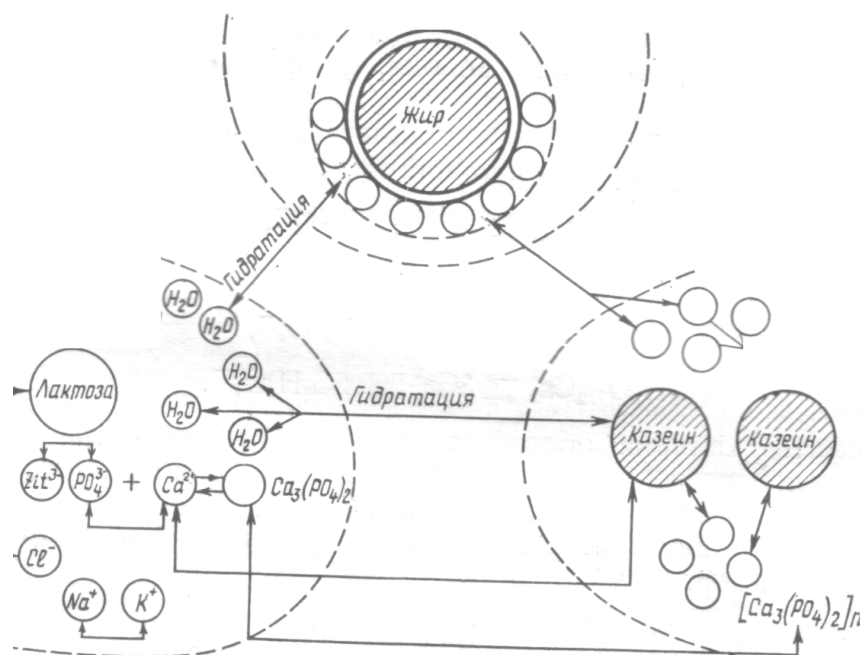
Дисперсные фазы находятся:

- 1) **в ионно-молекулярном состоянии** (фаза истинного раствора),
- 2) **в виде коллоидных** (коллоидная фаза)
- 3) **и грубодисперсных частиц** различной величины (фаза эмульсии).
- 4) Однако провести строгую границу между дисперсными фазами и

дисперсной средой молока нельзя, так как водные растворы одних веществ являются дисперсной средой для других.

При синтезе молока между отдельными дисперсными фазами устанавливается тесная взаимосвязь, что приводит к образованию единой равновесной системы молока (см. рисунок). Например, раствор солей стабилизирует мицеллы казеина, казеин в свою очередь повышает растворимость коллоидного фосфата кальция, некоторые белковые вещества стабилизируют жировую эмульсию и т.д. *Следовательно, любые изменения в содержании и состоянии составных частей молока под воздействием каких-либо факторов (температуры, pH и др.) могут привести к разрушению всей равновесной системы молока и потере устойчивости ее компонентов.*

Фаза эмульсии



**Рис. Схематическое изображение равновесной системы молока (модификация по А. Балларину)**

Инженер-технолог молочной промышленности должен иметь четкое представление о взаимосвязи между составными частями молока. В одних случаях (выработка питьевого молока, сливок, консервов) ему важно выбрать такие режимы обработки и переработки молока, которые бы не нарушили эту взаимосвязь и единство полидисперсной системы молока.

При производстве других молочных продуктов (масло, сыр, творог, молочный сахар) необходимо, наоборот, осуществить наиболее полное выделение одного из нескольких компонентов из полидисперсной системы молока.

**2. Коллоидная фаза.**

В коллоидно-дисперсном состоянии в молоке находятся сывороточные белки, казеин и большая часть фосфатов кальция.

**Характеристика дисперсной фазы.**

Частицы сывороточных белков молока представлены отдельными макромолекулами, а также их димерами и полимерами.

**Макромолекулы белков свернуты в компактные глобулы, имеющие отрицательный заряд и очень прочные гидратные оболочки.** Они обладают большой устойчивостью в молоке, не коагулируют при достижении изоэлектрической точки, хотя при понижении рН образуют ассоциаты из нескольких мономеров.

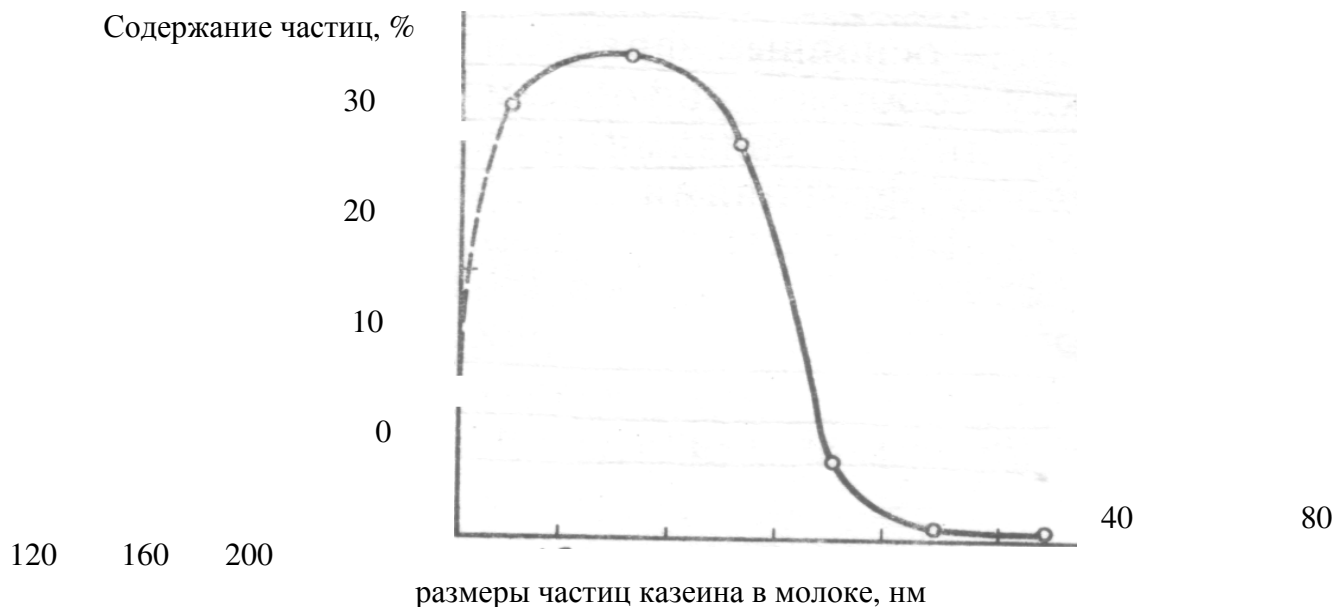
Выделить белки можно путем уменьшения их растворимости – введением в молочную сыворотку большого количества электролита, т.е. высаливанием. При нагревании молока до высоких температур сывороточные белки денатурируют, затем агрегируют и частично коагулируют.

**Казеин в молоке содержится в виде мономеров и в форме полимеров (субмицеллярный и мицеллярный казеин).** Мицеллы казеина обладают свойствами гидрофильного золя, который при определенных условиях может обратимо перейти в гель.

Коллоидный **фосфат кальция** малорастворим в воде и в молоке образует типичную **неустойчивую коллоидную систему** с гидрофобной дисперсной фазой.

**Таким образом, мицеллы казеина представляют собой коллоидную фазу смешанного состава, обладающую свойствами гидрофильного и гидрофобного золя.**

**значение** Нахождение казеина и фосфата кальция в молоке в виде сложных мицелл имеет большое значение для новорожденного. Так, под действием химозина в его желудке мицеллярный белок легко образует сгусток, который подвергается дальнейшему воздействию пепсина. Кроме того, в составе растворимых мицелл казеина транспортируются очень важные для молодого организма соли кальция.



*Рис. Кривая распределения частиц казеина в молоке по размерам (по П.Ф. Дьяченко, Е.А. Ждановой)*

### 3. Структура мицелл казеина.

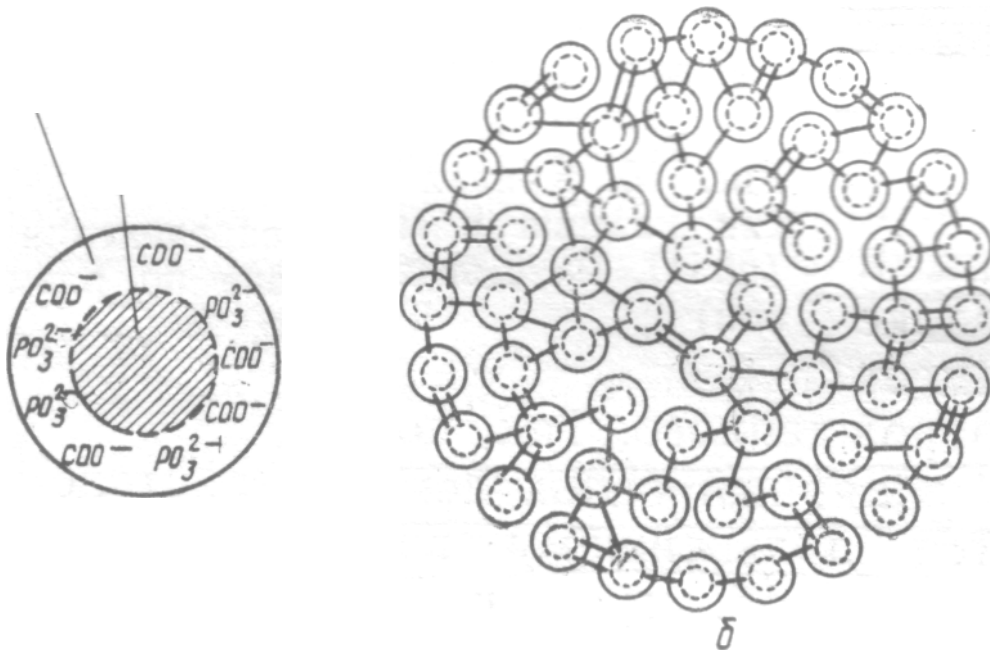
Структура мицелл казеина окончательно не установлена. В настоящее время большее число сторонников получили **модели пористой структуры мицелл**.

С помощью электронно-микроскопического и других современных методов установлено, что мицеллы казеина имеют почти **сферическую форму**, средний диаметр 70-100 нм и молекулярную массу  $6 \cdot 10^8$ . в свою очередь мицеллы казеина состоят из нескольких сотен субмицелл диаметром 10-15 нм. Субмицеллы представляют собой агрегаты из 10-12 субъединиц – основных фракций казеина ( $\alpha_s$ ,  $\beta$  и  $\chi$ ), соединенных между собой гидрофобными, а также электростатическими и водородными связями и кальциевыми мостиками.

Полипептидные цепи фракций казеина свертываются в субмицелле таким образом, что **большинство гидрофобных групп составляют ее ядро, а гидрофильные располагаются на поверхности субмицелл**.

Гидрофильная часть (оболочка) содержит отрицательно заряженные кислотные группы глютаминовой, аспарагиновой и фосфорной кислот.

Соединение субмицелл в относительно устойчивые мицеллы происходит, по мнению многих исследователей, с помощью коллоидного фосфата кальция и, возможно, за счет цитрата кальция и гидрофобных взаимодействий.



*Рис. Схематическое изображение мицеллы казеина (по Т. Пай-енсу): а – субмицелла, б – субмицеллы, соединенные с помощью коллоидного фосфата кальция в мицеллу*

Пористая структура позволяет проникать внутрь мицелл воде, карбоксипептидазе, химозину и другим ферментам. Как показали исследования, мицеллярный казеин сильно гидратирован – 2-3,7 г и более воды на 1г белка, что значительно превосходит количество, характерное для гидратных оболочек обычных глобулярных белков с плотной компактной структурой.

Следовательно, вода не только окружает мицеллу казеина в виде гидратной оболочки, но и заполняет большую часть ее объема, т.е. иммобилизуется мицеллой.

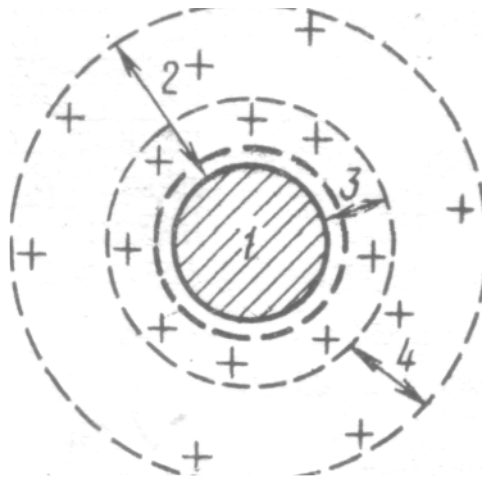
#### **4. Факторы устойчивости мицелл казеина.**

В свежем молоке мицеллы казеина обладают относительной устойчивостью - не коагулируют при механической обработке (очистке, сепарировании, гомогенизации и др.) и нагревании молока до высоких температур.

Снижение их устойчивости и коагуляция наблюдаются лишь при понижении рН молока, повышении концентрации ионов кальция, внесении сычужного фермента и т.д.

**Согласно теории ДЛФО устойчивость и коагуляция коллоидных растворов зависят от соотношения молекулярных сил притяжения и электростатических сил отталкивания между коллоидными частицами.**

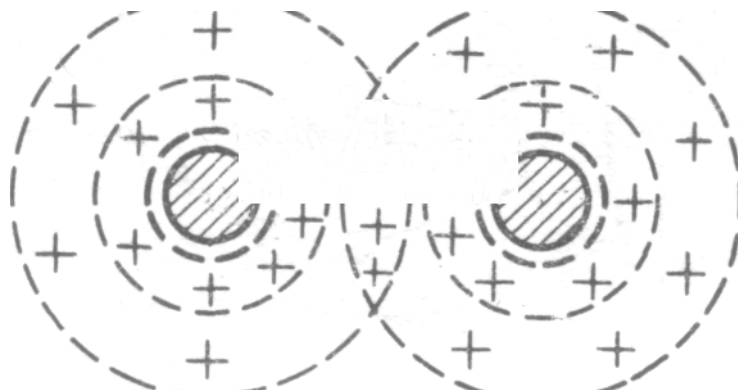
В растворе все коллоидные частицы имеют одинаковый заряд. Заряд частиц обуславливает возникающий на границе раздела фаз двойной электрический слой.



**Рис. Схема строения двойного электрического слоя вокруг коллоидной частицы: 1-коллоидная частица; 2- двойной электрический слой; 3- его адсорбционная часть; 4- его диффузная часть.**

Под действием электрического поля частицы перемещаются к электроду с противоположным знаком.

В целом коллоидные частицы (мицеллы) электронейтральны, поэтому электростатическое отталкивание между ними возникает только при достаточном сближении, когда происходит перекрывание их ионных атмосфер.



**Схема перекрывания ионных атмосфер двух коллоидных частиц**

Потенциальная энергия электростатического отталкивания тем больше, чем меньше расстояние между частицами и чем больше толщина двойного электрического слоя.

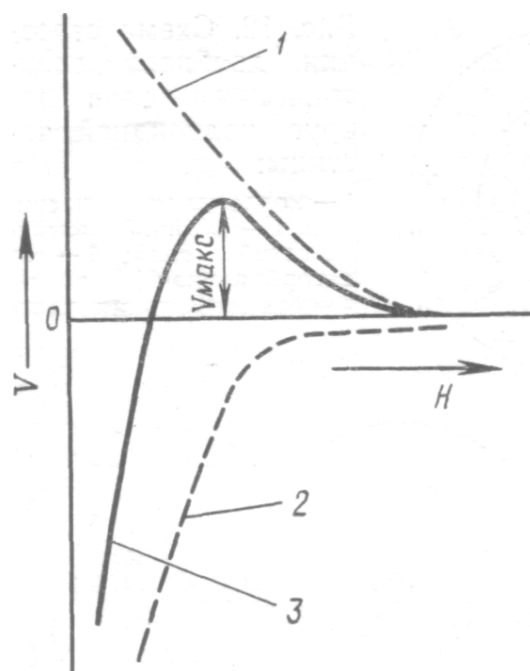
Кроме сил электростатического отталкивания между коллоидными частицами действуют силы молекулярного притяжения Ван-дер-Вальса – Лондона.

Потенциальная энергия взаимодействия между коллоидными частицами  $V_э$  и энергии молекулярного притяжения  $V_м$  между ними:

$$V = V_э + V_м$$



Она может иметь отрицательное и положительное значение в зависимости от превалирования сил притяжения или сил отталкивания.



**Рис. Потенциальные кривые взаимодействия двух коллоидных частиц: 1- энергия электростатического отталкивания; 2- энергия молекулярного притяжения; 3- результирующая энергия взаимодействия.**

При больших значениях электростатического отталкивания коллоидная система устойчива, так как частицы не в состоянии его преодолеть и не могут образовать агрегаты. Если значение энергетического барьера меньше или одного порядка со средней кинетической энергией некоторых движущихся частиц, то частицы смогут его преодолеть.

**Введение электролита** приводит к перестройке двойного электрического слоя – противоионы вытесняют из диффузной его части в адсорбционную. При этом уменьшается толщина двойного электрического слоя и величина дзета-потенциала частиц. Когда все противоионы вытесняются в адсорбционный слой, наступает изоэлектрическое состояние. Обычно начало коагуляции наблюдается не в изоэлектрической точке, в которой дзета-потенциал равен нулю, а при достижении некоторого его критического значения.

Следовательно, коагуляция золя при добавлении электролита происходит в результате полного исчезновения или уменьшения электрического заряда на поверхности частиц.

Нативные мицеллы казеина имеют на поверхности отрицательно заряженные группы  $\text{COO}^-$ ,  $\text{PO}_3^{2-}$  и вокруг них эквивалентное количество положительно заряженных ионов кальция, т.е. двойной электрический слой. Кроме того, полярные группы казеина связывают молекулы воды, которые в виде хорошо развитой гидратной оболочки окружают мицеллы. Электрический заряд нативных мицелл казеина относительно мал.

**Таким образом, в свежем молоке силы электростатического отталкивания между мицеллами казеина превалирует над силами**

**молекулярного притяжения и коллоидная система молока находится в устойчивом состоянии.**

*Следовательно, для того чтобы вызвать соединение и коагуляцию мицелл казеина, необходимо снизить их отрицательный заряд, т.е. перевести мицеллы в изоэлектрическое или близкое к нему состояние, и разрушить гидратные оболочки. В практике коагуляцию казеина осуществляют, снижая рН молока или добавляя кислоты (кислотная коагуляция), внося хлорид кальция при нагревании (термокальциевая коагуляция) и сычужный фермент (сычужная коагуляция).*

**Тема: Фаза эмульсии.**

**1. Состав и структура оболочки шариков жира.**

**2. Факторы устойчивости жировой эмульсии молока.**

Молоко является типичной природной эмульсией жира в воде – жировая фаза находится в плазме молока в виде мелких капель (шариков жира) более или менее правильной формы, окруженных защитной липопротеидной оболочкой. Нахождение жира в молоке в мелкодиспергированном виде играет важную роль в процессе его усвоения новорожденными, а так же технологической обработке молока.

Размер и количество шариков жира в молоке непостоянны и зависят от породы животных, стадии лактации, кормовых рационов и других факторов.

В 1 мл молока содержится 1,5-3 млрд. шариков жира, их средний диаметр равен 2-2,5 мкм с колебаниями от 0,1 до 10 мкм и более. Размеры шариков жира имеют практическое значение, так как определяют степень перехода жира в продукт при производстве сливок, масла, сыра, творога и т.д.

Физическая стабильность шариков жира в молоке и молочных продуктах, их поведение при отстое сливок и технологической обработке (гомогенизации, пастеризации и т.д.) в основном зависят от состава и свойств их оболочек.

**1. Состав и структура оболочки шариков жира.**

Многочисленные аналитические исследования показали, что оболочка шариков жира **состоит из липидов и белков.**

Эти компоненты, ориентированные определенным образом на поверхности шариков, стабилизируют жировую эмульсию молока.

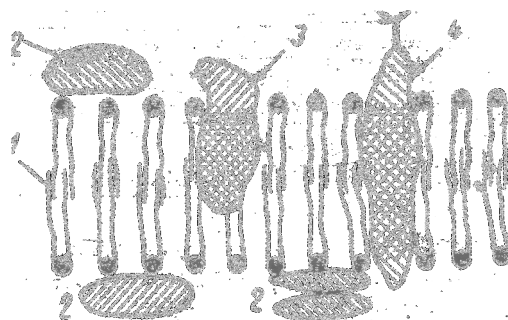
В последние годы все чаще проводится аналогия между составом и структурой оболочек шариков жира и биологических мембран. Биологические мембраны состоят в основном из белков и липидов в весовых соотношениях 1:1, 1:4 и др.

Основные мембранные белки обычно нерастворимы в воде, но их можно солюбилизировать в воде с помощью детергентов.

Белковые глобулы присоединены к липидному бислою различными путями. Одни (главным образом ферменты) находятся на поверхности мембраны, прикреплены к полярным головкам фосфолипидов с помощью электростатических сил взаимодействия и называются периферическими белками. Другие, называемые внутренними белками, погружены (встроены) в

слой липидов и прочно связаны с ними за счет гидрофобных взаимодействий (рис.)

## Наружная часть мембраны



### Внутренняя часть мембраны

*Рис. Структура плазматической мембраны: 1-двойной слой фосфолипидов; 2-глобула белка на поверхности; 3-глобула белка погружена в фосфолипидный слой; 4-глобула белка пронизывает мембрану*

Изучение состава и структуры оболочки шариков жира молока сразу же после секреции показало следующее.

**1. В липидной фракции оболочки содержатся фосфолипиды высокоплавкие триглицериды, цереброзиды, холестерин, каротин, витамин а и др.**

**2. Белковые компоненты оболочки по растворимости в воде** делятся на две фракции. Одна фракция структурных белков плохо растворима в воде, содержит около 14% азота. Она включает значительное количество гликопротеидов, содержащих гексозы, гексозамины и сиаловую кислоту. В другую водорастворимую белковую фракцию входят гликопротеид с высоким (около 18%) содержанием углеводов и разнообразные ферменты.

К ферментам оболочки шариков жира относятся ксантиноксидаза, щелочная и кислотная фосфатаза, холинестераза, глюкозо-6-фосфатаза и др.

В оболочке шариков жира помимо липидов и белков обнаружены минеральные элементы: Cu, Fe, Mo, Zn, Ca, Mg, Se, Na и K. Выяснено, что с оболочкой связано 5-25% нативной меди молока и 28-59% нативного железа. Fe, Mo являются компонентами ксантиноксидазы, Cu входит в состав специфического (богатого медью) белка оболочки, а остальные минеральные элементы в виде катионов плазмы молока связываются с отрицательно заряженными группами белков оболочек шариков жира.

Оболочка шарика жира состоит из двух слоев различного состава:

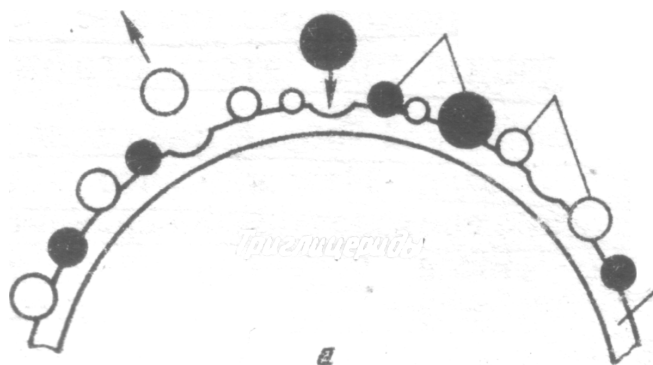
**1) внутреннего тонкого, плотно прилегающего к кристаллическому слою высокоплавких триглицеридов жировой глобулы;**

**2) внешнего рыхлого (диффузного), десорбируемого при технологической обработке молока.**

Внутренний слой (мембрана, матрикс) имеет толщину 5-10 нм, образуется из плазматической мембраны секреторной клетки молочной железы в процессе выведения секрета. Точная структура его неизвестна.

Одни исследователи считают, что подобно клеточной мембране внутренний слой оболочки шарика жира представляет собой водонерастворимый липопротеидный комплекс, имеющий трехслойную структуру.

На тонкой мембране абсорбирован внешний слой оболочки (рис.), состоящий из водорастворимых сферических липопротеидных мицелл различного размера (от 3 до 30 нм и более).



#### *Структура*

*оболочки шарика жира: а) модель строения оболочки; б) оболочка под электронным микроскопом; в) липопротеидная частица.*

*Липопротеидные мицеллы представляют собой фрагменты разрушенной мембраны или мембран эндоплазматического ретикулума секретных клеток, которые сворачиваются и образуют замкнутые структуры (микросомы).*

Они содержат фосфолипиды, гликолипиды, нуклеиновые кислоты и белки, главным образом растворимые гликопротеиды, и большую часть ферментов оболочки. Установлено, что некоторые липопротеидные мицеллы слабо связаны с мембраной шарика жира и могут мигрировать в плазму при хранении, механической и тепловой обработке молока.

Предполагают, что между структурными компонентами оболочки существуют гидрофобные и электрические взаимодействия, а ковалентные связи особой роли не играют. Дополнительное стабилизирующее действие на структуру оболочки могут оказывать двухвалентные катионы ( $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ), образующие «мостики» между отрицательно заряженными группами ее белковых или липидных компонентов.

Состав и структура оболочек шариков жира после охлаждения, хранения и обработки молока отличаются от структуры нативных оболочек. Так, в процессе охлаждения и хранения сырого молока на внутренней мембране адсорбируются иммуноглобулины и липазы (в отличие от плазменной липазы ее называют мембранной), при механической и тепловой обработке – также казеин и денатурированный  $\beta$ -лактоглобулин. Коренным образом изменяется состав оболочек в процессе гомогенизации молока и сливок.

## **2. Факторы устойчивости жировой эмульсии молока.**

Эмульсия шариков жира в молоке достаточно устойчива. Охлаждение молока, механическое воздействие насосов, мешалок, нагревание до относительно высоких температур незначительно изменяют состав, физико-химические свойства оболочек шариков жира, не нарушая при этом стабильности жировой эмульсии.

При технологической обработке молока в первую очередь изменяется внешний слой оболочки. Известно, что в свежесвыдоенном молоке оболочки имеют неровную, шероховатую поверхность и довольно большую толщину внешнего слоя.

После перемешивания, встряхивания и хранения молока оболочки шариков жира становятся более гладкими и тонкими. Эти изменения обусловлены десорбцией липопротеидных мицелл из оболочек в плазму. Одновременно с десоциацией мицелл происходит сорбция белков и других компонентов плазмы молока на поверхности мембраны шариков жира. Процессы десорбции – сорбции при перемешивании, охлаждении могут вызвать некоторые изменения состава и поверхностных свойств оболочек, что приводит к снижению их прочности и частичному разрыву.

В процессе тепловой обработки молока наблюдается не только значительная перестройка структурных компонентов оболочки, но и частичная денатурация (конформационная перестройка) мембранных белков, что способствует дальнейшему снижению стабильности оболочек шариков жира.

Оболочки могут быть сравнительно быстро разрушены в результате специального механического воздействия, применяемого, например, при получении сливочного масла, а также действия химических веществ (концентрированных кислот, щелочей, амилового спирта).

**Стабильность жировой эмульсии молока можно объяснить следующими факторами:**

**1) Первым важным фактором устойчивости разбавленных эмульсий, стабилизированных эмульгатором, является, как известно, возникновение на поверхности капелек жира электрического заряда.**

Оболочки шариков жира содержат на поверхности полярные группы – фосфатные группы фосфатидилхолина и других фосфолипидов, карбоксильные группы, аминогруппы, СООН-группы сиаловой кислоты белковых и углеводных компонентов. На поверхности шариков создается суммарный отрицательный заряд (их изоэлектрическое состояние наступает при рН молока 4,5). К отрицательно заряженным группам присоединяются катионы  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  и др. В результате образуется двойной электрический слой, аналогичный слою, который возникает на поверхности частиц типичных гидрофобных коллоидов (см. рис.). таким образом, на границе раздела фаз между шариками жира действуют электростатические силы отталкивания, превышающие силы притяжения (энергетический барьер). Дополнительное стабилизирующее действие оказывает гидратная оболочка, образующаяся вокруг полярных групп мембранных компонентов.

**2) Вторым фактором устойчивости эмульсий является создание на границе раздела фаз структурно-механического барьера.**

Исследование структурно-механических свойств оболочек шариков жира показано, что они обладают повышенной структурной вязкостью, механической прочностью и упругостью, а следовательно, могут служить структурно-механическим барьером, препятствующим слиянию шариков.

#### **Вывод.**

**Таким образом, стабильность жировой эмульсии молока обуславливается термодинамическим (наличие двойного электрического слоя и гидратной оболочки) и структурно-механическими факторами. Структурно-механический фактор является наиболее сильным фактором стабилизации концентрированных эмульсий, к которым принадлежат, например, высокожирные сливки (П.А. Ребиндер)**

Следовательно, для обеспечения устойчивости жировой эмульсии молока и сливок в процессе выработки молочных продуктов необходимо стремиться сохранить неповрежденными оболочки шариков жира и не снижать степень их гидратации. Для этой цели необходимо сокращать до минимума механические воздействия на дисперсную фазу молока при транспортировке, хранении и обработке, избегать его вспенивания, правильно проводить тепловую обработку (длительная выдержка при высоких температурах может вызвать значительную денатурацию структурных белков оболочки и нарушение ее целостности), а также широко применять дополнительное диспергирование жира путем гомогенизации.

Если при выработке большинства молочных продуктов перед инженером-технологом стоит задача предотвратить агрегирование и коалесценцию шариков жира, то при получении масла перед ним стоит обратная задача – разрушить (деэмульгировать) стабильную жировую эмульсию и выделить из нее дисперсную фазу.

#### **Образование и состояние в молоке составных частей**

##### ***Контрольные вопросы и задания.***

1. Какие белки молока синтезируются в секреторных клетках молочной железы?
2. Как происходит биосинтез молочного жира?
3. Назовите углеводные компоненты и ферменты, необходимые для синтеза лактозы.
4. Каким образом формируются казеиновые субмицеллы и мицеллы?
5. Назовите факторы, обуславливающие устойчивость казеиновых мицелл в молоке.
6. Перечислите виды коагуляции казеина и области их применения.
7. Расскажите о строении оболочек жировых шариков.
8. Сравните рис. 27 и 29. Что общего имеется в построении внешней поверхности казеиновых мицелл и жировых шариков?
9. Что мы понимаем под солевым равновесием молока?

#### **Раздел 2. Специальная микробиология**

##### **Тема 2.1 Микроорганизмы, используемые при производстве молочных продуктов**

1. Молочнокислые бактерии
2. Пропионовокислые бактерии
3. Уксуснокислые бактерии

#### **4. Дрожжи**

#### **5. Бифидобактерии**

К основным группам микроорганизмов, используемым при производстве молочных продуктов, относят молочнокислые, пропионовокислые, уксуснокислые бактерии, дрожжи и бифидобактерии.

##### **1. МОЛОЧНОКИСЛЫЕ БАКТЕРИИ**

Это специфическая группа микроорганизмов, обуславливающих молочнокислое брожение, т. е. распад углеводов (сахаров) до молочной кислоты. Наряду с основным продуктом брожения — молочной кислотой — образуются побочные продукты: уксусная кислота, углекислый газ, ароматические вещества, этиловый спирт и др.

В природе молочнокислые бактерии представлены в виде шаровидных (лактококков) и палочковидных (бактерий) форм.

Первые научные исследования этих микроорганизмов были проведены Л. Пастером, результаты он опубликовал в 1857 г. С тех пор молочнокислые бактерии привлекают к себе внимание специалистов. На основе использования этих микроорганизмов создаются и развиваются крупные отрасли народного хозяйства.

##### **Молочнокислые стрептококки.**

Молочнокислые стрептококки относятся к роду *Lactococcus*. К гомоферментативным относятся молочный и сливочный стрептококки. Гетероферментативными являются ароматобразующие стрептококки, цитроворусы, способные продуцировать ароматические вещества (диацетил, ацетоин) и усваивать соли лимонной кислоты.

Промежуточное положение между гомо- и гетероферментативными стрептококками занимает термофильный стрептококк, поэтому его иногда называют среднетермофильным видом.

Молочнокислые стрептококки представляют собой шаровидные или овальные клетки размером до 1—2 мкм в диаметре, располагающиеся в виде коротких цепочек или попарно; неподвижны, спор и капсул не образуют, по Граму красятся положительно. В молодых культурах некоторые штаммы сливочного стрептококка образуют слизистую капсулу. Клетки ароматобразующих стрептококков несколько мельче, чем клетки молочного и сливочного, а клетки термофильного стрептококка крупнее, чем сливочного.

Молочнокислые стрептококки, так же как и палочки, по отношению к кислороду являются факультативными анаэробами т. е. растут не только в анаэробных условиях, но и при доступе молекулярного кислорода. Температурные границы жизнедеятельности этих микроорганизмов довольно широки. Для мезофильных видов оптимальная температура 25—30°C, но имеются и термофилы, растущие при 38—43°C. Минимальной температурой развития для мезофильных молочнокислых бактерий является 10°C, для термофилов - 20—22°C.

По потребности в питательных веществах молочнокислые бактерии относятся к наиболее сложным микроорганизмам. В качестве источника углерода они могут использовать моно- и дисахариды, органические кислоты.

На обычных питательных средах они не развиваются, а растут на средах с добавлением аминокислот, гидролизатов белков мяса, лактальбумина, казеина, различных видов муки. Большинству видов молочнокислых бактерий необходимы аминокислоты. Только некоторые виды молочнокислых стрептококков могут расти на средах, содержащих аммонийные соли в качестве единственных источников азота.

Большинству молочнокислых бактерий необходимы витамины — рибофлавин (В2), тиамин (В1), пантотеновая (В3), никотиновая (РР), фолиевая (Вс) кислоты, пиридоксин (Вб) и др.

Молочнокислые бактерии культивируют на обезжиренном стерильном молоке или на плотных и жидких искусственных питательных средах с использованием гидролизованного молока и других питательных веществ, получаемых из молока.

При развитии молочнокислых стрептококков в молоке они вызывают его свертывание, т.е. образование ровного, без обильного отделения сыворотки

плотного сгустка, имеющего приятные кисломолочные вкус и запах. Ароматобразующие стрептококки образуют сгусток, в котором можно обнаружить в небольшом количестве пузырьки углекислого газа. На плотной питательной среде (агар с гидролизованным молоком и мелом) молочнокислые стрептококки образуют мелкие (0,5—1 мм) каплевидные колонии с ровным краем, с зонами просветления мела. Колонии в толще питательной среды (глубинные колонии) имеют форму лодочки или зерна чечевицы.

Молочнокислые бактерии растут в средах с низким значением рН от 5,5 до 8,8, некоторые — при рН 2,9—3,2. Характерным свойством молочнокислых бактерий является высокая спиртоустойчивость. Они могут развиваться на питательных средах, содержащих 15—18 % этилового спирта, реже — при 24 %.

Биохимические свойства молочнокислых бактерий изучают по энергии кислотообразования, предельной кислотности, способности сбрасывать соли лимонной кислоты, по качеству сгустка, возможной протеолитической активности бактерий и др.

Энергию кислотообразования определяют по времени образования сгустка молока (кислотность около 58—60 Т) при внесении 0,5 см молодой (12—20-часовой) культуры в 10 см стерильного обезжиренного молока и выращивании посевов при оптимальной температуре.

Кислотность молока по Тернеру определяют титрованием десятинормальным раствором едкого натра при индикаторе фенолфталеине. Для титрования берут 10 см молока, разбавленного 20 см воды. Объем щелочи (в см<sup>3</sup>), пошедшей на нейтрализацию кислоты, умножают на 10 и получают таким образом кислотность молока (1 °Т соответствует 9 мг молочной кислоты в 100 см<sup>3</sup> молока).

Качество сгустка определяют тотчас после его образования. Кислотный сгусток ровный, плотный, однородный, без отделения сыворотки, его вкус кисловатый, приятный. Если сгусток стягивается с отделением сыворотки, то это дает основание предположить наличие в молоке сычужного фермента. Наличие в сгустке пузырьков газа (особенно если их много) дает основание



предположить загрязнение культуры бактериями группы кишечных палочек или дрожжами.

Активность образования ароматических веществ устанавливают по количеству образовавшихся летучих соединений и четырехуглеродных соединений (диацетила и ацетоина).

Молочнокислые стрептококки обладают различной ферментативной активностью.

**Молочный стрептококк** является активным кислотообразователем. Активные штаммы свертывают молоко за 4—7 ч. Предельная кислотность при его развитии достигает 120 Т. Восстанавливает и свертывает лакмусовое молоко, не образует ацетоина, разлагает аргинин с образованием аммиака. Не развивается в среде содержащей 6,5 % NaCl, и в щелочной среде при pH 9,5. Многие штаммы продуцируют антибиотик низин, который является полипептидом. Он подавляет большинство стрептококков (но не энтерококков), стафилококков, микрококков, некоторые виды бацилл, лактобактерий, клостридий, актиномицетов. При этом в отношении грамотрицательных бактерий низин бактерицидным действием не обладает.

В молочной промышленности широко используют молочный стрептококк при производстве кисломолочных продуктов, кисломолочного масла, сыров.

**Сливочный стрептококк** в отличие от молочного стрептококка не сбраживает мальтозу и декстрин, лишен способности дезаминировать аргинин. Не растет на средах, содержащих 4 % NaCl, а также при температуре 39—40 °С. При пониженных температурах культивирования (15—20 °С) некоторые штаммы образуют значительное количество летучих кислот, восстанавливают и свертывают (иногда только частично) лакмусовое молоко. Имеются слизееобразующие штаммы, формирующие сгустки молока. Их используют в заквасках для производства сметаны.

Энергия кислотообразования составляет 6—8 ч, а предельная кислотность — 110- 115°Т.

Отдельные штаммы синтезируют антибиотик диплококцин, представляющий собой растворимый в воде протеин, устойчивый к высоким температурам в кислой среде. Антибиотик обладает антагонистической активностью по отношению к другим штаммам.

Сливочный стрептококк входит в состав заквасок для творога, сметаны, масла, сыров.

**Ароматобразующие стрептококки** содержат фермент цитритазу, которая расщепляет цитраты с образованием диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) и ароматических веществ — ацетоина и диацетила.

*Lac. diacetylactic* — сравнительно слабый кислотообразователь, но образует диацетил в значительном количестве. Имеет слабую энергию кислотообразования (более 16 ч), предельная кислотность в молоке достигает 70—100 Т. Сгусток молока часто содержит пузырьки газа (CO<sub>2</sub>). Запах сгустка специфический, обусловлен накоплением диацетила. Восстанавливает и свертывает лакмусовое молоко, сначала оно становится розовым, затем быстро

обесцвечивается. Многие штаммы разлагают аргинин с выделением аммиака, устойчивы к содержанию в среде 4 % NaCl.

Образование диоксида углерода может быть необходимым или нежелательным. Для получения глазков во многих видах сыра образование CO<sub>2</sub> необходимо. С другой стороны, оно не должно быть настолько сильным, чтобы обуславливать пороки рисунка сыра. В кисломолочных напитках присутствие диоксида углерода в известной степени улучшает вкус (легкий пикантный привкус).

Нежелательно наличие диоксида углерода во всех ферментативных молочных продуктах, упакованных в газонепроницаемую упаковку.

Газообразование намного сильнее при использовании в качестве питательной среды цельного молока по сравнению с обезжиренным.

При развитии ароматобразующего лактококка сгусток молока имеет специфический запах, обусловленный накоплением диацетила (собственно ароматического вещества), который имеет особое значение для ароматизации масла. Он также желателен как ароматизирующий компонент в сливках, пахте и различных сортах свежего сыра.

Ацетоин (называемый также ацетилметилкарбинолом) не обладает выраженными ароматизирующими свойствами, но тесно связан с диацетилом.

Диацетил восстанавливается в ацетоин через фермент диацетилредуктазу. Эта необратимая реакция происходит довольно интенсивно и ведет к потере аромата. Ее можно замедлить, храня культуры или молочные продукты при низких температурах (5°C и ниже).

Самым важным исходным веществом для образования диацетила является лимонная кислота; обогащением питательной среды лимонной кислоты можно стимулировать продукцию ароматического вещества.

В присутствии сбраживаемого углевода идет расщепление лимонной кислоты и ее солей с образованием ацетата, пировиноградной кислоты и диоксида углерода; пировиноградная кислота преобразуется в диацетил. Способствует образованию диацетила присутствие кислорода.

Оптимальной температурой ароматообразования для *Lac. diacetylactis* является 25°C.

Образование диацетила у *Lac. Diacetylactis* не стимулируется присутствием марганца. В связи с этим на ароматообразование не оказывают отрицательного влияния сезонные колебания содержания марганца в молоке (в отличие от лейконостоков). Сезонные колебания связаны с , так называемым, «весенним» молоком, в котором отмечается снижение содержания питательных и минеральных веществ.

*Lac. diacetylactis* в качестве заквасочного микроорганизма используют при производстве молочных продуктов, в которых желательна сильная кислотность и ароматообразование, например, для приготовления масла, творога, сметаны, простокваши и разных сортов свежего сыра.

**Термофильный стрептококк** по энергии кислотообразования превосходит все молочнокислые стрептококки, достигая уровня термофильных

лактобактерий. Он сквашивает молоко через 3,5—6 ч, предельная кислотность составляет 110—115 °Т.

Термофильный стрептококк не растет на средах с концентрацией пенициллина 0,01 МЕ/см и стрептомицина 5 мкг/см, поэтому его используют в качестве тест-культуры при выявлении антибиотиков в молоке. Чувствителен к действию специфических бактериофагов. Более интенсивный рост термофильных стрептококков наблюдается при добавлении к питательным средам основных аминокислот — валина, лейцина, изолейцина, лизина, аргинина, метионина, гистидина и пролина. Термофильный стрептококк обладает относительно высокой термоустойчивостью. Он вы-

держивает температуру 75 °С в течение 15 мин и 65 °С в течение 30 мин, вследствие чего составляет значительную часть остаточной микрофлоры в молоке после пастеризации.

Термофильный стрептококк не восстанавливает лакмусовое молоко. Некоторые штаммы образуют диацетил, в небольшом количестве синтезируют ацетоин, вследствие чего улучшается качество молочных продуктов. Многие культуры термофильных стрептококков образуют вязкие тягучие сгустки молока, но встречаются штаммы, образующие сгустки колющейся консистенции.

Термофильные стрептококки в комбинации с болгарской палочкой используют в производстве ряженки, варенца, йогурта, мечниковской простокваши, а также кисломолочных напитков, творога ускоренной выработки, сыров с высокой температурой второго нагревания и др.

### **Молочнокислые палочки.**

Молочнокислые палочки (лактобактерии) относят к семейству *Lactobacteriaceae*, роду *Lactobacterium*, включающему три подрода: термобактерии, стрептобактерии и бета-бактерии. Термо- и стрепто бактерии являются гомоферментативными, а бета-бактерии — гетероферментативными молочнокислыми палочками.

К термобактериям относятся 8 видов палочек, среди которых наиболее часто применяют болгарскую палочку, ацидофильную, швейцарскую, молочную. Подрод стрептобактерии включает 7 видов среди которых в молочной промышленности используют:

В подрод бета-бактерий входят 11 видов палочек, наиболее изученными среди них являются и др.

Лактобактерии представляют собой палочки, одиночные соединенные попарно, размером (4... 10) x (0,5...0,6). Они неподвижны, спор и капсул не образуют, по Граму красятся положительно. Клетки стрептобактерий мельче, чем клетки термобактерий, и часто располагаются в виде цепочек. Бета-бактерии имеют наиболее мелкие и тонкие клетки.

Молочнокислые палочки являются факультативными анаэробами или микроаэрофилами. По отношению к температуре стрептобактерии и бета-бактерии являются мезофилами, термобактерии — термофилами. На обычных средах они не растут, их выращивают на средах с молоком. При развитии в молоке вызывают образование однородного плотного сгустка с приятным кисломолочным запахом и вкусом.

На плотной питательной среде лактобактерии формируют мелкие гладкие блестящие колонии со сферической поверхностью серо-белого цвета.

Глубинные колонии термобактерий могут быть темными, желтовато-бурыми, иногда с короткими отходящими нитями. В отличие от глубинных колоний поверхностные колонии более крупные, локонообразные или зернистые. Глубинные колонии стрептобактерий имеют лодочкообразную форму, иногда с выростом.

Температурные границы роста для термобактерий составляют 20—55 °С, для мезофилов — 15—38 °С. Оптимальной температурой развития для швейцарской палочки является 40 °С, для болгарской и молочной — 40—45, ацидофильной — 37—38 °С. Для мезофилов оптимальной является температура 30 °С.

Лактобактерии обладают слабой протеолитической активностью и поэтому не растут в субстратах, где единственным источником азота является белок, т. е. где отсутствуют различные аминокислоты.

В то же время имеются молочнокислые бактерии, которые могут расщеплять белки. Протеолитически активные штаммы подбирают для составления сырных заквасок.

Молочнокислые бактерии не восстанавливают нитраты в нитриты, не образуют пигментов. Цитохромы и пероксидазу не образуют, но некоторые продуцируют каталазу, разлагающую пероксид водорода (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Лактобактерии обладают хорошо выраженными сахаролитическими свойствами. Кроме глюкозы и лактозы они сбраживают и другие сахара. Гетероферментативные молочнокислые бактерии сбраживают

Фруктозу. Продуктами сбраживания фруктозы также являются лактаты, ацетаты и углекислый газ.

Термофильные молочнокислые палочки являются активными кислотообразователями, они сквашивают молоко через 4—5 ч, предельная кислотность достигает 200—350 °Т.

**Хельветикум (швейцарская палочка)** является самым активным кислотообразователем, предельная кислотность молока при его развитии достигает 350 °Т. Эта палочка сбраживает лактозу, глюкозу, галактозу и фруктозу, мальтозу и декстрин, не сбраживает сахарозу, раффинозу, салицин. Некоторые штаммы развиваются в субстратах, содержащих до 5 % поваренной соли.

Штаммы швейцарской палочки можно выделить из сычуга телят или кислого сырого молока. Микроорганизм используют в состав заквасок для твердых сыров с высокой температурой второго нагревания.

**Болгарская палочка** доводит предельную кислотность молока 200—300 Т. Штаммы болгарской палочки образуют ацетальдегид — ароматическое вещество, придающее специфические вкус и запах, и антибиотические вещества, подавляющие нежелательную микрофлору кишечника. Болгарская палочка чувствительна ко многим антибиотикам, устойчива к бактериофагу.

Штаммы болгарской палочки выделяют, как правило, из сырого молока. Применяют в составе заквасок для производства простокваши мечниковской, Южной, йогурта, ряженки и др.

**Ацидофильная палочка** является кишечным микробом, который можно выделить из содержимого пищеварительного тракта человека различных животных. Ацидофильная палочка способна после культивирования в молоке вновь приживаться в кишечнике человека и подавлять там развитие патогенных и нежелательных микроорганизмов (сальмонеллы, шигеллы, стафилококки, эшерихии и др.). Антагонистическое действие ацидофильной палочки обусловлено продуцируемыми антибиотиками — ацидофилином и лактоцидином.

Ацидофильные бактерии устойчивы к щелочной реакции (рН 8,3), наличию в среде фенола (0,25—0,4 %), желчи (20 %). Предельная кислотность ацидофильной палочки достигает 200—250°Т. Ацидофильная палочка сбраживает сахарозу, мальтозу, салицин, часто раффинозу, декстрин. Имеются слизеобразующие штаммы ацидофильной палочки.

**Молочная палочка** по своим свойствам и поведению в закваске проявляет большое сходство с болгарской. Сбраживает глюкозу, лактозу, мальтозу, сахарозу, галактозу, раффинозу, декстрин и салицин. Предельная кислотность молока, сквашенного *молочной палочкой*, достигает 120—180 °Т; используется в сыроделии.

**Стрептобактерии** обладают менее выраженной кислотообразующей способностью. Они сквашивают молоко через 2—3 сут, предельная кислотность составляет 180 Т.

Стрептобактерии способны усваивать кроме лактозы также соли молочной кислоты, т. е. лактаты. Они растут в гидролизованном молоке, содержащем 6 % NaCl и 20—40 % желчи, восстанавливают и свертывают лакмусовое молоко и не образуют аммиак из аргинина.

Плантариум продуцирует антибиотик лактолин, действующий угнетающе на кишечную микрофлору и маслянокислые бактерии.

Стрептобактерии обладают хорошо выраженными сахаролитическими свойствами. Они сбраживают фруктозу, галактозу, маннит, маннозу, раффинозу, рибозу, салицин, сорбит, тре-галоузу, эскулин и др. Глюкозу сбраживают без образования газа.

Стрептобактерии играют положительную роль при созревании многих сыров, так как они могут размножаться в сырах после сбраживания лактозы и при содержании поваренной соли в концентрации до 6 %. Некоторые штаммы плантариума вызывают образование ржавых пятен на поверхности сыров.

**Бета-бактерии** характеризуются слабой энергией кислотообразования и молоко не сквашивают. При добавлении дрожжевого автолизата к молоку размножение бета-бактерий ускоряется и предельная кислотность может достигнуть 150—160 Т.

Бета-бактерии в молоке образуют незначительное количество летучих кислот, углекислый газ, этиловый спирт, молочную кислоту. Сбраживают глюкозу с образованием кислоты и газа, мальтозу, раффинозу, арабинозу,

фруктозу. Образуют аммиак из аргинина, не свертывают лакмусовое молоко и лишь частично его восстанавливают (порозовение). Имеют очень слабую терморезистентность, могут развиваться в среде, содержащей 4 % хлористого натрия.

Бета-бактерии участвуют в созревании твердых сыров с низкой температурой второго нагревания, способствуют образованию рисунка и формированию запаха сыра. Некоторые штаммы могут способствовать раннему вспучиванию сыра вследствие их способности к газообразованию.

## **2. Пропионовокислые бактерии**

Являются возбудителями пропионовокислого брожения, при котором образуются главные продукты брожения — пропионовая кислота и ее соли — пропионаты.

Пропионовокислые бактерии *Propionibacterium*, который включает 8 видов бактерий.

Бактерии пропионовокислого брожения представляют собой мелкие неподвижные, не образующие спор и капсул грамположительные полиморфные палочки. Клетки могут быть кокковидными, удлинёнными, раздвоенными или разветвленными, встречаются булавовидные с одним округленным концом и другим заостренным, который окрашивается менее интенсивно. Располагаются одиночно, парами, короткими цепочками, в виде букв V или группами и виде китайских иероглифов .

Пропионовокислые бактерии являются факультативными анаэробами: могут развиваться в анаэробных и аэробных условиях, хотя большинство штаммов наиболее быстро растет в строго анаэробных условиях. Для своего роста требуют наличия в среде белков, аминокислот, но могут развиваться и на простых источниках азота (например, аммонийных солях), в присутствии витаминов (пантотеновой кислоты, тиамина и биотина). Бактерии хорошо растут в бульоне с пептоном, дрожжевым экстрактом глюкозой в глубоких пробирках при свободном доступе воздуха.

На плотной среде пропионовокислые бактерии образуют мелкие колонии, которые могут быть белыми, серыми, розовыми, красными, желтыми или оранжевыми. Оптимальный рост наблюдается при температуре 30—37 °С и рН около 7.

В молоке пропионовокислые бактерии развиваются медленно и свертывают его через 5—7 дней. Несмотря на слабую энергию кислотообразования при развитии этих бактерий, предельная кислотность молока может достигать 160—170 Т.

Пропионовокислому брожению подвергаются пептон, различные углеводы, в том числе глюкоза и лактоза, а также лактаты, т. е. соли молочной кислоты. Продукты брожения включают комбинации пропионовой и уксусной кислот, меньшие количества изовалериановой, муравьиной, молочной кислот и CO<sub>2</sub>. Пропионовокислые бактерии используют в составе заквасок при производстве твердых сыров с длительным сроком созревания.

После окончания молочнокислого брожения лактозы в созревающем сыре наступает стадия пропионовокислого брожения, сопровождающаяся сбраживанием молочной кислоты в уксусную и пропионовую кислоты. Эти кислоты придают сырам острый вкус, а образующийся диоксид углерода формирует рисунок сыра (глазки). Пропионовокислые бактерии способны синтезировать витамин В12 и обогащать им молочные продукты. Они образуют аммиак из белковых веществ, фермент каталазу и содержат ферменты — дегидрогеназы и цитохромы.

### **3. Уксуснокислые бактерии**

Уксуснокислые бактерии (ацетобактерии) относят к роду *Acetobacter*, в который входят 11 видов.

Ацетобактерии представляют собой мелкие прямые или слегка изогнутые палочки размером (0,6...0,8) x (1,0...3,0) мкм. Встречаются эллиптические, удлинённые, нитевидные, разветвлённые или имеющие вздутия формы. Подвижны, жгутики располагаются перитрихально, бывают неподвижные штаммы. По Граму красятся отрицательно, в старых культурах некоторые штаммы становятся грамвариабельными. Спор и капсул не образуют. Клетки располагаются беспорядочно — по одной, в парах, часто в цепочках.

Уксуснокислые бактерии являются строгими аэробами. Оптимальная температура роста 30 °С, температурные пределы развития 5—42 °С, оптимум рН 5,4—6,3, могут расти при рН 4,0—4,5, при рН 7,0—8,0 почти не растут. Растут на простых и сложных питательных средах, большинство штаммов не нуждается в витаминах.

Пигментов обычно не образует, но клеточная масса может быть розовой из-за наличия порфиринов; некоторые штаммы образуют коричневый водорастворимый пигмент.

На жидких подкисленных средах образуют пленку. В молоке развиваются плохо и кислоты не образуют. На плотных средах колонии вырастают на поверхности среды, имеют округлую форму.

Уксуснокислые бактерии являются хемоорганотрофами. Уксуснокислые бактерии окисляют этанол в уксусную кислоту при нейтральной или кислой реакции (рН 4,5). Ацетат и лактат окисляют до CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O (сверхокисление). Этанол и лактат служат хорошими источниками углерода. Легко окисляют многие аминокислоты, желатин не разжижают.

Уксуснокислые бактерии широко распространены в природе. Встречаются на фруктах и овощах, в скисших фруктовых соках, уксусе, алкогольных напитках. Входят в состав естественной симбиотической закваски для кефира. При выработке кефира они играют положительную роль при умеренном развитии, а при их развитии в сметане, твороге, простокваше они могут вызвать нежелательный запах и привкус уксусной кислоты и ослизнение продукта.

### **4. Дрожжи**

Являются основными возбудителями спиртового брожения.

Наибольшее значение в пищевой и молочной промышленности имеет семейство *Saccharomycetaceae*, род *Saccharomyces*. К этому роду относят и молочные дрожжи, сбраживающие лактозу и входящие в состав естественной симбиотической закваски для кефира.

Клетки спорообразующих дрожжей овальные или слегка эллипсоидные. Почки клеток имеют продолговатую форму. Клетки неподвижные, по Граму красятся положительно, капсул не образуют. Образуют споры, которые формируются внутри клетки по 2, 4, 8 и больше штук.

Аспорогенные дрожжи существуют в дрожжевой и мицелиальных (нитевидных) формах. Величина клеток варьирует в широких пределах. В молодых культурах дрожжевые клетки имеют размеры (2-5) x (3,0-7,5) мкм, более зрелые формы достигают размеров 14—16 мкм. Длина мицелиальных нитей составляет десятки (до сотен) микрометров. Форма клеток у дрожжей разных видов варьирует от шаровидных, овальных до удлинненно-цилиндрических.

Дрожжи являются факультативными анаэробами, лучше развиваются в кислой среде. Оптимальная температура развития 20—30 °С, но могут развиваться при 10 и даже при —7°С.

При идентификации дрожжей в первую очередь определяют их способность к образованию спор и псевдомицелия. Для выращивания дрожжей наиболее часто используют среду Сабуро, на которой они образуют полупрозрачные гладкие блестящие колонии средних и крупных размеров. В состав среды входят мальтоза или глюкоза (4 г), пептон (1 г), агар-агар (2 г) и вода (100 мл).

В качестве источника углерода дрожжи лучше всего используют гексозы, другие углеводы, спирты, в том числе этанол и метанол, органические кислоты и др. В качестве источника азота усваивают соли аммония, аминокислоты, пептиды, реже — нитраты и нитриты.

Дрожжи используют при производстве кефира, кумыса, аци-дофильно-дрожжевого молока, а также для повышения стойкости масла. Так называемые дикие дрожжи обнаруживают в молоке, сметане, твороге, где они образуют этиловый спирт и создают условия для развития уксуснокислых бактерий. При развитии в этих продуктах, в сгущенном молоке с сахаром, в сыре дрожжи могут вызывать такие пороки продуктов, как спиртовые вкус и запах, обильное газообразование («бродящее» молоко), бомбаж баночных консервов, иногда вспучивание сыров.

Дрожжи хорошо приспособились к обитанию в различных местах. Они растут на поверхности сладких плодов, в нектаре цветков, в соке деревьев, на поверхности листьев, в лесной подстилке, почве и в водоемах. Дрожжи содержатся также в пищеварительном тракте людей и животных, на кожных покровах. Имеются патогенные или условно-патогенные формы, вызывающие кандидомикоз у людей. Некоторые дрожжи обуславливают болезни растений.

## **5. Бифидобактерии**

Бифидобактерии относятся к семейству *Bifidobacterium*, включающему 11 видов бактерий, среди которых типовым видом является



Бифидобактерии представляют чрезвычайно переменные мелкие палочки — прямые, изогнутые, разветвленные, раздвоенные V-формы, булабовидные, лопатовидные. Грамположительные, не образуют спор и капсул, неподвижные.

По отношению к кислороду бифидобактерии являются строгими анаэробами, однако в процессе культивирования они приобретают способность развиваться в присутствии некоторого количества кислорода. Оптимальной является температура 36—38 °С, температурные пределы роста 20—50 °С. Оптимальное значение рН 6—7, при рН ниже 5,5 рост микроорганизмов прекращается.

Бифидобактерии культивируют на молоке, гидролизованном молоке или на печеночном бульоне с добавлением ростовых веществ. На плотных питательных средах бифидобактерии образуют мелкие колонии в виде гречишных зерен или гвоздик.

Большинство штаммов бифидобактерий не сквашивают стерильное молоко или сквашивают его через 4 сут и более. В процессе культивирования биохимическая активность микробов повышается и свертывание молока происходит через 24—36 ч. Биохимическая активность повышается также при добавлении в молоко ростовых веществ. При внесении в молоко 5—10 % посевного материала сквашивание наблюдается через 8—12 ч. Предельная кислотность достигает 120—130 °Т.

Бифидобактерии сбраживают глюкозу, галактозу, фруктозу, лактозу и др. При сбраживании глюкозы образуются уксусная кислота, молочная кислота с небольшой примесью муравьиной и янтарной кислот. В результате жизнедеятельности бактерий образуются каталаза, сероводород, углекислый газ, не восстанавливаются нитраты в нитриты.

Бифидобактерии являются облигатной микрофлорой кишечника, применяются для приготовления кисломолочных продуктов для детей раннего возраста и пробиотиков для животных, так как способствуют нормализации микрофлоры кишечника.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Как называют шаровидные и палочковидные молочнокислые бактерии?
2. Дайте характеристику морфологическим свойствам лактококков и молочнокислых палочек.
3. На каких питательных средах и как растут молочнокислые бактерии?
4. При каких температурах развиваются молочнокислые бактерии?
5. Каковы особенности сгустков молока, образуемых разными видами молочнокислых бактерий?
6. Что такое энергия кислотообразования и предельная титруемая кислотность?
7. Охарактеризуйте каждый вид молочнокислых бактерий по энергии кислотообразования и предельной кислотности.

## **Тема 2.2. Возбудители порчи молока и молочных продуктов**

### **1. Гнилостные (протеолитические) бактерии**

#### **2. Маслянокислые бактерии**

#### **3. Энтерококки**

#### **4. Термоустойчивые молочнокислые палочки**

#### **5. Бактериофаги**

К основным возбудителям пороков молочных продуктов относят гнилостные микроорганизмы, маслянокислые бактерии, энтерококки, термоустойчивые молочнокислые палочки и бактериофаги.

### **1. Гнилостные (протеолитические) бактерии**

Являются основными возбудителями порчи молочных продуктов, вызывают распад белков (протеолиз), в результате чего могут возникать различные пороки пищевых продуктов. Гнилостный процесс распада продукта возникает там, где не идет молочнокислый процесс.

Гнилостные бактерии имеют очень широкое распространение. Они встречаются в почве, воде, воздухе, кишечнике человека и животных, на пищевых продуктах.

К этим микроорганизмам относятся спорообразующие аэробные и анаэробные палочки, пигментообразующие и факультативно-анаэробные бесспорные бактерии.

#### **Спорообразующие.**

Все спорообразующие гнилостные, представляют собой довольно крупные толстые палочки, по Граму красятся положительно, подвижные до момента спорообразования, капсул не образуют. Клетки располагаются беспорядочно. Наиболее короткими являются клетки сенной палочки. У бацилл споры располагаются, как правило, центрально, у клостридий — субтерминально. Последние чаще имеют вид теннисной ракетки, ложки или лодочки.

Спорообразующие аэробы хорошо растут на обычных питательных средах. На МПБ (мясо-пептонный бульон) они вызывают помутнение среды, часто — образование пленки и хлопьевидного осадка.

Спорообразующие обладают хорошо выраженными протеолитическими свойствами разжижают желатин, свертывают и пептонизируют молоко, вызывают гемолиз, выделяют аммиак, сероводород. Способны ферментировать многие углеводы.

#### **Бесспорные.**

Включают пигментообразующие и факультативно-анаэробные бактерии.

Бесспорные гнилостные представляют собой мелкие (1-2) x 0,6 мкм грамотрицательные подвижные палочки, не образующие спор и капсул. Клетки располагаются беспорядочно. Наиболее короткими коккобактериями являются клетки чудесной палочки. Палочка протей имеет полиморфные клетки.

Бесспорные палочки являются в основном мезофилами. Микроорганизмы хорошо растут на обычных питательных средах. МПБ вызывают обильное помутнение бульона, иногда появление пленки, пигментообразующие — изменение цвета среды. МПА (мясо-пептонный агар)

образуют окрашенные в цвет пигмента округлые блестящие полупрозрачные колонии.

Синегнойная палочка также выделяет водорастворимый пигмент синезелекого цвета, который состоит из двух пигментов; голубого — пиоцианина и желтого — флюоресцина.

Чудесная палочка образует колонии, окрашенные в ярко-красный или вишнево-красный цвет благодаря нерастворимому в воде пигменту.

Палочка протей не образует колоний на плотной питательной среде, а растет в виде нежного вуалеобразного налета («ползучий РОСТ»). Кишечная палочка образует серые, средних размеров полупрозрачные колонии.

Беспоровые палочки разжижают желатин, свертывают и пептонизируют молоко, образуют аммиак, иногда сероводород и индол. Кишечная палочка рода эшерихия обладает незначительной протеолитической способностью. Так как она не расщепляет цельную белковую молекулу, то к гнилоственному процессу подключается на стадии пептонов, расщепляя их с образованием аминов, аммиака, сероводорода. Вызывает свертывание молока, не разжижает желатин, обладает высокой ферментативной активностью в отношении лактозы, глюкозы и других сахаров.

Способностью расщеплять белки обладают также плесени и актиномицеты. Многие протеолитические микроорганизмы образуют фермент липазу, вызывающий распад жиров.

## **2. Маслянокислые бактерии**

Они являются возбудителями маслянокислого брожения, в результате которого молочный сахар и соли молочной кислот (лактаты) расщепляются с образованием масляной, уксусной пропионовой, муравьиной кислот, этилового, бутилового, спиртов. Они способны расщеплять белки и усваивать азот из белков, аминокислот, аммиака, а некоторые представители — молекулярный азот из воздуха.

Маслянокислые бактерии представляют собой грамположительные палочки цилиндрической формы размером (5-12) x (0,5-1,5) мкм, подвижные до момента спорообразования. Клетки имеют вид булавы, теннисной ракетки ~ ложки. Споры выдерживают кипячение в течение 2—3 мин, при пастеризации не погибают. Перед образованием спор в плазме клеток накапливается гранулеза — крахмалоподобное вещество, окрашивающееся йодом в синий цвет.

Оптимальная температура развития 30—35 °С, температурные пределы роста 8—45 °С. Особенности развития этих микроорганизмов являются бурное газообразование и неприятный запах масляной кислоты.

В учебной лаборатории культуру маслянокислых бактерий получают на картофельной среде. В небольшую длинногорлую колбу вносят несколько кусочков неочищенного картофеля, заливают водой на 3/4 объема, добавляют 1—2 г мела и пастеризуют при 80 °С в течение 10 мин, после чего термостатируют при 37 °С. Через 1—2 сут развивается маслянокислое брожение.

В молоке и молочных продуктах маслянокислых бактерий выявляют на специальных молочных средах — обезжиренном молоке с парафином или цельном стерильном молоке.

Клостридии сбраживают молочный сахар, усваивают соли молочной кислоты (лактаты) с образованием масляной, уксусной, пропионовой, муравьиной кислот, небольшого количества этилового спирта и большого количества газов  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2$ . В результате обильного газообразования они могут вызывать порок — позднее вспучивание сыров.

Для распознавания, т. е. идентификации, маслянокислых бактерий принимают во внимание обилие в мазках крупных веретенообразных палочек со спорами, неприятный запах масляной кислоты, положительную реакцию на гранулезу.

### **3. Энтерококки**

Энтерококками называют молочнокислые стрептококки кишечного происхождения, т. е. они являются представителями нормальной микрофлоры кишечника человека и животного и выделяются в окружающую среду в довольно значительных количествах, но примерно в 10 раз меньше, чем бактерий группы кишечных палочек (БГКП). В настоящее время энтерококки считаются вторым после БГКП санитарно-показательным микроорганизмом при исследовании воды водоемов, особенно проб воды колодцев, плавательных бассейнов, сточных вод, почвы, предметов обихода.

Энтерококки представляют собой диплококки овальной или круглой формы, иногда располагающиеся цепочками, грамположительны, спор и капсул не образуют. Они хорошо размножаются на простых питательных средах, но при выращивании необходимо пользоваться средами с ингибиторами, подавляющими сопутствующую флору (бактерии группы кишечных палочек, протей и др.). Лучший рост наблюдается при добавлении в среду глюкозы, дрожжевых препаратов и других стимуляторов. При культивировании в жидких питательных средах образуются осадок и наблюдается диффузное помутнение. На плотных средах колонии энтерококков мелкие, серовато-голубые, прозрачные, круглые с ровными краями, выпуклые, с блестящей поверхностью.

Будучи термостойкими, они составляют значительную часть остаточной микрофлоры пастеризованного молока и играют определенную роль при созревании сыра. В общем энтерококки являются нежелательными микроорганизмами в молоке и молочных продуктах. Особенно технически вредными являются маммококки, которые выделяют сычужный фермент, вызывают прогоркание молочных продуктов и преждевременное свертывание молока.

### **4. Термоустойчивые молочнокислые палочки**

Эти микроорганизмы могут выдерживать кратковременное нагревание в молоке при температуре 85—90 °С иногда выше, что является важным отличительным признаком этих бактерий от других видов термофильных молочнокислых палочек.

Клетки представляют собой средних размеров или крупные палочки, располагаются одиночно или цепочками, часто с выраженными зернами в

цитоплазме. По Граму красятся положительно, спор и капсул не образуют, неподвижны.

Термоустойчивые бактерии являются факультативными анаэробами, на обычных средах не растут. Хорошо растут на обезжиренном молоке, а также на агаре с гидролизированным молоком.

В отличие от термофильных лактобактерий, используемых в молочной промышленности, термоустойчивые палочки на агаре с гидролизированным молоком образуют поверхностные колонии более крупные, локонообразные или зернистые с темным центром. Глубинные колонии мелкие, темные или желтовато-бурые, иногда с короткими отходящими нитями. Растут при температуре от 20 до 65 °С, оптимум 45—55 °С.

Термоустойчивые палочки свертывают молоко в течение 8—10 ч, предельная кислотность достигает 150—220 Т. При сквашивании молока образуется ровный слизистый или неслизистый сгусток, газ. Растут в среде с содержанием 2-3 % NaCl, 30-40 желчи. Устойчивы к действию дезинфицирующих средств, применяемых в молочной промышленности, что затрудняет борьбу с ними. В результате жизнедеятельности термоустойчивых палочке происходит интенсивное кислотообразование, обуславливающие порок творога, сметаны, обыкновенной простокваши — излишне кислый вкус. Могут вызывать тягучесть и нечистый неприятный вкус.

Термоустойчивые молочнокислые бактерии обнаруживают сыром молоке, в молоке, пастеризованном при 74—76 °С с выдержкой 15—20 с и при 80—85 °С с выдержкой 5—10 мин; оборудовании, в кисломолочных продуктах и в заквасках.

## 5. Бактериофаги

Представляют собой разнообразно устроенные ДНК-РНК-содержащие вирусы, являющиеся внутриклеточными паразитами бактерий. Они вызывают лизис (растворение) бактерий, используемых при производстве молочных продуктов, в результате чего увеличиваются сроки выработки продукта, ухудшается качество.

Благоприятные условия для размножения фагов находятся в диапазоне температур от 8 до 46 °С. Основными условиями, способствующими размножению бактериофага, являются непрерывное ведение технологического процесса, кислая реакция среды, добавление CaCl<sub>2</sub>, разбрызгивание сыворотки, перемешивание.

Основными условиями, подавляющими развитие бактериофага, служат внесение в молоко сычужного фермента, обработка оборудования УФ-лучами, раствором хлорной извести или другими моюще-дезинфицирующими растворами.

Различают две разновидности фагов: **вирулентные** и **умеренные**. При инфекции вирулентными фагами их цикл размножения завершается лизисом бактериальной клетки и выходом фаговых частиц. Умеренные фаги в бактериальной клетке не размножаются, в виде профагов встраиваются в генетический аппарат клетки, не принося ей вреда. При этом возможно одновременное деление клетки-хозяина и профага. Вновь образовавшиеся клетки

бактерий также не лизируются, и это состояние сожительства клетки и профага может сохраняться на протяжении многих поколений бактерий.

Клетки бактерий, а также их культуры, содержащие профаг называют лизогенными.

Лизогенные штаммы молочнокислых бактерий являются основным источником попадания профагов в производственные закваски, которые в дальнейшем размножаются в микрофлоре полуфабрикатов, продуктов, оборудования, молочной сыворотки и др.

Фаги устойчивы к воздействию высоких температур. Они выдерживают режимы пастеризации молока при 75 °С в течение 15с.

Они хорошо переносят замораживание и длительное хранение годами при низких температурах в высушенных субстратах 1%-ный раствор фенола не оказывает на них заметного действия: 1%-ный раствор формалина инактивирует фаг через несколько минут. Фаги обладают высокой чувствительностью к кислоте.

Бактериофаги имеют широкое распространение. Их можно встретить в почве, фекалиях и сточных водах. Поэтому первое загрязнение молока происходит обычно на ферме. Другими источниками загрязнения являются воздух, зараженная вода, а также недостаточно вымытые и продезинфицированные емкости.

Для борьбы с бактериофагами чаще применяют асептическое выращивание заквасок, частую смену штаммов бактерий в закваске, использование питательных сред, тормозящих деятельность фагов, и др.

Применение питательных сред, подавляющих развитие бактериофага, основано на том, что вирулентность фагов зависит от присутствия кальция.

Кроме того, необходимо осуществлять мойку, дезинфекцию и другие санитарно-гигиенические мероприятия, уменьшающие загрязнение производственных помещений и оборудования бактериофагами.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Какие группы гнилостных бактерий вы знаете? Какие виды бактерий к ним относятся?
2. Назовите особенности морфологии спорообразующих гнилостных микроорганизмов.
3. Перечислите морфологические свойства бесспорных гнилостных бактерий.
4. На каких средах и как растут гнилостные бактерии?
5. Назовите биохимические свойства гнилостных бактерий.
6. Как влияет развитие гнилостных бактерий на качество молока и молочных продуктов?
7. Назовите свойства маслянокислых бактерий и вызываемые ими пороки.
8. Какие виды и варианты энтерококков вы знаете?
9. Чем обусловлены пороки молочных продуктов, вызываемые энтерококками?
10. Перечислите свойства термоустойчивых молочнокислых палочек. Какие пороки они вызывают?
11. Как размножаются бактериофаги?

12. Какие культуры называют лизогенными?
13. Назовите морфологические свойства бактериофага.
14. Как ведут борьбу с бактериофагом?

## **Тема 2.3. Патогенные микроорганизмы, встречающиеся в молоке и молочных продуктах.**

### **1. Возбудители пищевых отравлений.**

### **2. Возбудители кишечных инфекционных болезней человека**

### **3. Возбудители зооантропонозов**

### **4. возбудители мастита**

Пищевые отравления – болезни, вызванные ядовитыми веществами – токсинами, которые выделяются микроорганизмами.

Пищевые отравления микробной этиологии условно подразделяют на пищевые токсикозы и токсикоинфекции.

**П и щ е в ы м и т о к с и к о з а м и ( и н т о к с и к а ц и я м и )** называют пищевые отравления, связанные с употреблением в пищу продуктов, в которых накопился *экзотоксин* в результате жизнедеятельности токсинообразующих микроорганизмов.

После употребления человеком продуктов, содержащих экзотоксин, последний всасывается через желудочно-кишечный тракт в кровь и разносится по всему организму. При этом поражаются в первую очередь сердечно-сосудистая и центральная нервная системы. Появляются головные боли, головокружение, нарушаются зрение, функции сердечно-сосудистой системы и др. Позже появляются признаки нарушения функций желудочно-кишечного тракта рвота, диарея, боль в области желудка и др.

Инкубационный период при токсикозах короче, чем при пищевых токсикоинфекциях, и составляет несколько часов.

Возбудителями пищевых токсикозов являются патогенные стафилококки, стрептококки, возбудитель ботулизма и токсигенные грибы. Токсикозы грибного происхождения называют микотоксикозами.

**П и щ е в ы е т о к с и к о и н ф е к ц и и** - острые кишечные заболевания, возникающие в результате употребления пищевых продуктов, содержащих большое количество живых микробов.

Попав в желудочно-кишечный тракт человека, одни микробы погибают, а другие проникают в лимфатические узлы кишечника и там разрушаются, высвобождающийся *эндотоксин* вызывает патологические изменения в стенке кишечника и оказывает токсическое воздействие на центральную нервную систему. Болезнь обуславливают и другие факторы патогенности, так как возбудители токсикоинфекций являются условно-патогенными или патогенными микроорганизмами. Заболевание проявляется рвотой и острой диареей. Позже появляются признаки поражения центральной нервной системы головные боли, головокружение, быстрая утомляемость и др. Инкубационный период продолжается несколько часов, редко более суток.

Пищевые токсикоинфекции вызывают бактерии родов *Salmonella*, палочки Протея, клостридиум и бацилиус

## **1. Возбудители пищевых токсикозов:**

### **А) Патогенные стафилококки**

Стафилококки представляют собой грамположительные, шаровидные клетки, располагающиеся в виде гроздьев винограда. Широко распространены в природе, неподвижны, спор не образуют. Стафилококки- факультативные анаэробы, хорошо растут на обычных средах при температуре 35-37 с.

На МПА бактерии растут в виде выпуклых, с ровными краями колоний диаметром от 1 до 4мм. При 20-25°C, доступе кислорода и рассеянном свете стафилококки вырабатывают пигменты золотистого, белого или лимонно-желтого цвета. Пигменты не растворяются в воде, поэтому в цвет пигмента окрашиваются колонии, а питательная среда остается бесцветной.

Стафилококки расщепляют лактозу, декстрозу, сахарозу, мальтозу, маннит. Продуцируют каталазу, уреазу, аммиак и водород.

Патогенные стафилококки продуцируют пять типов экзотоксинов: летальный, вызывающий гибель животных; гемолитический, лизирующий эритроциты; лейкоцидин, разрушающий лейкоциты; некротический, вызывающий омертвление тканей; энтеротоксин, обуславливающий возникновение пищевых токсикозов.

Наиболее патогенным является золотистый стафилококк, который выделяет все виды токсинов. Сапрофитный стафилококк патогенными свойствами не обладает.

Среди неспорообразующих микробов стафилококки наиболее устойчивы к различным физическим и химическим факторам. В высушенных субстратах они сохраняются до 6 мес, при кипячении погибают мгновенно. В то же время энтеротоксин разрушается при кипячении в течение 30 мин, т. е. токсин может оставаться в молоке после термической обработки, когда стафилококки, его продуцирующие, под действием высоких температур отмирают. Такое молоко может вызывать стафилококковые токсикозы.

В связи с тем, что основным источником обсеменения сборного молока стафилококками является молоко, полученное от коров, больных маститом, необходимо выявлять больных животных, особенно субклиническими формами маститов, и не допускать смешивания маститного и сборного молока.

Источником обсеменения молока патогенными стафилококками могут быть люди с гнойничковыми поражениями кожи (фурункулами, абсцессами, нагноившимися ранами и царапинами), а также больные ангиной. Такие люди не должны допускаться к работе на пищевых предприятиях.

В целом профилактика пищевых интоксикаций стафилококковой этиологии сводится к предотвращению обсеменения продуктом патогенными стафилококками, а также к недопущению нарушения сроков реализации готовой продукции.

### **Б) Патогенные стрептококки.**

Впервые их выделил и определил патогенность для человека Л. Пастер в 1880 г.



Патогенные стрептококки чаще обуславливают маститы, гнойно-воспалительные процессы, острые и хронические инфекционные болезни. Причиной пищевых токсикозов являются в основном возбудители маститов.

Патогенные стрептококки образуют такие же токсины, что и патогенные стафилококки, однако пищевые токсикозы стрептококковой этиологии встречаются крайне редко.

Стрептококки представляют собой неподвижные грамположительные кокки, имеющие форму шара диаметром 0,8-1 мкм, Спор и капсул, как правило, не образуют. В процессе деления формируются короткие или длинные цепочки.

Стрептококки плохо растут на обычных питательных средах. Их культивируют на средах с добавлением сыворотки крови и глюкозы. На МПА вырастают точечные беспигментные колонии, на МПБ вызывают небольшое помутнение и образование осадка.

Патогенные стрептококки проявляют минимальную биохимическую активность по сравнению с сапрофитами. Они относительно резистентные микроорганизмы. В высушенном состоянии могут сохраняться в течение 4-6 мес. Под действием прямых солнечных лучей погибают через 2-3 ч, 3-5%-ный раствор фенола, 2%-ный раствор формалина убивают стрептококки через 15 мин. При кипячении погибают немедленно, режимы пастеризации молока обезвреживают

патогенные стрептококки.

Источником пищевых отравлений стрептококковой этиологии могут служить продукты, полученные от животных, больных маститом и септицемией, а также продукты питания, загрязненные лицами, имеющими гнойничковые заболевания. Поэтому средства и методы профилактики стрептококковых интоксикаций те же, что и при стафилококковых токсикозах.

### **В) Возбудитель ботулизма.**

Ботулизм - это пищевое отравление, относящееся к числу самых тяжелых заболеваний, связанных с употреблением пищи, инфицированной бактериями *C. botulinum* и содержащей ботулинический нейротоксин. Ботулизм при запоздалом распознавании и лечении часто заканчивается смертельным исходом.

Клостридии представляют собой крупные палочки длиной 3,4-8,6 мкм и шириной до 1,3 мкм. Возбудитель подвижен до момента спорообразования, по Грамму красится положительно, капсул не образует. Споры располагаются в клетке субтерминально. Палочка со спорой по виду напоминает теннисную ракетку, ложку, лодочку.

Палочка ботулизма является строгим анаэробом. Условия, благоприятные для размножения возбудителя ботулизма и накопления токсина, создаются в герметически закрытых банках (консервах), в глубинных участках твердых пищевых продуктов.

На плотных средах растут в виде небольших прозрачных колоний с ровными или изрезанными краями. Оптимальная температура роста 30-40 °С.

Возбудитель ботулизма образует два основных типа токсинов: нейротоксин и гемолизин.

Нейротоксин (ботулинический токсин) продуцируют все серовары, он определяет клиническую картину интоксикации при ботулизме. Токсин выделяют палочковидные формы возбудителя. Он представляет собой самый сильнодействующий из известных в мире ядов. Одна стомиллионная доля грамма этого токсина убивает морскую свинку, три десятимиллионные доли грамма смертельны для человека массой 76 кг.

Токсин полностью инактивируется в пищевом продукте при нагревании до 80 °С в течение 30 мин и в течение соответственно меньшего времени при 100 °С. Поэтому обычная кулинарная обработка продукта приводит к его разрушению.

Споры возбудителя устойчивы к воздействию внешней среды. Они сохраняют жизнеспособность при таких условиях, когда погибают все другие живые организмы. Споры выдерживают кипячение в течение 5-6 ч, сохраняют жизнеспособность в спирте в течение 2 мес, противостоят действию кислот и формалина, устойчивы к замораживанию.

Возбудитель ботулизма широко распространен в природе и часто обнаруживается в почве, силосе, на корнеплодах. Являясь нормальными обитателями кишечника млекопитающих (животных, человека) и рыб, клостридии ботулизма с испражнениями выделяются в почву и воду, где длительно сохраняются в виде спор. Отсюда возможно попадание микробов в сырье для приготовления различных консервов.

Споры возбудителя, попадающие в консервы с частицами почвы, при недостаточной термической обработке в условиях герметизации прорастают и выделяют токсин. Очень большую опасность для заражения представляют пластинчатые и трубчатые грибы, так как полное освобождение их от частиц почвы затруднено из-за особенностей строения шляпок.

В отличие от доброкачественной пищи продукты, содержащие возбудителя ботулизма, могут иметь специфический запах прогорклого масла, «щиплющий» вкус, становятся бледными на вид, рыхлой консистенции. Металлические банки с зараженными консервами часто вздуваются (бомбаж). Однако все эти признаки непостоянные, и пищевые продукты с большой концентрацией ботулинического токсина могут на вид ничем не отличаться от доброкачественных.

Человек заражается при употреблении пищи, содержащей токсин и живых микробов, с размножением которых количество токсина увеличивается. Как правило, заболевают не все, употреблявшие в пищу инфицированные продукты, а примерно треть из них. Это зависит от гнездового расположения токсина в этих продуктах.

Для предупреждения возникновения ботулизма на пищевых предприятиях следует строго выполнять санитарно-гигиенические правила, не допускать обсеменения пищевых продуктов возбудителем.

В консервном производстве необходимо строго соблюдать технологические режимы стерилизации. Все подозрительные продукты перед их употреблением необходимо подвергать тепловой обработке.

### **Г) Возбудители микотоксикозов.**

Микотоксикозы (от греч. *myses* -Гриб и *toxicon* - яд) - интоксикации людей, возникающие при употреблении в пищу продуктов, пораженных токсическими грибами.

Отравление вызывается ядовитыми метаболитами, образующимися и грибах и субстрате в период их жизнедеятельности и накапливающимися и пищевых продуктах.

К продуктам метаболизма грибов относятся различные сложные токсические вещества, которые в зависимости от вида гриба называются по-разному: афлатоксины, охратоксины (аспергиллы), исландии, рубротоксин (пенициллы) и др.

При микотоксикозах поражаются все органы и системы. Микотоксикозы имеют характерные особенности: внезапное п. появления, короткий инкубационный период, отсутствие контагиозности Тяжесть и клиническое проявление болезни зависят от количества яда, попавшего в организм, от длительности воздействия на организм токсических веществ грибов, возрастных и индивидуальных особенностей организма. Микотоксикозы возникают сравнительно редко, У людей они протекают, как правило, в хронической форме, у животных - в острой. Для их профилактики необходимо не допускать в пищу продуктов, пораженных плесневыми грибами.

## **2. Возбудители пищевых токсикоинфекций**

**А) Сальмонеллы.** Пищевые отравления, вызываемые бактериями рода *Salmonella*, занимают первое место среди микробных пищевых отравлений.

Род *Salmonella* относится к семейству кишечных бактерии. В настоящее время описано свыше 2,5 тыс серологических вариантов (сероваров), из них у человека выделено более 700. Наиболее часто встречаются 15-20 вариантов возбудителей, среди которых сальмонеллы мышинного тифа (*S. typhimurium*), энтерита (*S. enteritidis*), холеры свиней (*S. choleraesuis*) и др.

Бактерии рода *Salmonella* — это мелкие грамотрицательные палочки. Клетки имеют длину в среднем от 2 до 5 мкм и ширину 0,6 мкм. Большинство видов сальмонелл подвижны, имеют перитрихальные жгутики, капсул и спор не образуют.

Сальмонеллы хорошо растут на обычных питательных средах, факультативные анаэробы. Оптимальный рост наблюдается при температуре 37 °С.

На МПБ сальмонеллы вызывают помутнение, на МПА образуют колонии средних размеров (диаметром 2-3 мм), трудноотличимые от колоний бактерий группы кишечных палочек. Встречаются у человека, теплокровных и холоднокровных животных, в пищевых продуктах. Патогенны для человека и многих видов животных. Кроме пищевых токсикоинфекций, вызывают брюшной тиф, паратифы и септицемию.

Они не образуют спор, но отличаются относительно высокой устойчивостью к действию различных физических и химических факторов внешней среды, а также антибиотиков. Хорошо переносят высушивание, сохраняясь при комнатной температуре на различных субстратах в течение 2,5-3

мес; в высохших испражнениях животных - в течение 3-4 лет. В замороженных овощах (при минус 18 °С) сальмонеллы сохраняются в течение 2-2,5 лет.

В молочных продуктах эти микробы не только длительно сохраняются (до 3-4 мес), но и размножаются, не изменяя внешнего вида и вкусовых свойств продуктов.

Режимы пастеризации молока достаточны для инактивации сальмонелл.

Основными источниками сальмонеллезной инфекции являются сельскохозяйственные и домашние животные, птицы.

Заражение пищевых продуктов сальмонеллами может быть различным. Если молоко инфицируется непосредственно от больных животных, то такое заражение называют первичным. Вторичное инфицирование продуктов наступает при их неправильной обработке, хранении, транспортировании.

Профилактика пищевых токсикоинфекций должна включать мероприятия, направленные на ликвидацию сальмонеллезной инфекции, а также соблюдение санитарно-гигиенических условий при получении молока, транспортировании и хранении молочных продуктов.

**Б) Кишечные палочки рода *Escherichia* (Эшерихия).** Будучи постоянными обитателями кишечника человека и животных, бактерии рода эшерихия при определенных условиях приобретают патогенные свойства и становятся возбудителями различных патологических процессов.

Источники патогенных штаммов кишечных палочек - больные животные, а также люди, нарушающие санитарно-гигиенический режим на производстве молочных продуктов.

Основной токсин эшерихии - термостабильный эндотоксин, выдерживающий нагревание до 90-100 °С. Он представляет собой типоспецифичный эндотропный яд.

Кишечные палочки не обладают выраженной устойчивостью. Они обезвреживаются при режимах пастеризации молока. При 60 °С погибают через 15 мин, 1%-ный раствор фенола вызывает гибель микроорганизмов через 5-15 мин.

Для профилактики пищевых токсикоинфекций, вызываемых кишечными палочками, необходимо соблюдать правила личной гигиены работниками молочной промышленности, повышать санитарную культуру населения, предупреждать фекальное загрязнение воды и пищевых продуктов.

**В) Бактерии рода *Proteus* (Протеус)** Это прямые полиморфные палочки, размером 0,4-0,8 x 1-3 мкм, грамотрицательные, подвижные за счет перитрихальных жгутиков, спор и капсул не образуют.

По отношению к кислороду бактерии рода *Proteus* являются факультативными анаэробами. Оптимальная температура развития 37°С. Большинство штаммов не образуют колоний на плотных питательных средах. Они растут в виде тонкого вуалеобразного налета с образованием концентрических зон и распространяются по влажной поверхности питательной среды в вид однородной пленки.

Встречаются в кишечнике человека и разнообразных животных, также в навозе, почве, загрязненных водах, в гниющих органических субстратах.

Многие штаммы бактерий рода *Proteus* патогенны для человека кроме пищевых токсикоинфекций могут вызывать инфекции мочевых путей, а также вторичные поражения, приводящие к образованию септических очагов, особенно при ожогах.

Чаще возбудителем пищевых токсикоинфекций является *Proteus vulgaris*. Он широко распространен в природе - в почве, воде, содержимом желудочно-кишечного тракта, а также в гниющих органических субстратах.

Источником пищевых отравлений являются употребляемые человеком продукты, обильно обсемененные этими микроорганизмами.

Пищевые отравления обусловлены также действием высокоактивных ферментов, выделяемых *P. vulgaris* и способствующих накоплению токсических продуктов распада белков - аминов.

Бактерии рода *Proteus* устойчивы к низким температурам, переносят трехкратное попеременное замораживание и оттаивание. Режимы пастеризации молока обезвреживают возбудителя, 1%-ный раствор фенола вызывает гибель палочек протей через 30 мин.

**Г) Клостридии перфрингенс (*Cl. perfringens*).** Токсикоинфекции, вызываемые *Cl. perfringens*, занимают третье место после пищевых отравлений сальмонеллезного и стафилококкового происхождения.

Клостридии представляют собой крупные неподвижные грамположительные палочки. В организме людей и животных образуют капсулу. Медленно образуют споры.

*Cl. perfringens* - анаэроб, но может расти в присутствии небольшого количества кислорода. Микроорганизмы этого вида хорошо растут на мясных и казеиновых питательных средах. Быстрый рост наблюдается на средах, содержащих глюкозу, лактозу, мальтозу или маннозу. На плотных питательных средах образуют гладкие (S), шероховатые (R) и слизистые (M) колонии размером от 1 до 5 мм.

*Cl. perfringens* развивается при температуре от 15 до 50 °С. оптимальная температура для наиболее быстрого роста составляет 37 °С

Энтеротоксин вырабатывается клетками *Cl. perfringens* при образовании спор. Вегетативные формы возбудителя чувствительны к кислороду, солнечному свету, высокой температуре, кислотам, дезинфицирующим средствам, а также многим

антибиотикам, действующим на грамположительные бактерии. Они чувствительны к низким температурам. Споры более устойчивы, чем вегетативные клетки. При кипячении они погибают в течение 15-30 мин.

*Cl. perfringens* широко распространен и в почве, содержимом кишечника и, следовательно, может заражать многие пищевые продукты.

Профилактика пищевых отравлений, вызываемых *Cl. perfringens*, включает те же мероприятия, что и при пищевых токсикоинфекциях, вызываемых сальмонеллами и кишечными палочками.

## **2. Возбудители кишечных инфекционных болезней Человека**

Специфическими кишечными инфекционными болезнями являются дизентерия, холера, брюшной тиф и паратиф.

Механизм развития пищевых инфекций во многом схож с развитием пищевых токсикоинфекции. Принципиальное различие, заключается в том, что для возникновения кишечной инфекции достаточно, чтобы в пищевом продукте находилось небольшое

Количество микроорганизмов, которые, попав в организм, активно размножаются в нем, вызывая специфический патологический процесс.

Пищевые же токсикоинфекции возникают при употреблении пищевых продуктов, содержащих большое количество живых бактериальных клеток, которые в последующем разрушаются, и из них освобождается эндотоксин, обуславливающий интоксикацию.

**Возбудителями бактериальной дизентерии** у людей являются микроорганизмы рода *Shigella*, которые вызывают заболевание и у обезьян. При этом заболевании бактерии поражают слизистые оболочки и другие ткани толстого кишечника. Клинически заболевание проявляется чистым болезненным стулом с симптомами интоксикации, иногда с наличием крови в испражнениях.

В чистой культуре возбудитель был выделен японским исследователем Шига в 1898 г., поэтому данный род бактерий получил название *Shigella*.

Бактерии рода *Shigella* - это мелкие прямые неподвижные грамотрицательные палочки, спор и капсул не образуют. Факультативные анаэробы, обладающие дыхательным (с использованием кислорода) и бродильным типом метаболизма. Оптимальная температура развития 37 °С. Растут на обычных средах. На МПА образуют колонии двух типов S- и R- формы. Ферментируют глюкозу, маннозу, мальтозу, трегалозу, маннит, арабинозу, глицерин и другие углеводы с образованием кислоты; небольшое число штаммов образует газ.

Возбудители дизентерии могут ***сохраняться*** в течение 10-15 дней в почве, пищевых продуктах, на различных предметах домашнего обихода. При нагревании до 60°С погибают через 10 мин; под воздействием прямого солнечного света - через 20-30 мин; в растворах хлорной извести, хлорамина - через 5-6 мин.

***Источником*** возбудителей дизентерии является больной человек. Особую опасность представляют хронически больные и бактерионосители, так как они не выявляются и не подвергаются лечению.

Возбудители дизентерии передаются главным образом через пищевые продукты, воду, предметы домашнего обихода, бывшие в употреблении у больного, а также путем прямого контакта через руки больных, которые не соблюдают элементарных санитарно-гигиенических правил. Поэтому кишечные инфекции называют «болезнями грязных рук».

Наиболее высокая заболеваемость дизентерией регистрируется в весенне-летний период, когда создаются благоприятные условия для сохранения бактерий во внешней среде и пищевых продуктах. Это связано с увеличением количества переносчиков бактерий - мух.

***Заболевание*** после заражения начинается через 3-5 дней. У больного повышается температура и появляются частые позывы на дефекацию, сопровождающиеся сильными болезненными спазмами кишечника. Больной

испражняется до 30-50 раз в сутки, но количество фекалий очень небольшое; они имеют вид слизистых масс часто с примесью крови. Заболевание заканчивается на 7-10-й день. Если в кишечнике развиваются язвы, то заболевание приобретает затяжной, хронический характер.

В системе *профилактических мероприятий* основное значение имеют: своевременное выявление больных дизентерией и бактерионосителей; ранняя их госпитализация и лечение с целью полного освобождения организма от возбудителя; проведение санитарно коммунального благоустройства населенных пунктов, снабжение населения доброкачественной водой, санитарный надзор за пищевыми предприятиями, борьба с мухами; повышение санитарной культуры населения.

### **Возбудитель холеры - *Vibrio cholerae***

**Холера** - острое инфекционное заболевание с большой тенденцией к широкому эпидемическому распространению. Характеризуется поражением желудочно-кишечного тракта с симптомами тяжелого гастроэнтерита (понос, рвота), интоксикацией с высокой смертностью, достигающей 40-50%.

Возбудитель болезни - холерный вибрион - был выделен Кохом в 1883 г. Поэтому микроб называют вибрионом Коха (коховская запятая), иногда - вибрионом азиатской холеры.

Холерный вибрион имеет форму палочки, изогнутой в виде запятой, длиной 1,5-4 мкм и шириной 0,2-0,4 мкм .

В мазках из испражнений больного клетки возбудителя располагаются скоплениями, напоминающими стайки рыб. В культурах вибрионы характеризуются большим полиморфизмом: могут встречаться в виде длинных нитей, крупных шаров, мелких гранул. Они имеют один жгутик, расположенный на конце тела, спор и капсул не образуют, по Граму красятся отрицательно.

Возбудитель - факультативный анаэроб, относится к хемоорганотрофам, обладающим дыхательным и бродильным типом метаболизма. Хорошо растет на всех питательных средах с щелочной реакцией (рН 7,6-8,0) при оптимальной температуре 37°C. . На поверхности щелочного МПА образует круглые, прозрачные колонии с гладкой поверхностью и ровными краями.

Некоторые штаммы холерных вибрионов могут продуцировать *экзотоксин*. Патогенное действие возбудителя обуславливается также эндотоксинами.

Вибрионы не обладают высокой *резистентностью*. При температуре 56°C они погибают через 25-30 мин. При низких температурах могут сохраняться в испражнениях, почве и воде от нескольких недель до 2-3 месяцев. На различных пищевых продуктах, на овощах, фруктах с щелочной или нейтральной реакцией при температуре 20-25 °С вибрионы могут сохраняться в течение 2-3 сут, но быстро погибают в кислой среде.

Единственным *источником* инфекции является больной человек вибрионоситель. Особую опасность представляет легкая форма холеры, так как она диагностируется с большим запозданием. Заражение, как и при всех кишечных инфекциях, происходит контактным путем через загрязненные руки, пищевые продукты, воду. Плохие санитарно гигиенические условия жизни, скученность и низкая культура населения способствуют быстрому распространению холеры (в

начале 19-го века болезнь охватила большинство материков, при этом холера унесла миллионы человеческих жизней).

**Заболевание** обычно начинается через 2-3 дня после проникновения холерного вибриона в кишечник, но в некоторых случаях *инкубационный период* продолжается 5-6 дней, а иногда сокращается до нескольких часов.

*Клиническая картина* начинается с частого поноса. Испражнения обильные, водянистые; они не имеют фекального запаха, напоминают рисовый отвар и представляют собой мутную жидкость с обрывками эпителия. Почти одновременно с поносом появляется неукротимая рвота. Температура при холере в отличие от большинства инфекционных болезней падает ниже нормы. Наступает сильное обезвоживание организма, при этом наблюдаются синюшность, судороги, упадок сердечной деятельности, задержка мочеотделения, потеря голоса.

В некоторых случаях холера протекает по типу легкого энтерита с высокой температурой. Иногда наблюдается молниеносная форма, при которой смерть наступает вследствие острой интоксикации без явления поноса и рвоты.

Для специфической *профилактики* холеры применяют вакцины, приготовленные из убитых культур возбудителя. Для предохранения лиц, контактировавших с больными, персонала больниц, пищевых предприятий и работников коммунального хозяйства, обслуживающего источники водоснабжения, применяют бактериофаг.

Основными средствами борьбы с инфекцией являются раннее выявление больных и вибрионосителей, их госпитализация, выявление всех контактировавших лиц и их профилактическое лечение. Большое внимание уделяется вопросам санитарно-коммунального благоустройства населенных мест, обеспечению населения доброкачественной питьевой водой. Устанавливается строжайший санитарный контроль за пищевыми предприятиями и торговлей пищевыми продуктами. Если возникает опасность распространения заболевания из очага инфекции в другие населенные местности, устанавливается карантин, т.е. запрещение выезда населения из этого очага и въезда в него.

Для *лечения* больных применяют антибиотики тетрациклинового ряда и сульфаниламидные препараты.

### **Возбудители брюшного тифа и паратифов А и В**

Бактерии брюшного тифа и паратифов обладают достаточно выраженной *резистентностью*. При нагревании до 50 °С они погибают через один час, при 58 °С - через 30 мин и при 100 °С - через 1-2 мин. 3% заствор хлорамина убивает бактерии в течение 2-3 мин. Они могут длительно сохраняться во внешней среде: в пищевых продуктах 1-3 мес, в текучей воде до 5-10 дней, в стоячей - до 4-х недель, в иле в колодцах в течение 4-6 мес.

Единственным *источником* тифо-паратифозных бактерий является больной человек или бактерионоситель. Заражение осуществляется разными путями: оно может произойти в результате непосредственного общения здорового человека с больными или бактерионосителями, если бактерии с испражнениями больного попадают на руки здорового человека, который заносит их с пищей в рот. Чаще заражение происходит через воду и пищевые продукты, почву, вещи, находящиеся и пользовании больного. В распространении тифо-паратифозных



заболеваний существенное значение имеют мухи, которые могут переносить бактерии от больного человека на пищевые продукты и предметы домашнего обихода.

С пищевыми продуктами возбудители попадают в тонкий кишечник, где они проникают внутрь слизистой оболочки и внедряются в лимфатические узлы кишечника. Здесь происходит усиленное размножение бактерий, вследствие чего возникают воспалительные процессы.

Из лимфатических узлов кишечника бактерии проникают в кровеносное русло. Период от поступления бактерий в организм до их проникновения в кровь составляет приблизительно 10-14 дней и соответствует *инкубационному периоду*.

С момента поступления бактерий в кровь появляются первые *симптомы заболевания*: головная боль, недомогание, повышение температуры. Через 6-7 дней в лимфатических узлах происходит распад бактерий и выделение эндотоксина. Это сопровождается значительным повышением температуры, нарушениями функций сердечно-сосудистой и центральной нервной систем (слабость, учащение пульса, адинамия, головная боль в лобной и затылочной областях, бессонница, появляется бред, мышечные боли, боли в суставах). Развивается бронхит, часто отмечается задержка стула. Болезнь протекает 5-6 недель.

Основными средствами *профилактики* тифо-паратифозных заболеваний являются мероприятия санитарно-противоэпидемического порядка: обеспечение населения доброкачественной водой, санитарный контроль за хранением пищевых продуктов, правильное устройство системы удаления нечистот, поднятие уровня санитарной культуры населения, а также выявление больных и бактерионосителей и их лечение. Для специфической профилактики применяют предохранительные прививки (вакцинация).

Для *лечения* больных применяют различные антибиотики: левомецетин, хлортетрациклин и др.

### **3. Возбудители зооантропонозов**

Зооантропонозами называют болезни, общие для животных и людей. Люди могут заразиться при уходе за больными животными, переработке больного скота, употреблении в пищу инфицированных продуктов. К числу наиболее опасных и часто встречающихся болезней, которые могут передаваться с молоком и молочными продуктами, относятся туберкулез, бруцеллез, сибирская язва, ящур.

**Возбудители туберкулеза.** Возбудитель открыт Кохом в 1882 г. В зависимости от патогенности и происхождения различают три вида возбудителей: человеческий, бычий и птичий. Возбудитель туберкулеза представляет собой стройную, тонкую, слегка изогнутую грамположительную неподвижную палочку. Спор и капсул не образует. Часто наблюдается неравномерное окрашивание клеток, из-за этого они имеют вид зернистых палочек, которые располагаются в местах поражения локально, т. е. в виде скоплений.

По отношению к кислороду микобактерии являются облигатными аэробами. Оптимальная температура развития 37-38 °С, температурные пределы роста 30-42 °С. Возбудитель на обычных средах не растет. Его культивируют длительное время (до 30 дней) на специальных средах, например среде Петраньяни, представляющей собой яичную среду с молоком, картофельной мукой и глицерином.

Микобактерии являются устойчивыми к кислотам, щелочам, спирту. Это обусловлено большим содержанием липидов в клеточной стенке бактерий. Режимы пастеризации молока должны обезвреживать возбудителя. При температуре 75-76 °С микобактерии погибают через 15-20 с. В высушенном состоянии возбудитель выживает в течение 2-7 мес, в воде - 6, в почве - 7 мес. Под действием солнечных лучей он погибает через 1,5-2 ч.

*Туберкулез* - инфекционное хроническое заболевание людей и многих видов животных. Характеризуется образованием в различных органах и тканях (легком, печени, вымени, кишечнике, лимфатических узлах, на серозной оболочке грудной полости мелких туберкулезных очагов.

Заражение возбудителем туберкулеза чаще происходит воздушно-капельным и воздушно-пылевыми путями, а также с пищей, т.е. алиментарным путем. Возбудителем, поступающим с молоком, наиболее часто заражаются дети. С целью профилактики распространения возбудителя туберкулеза молоко, полученное от животных, положительно реагирующих на туберкулин, обезвреживают кипячением с последующим использованием его внутри хозяйства. Допускается использовать молоко от таких животных для переработки на топленое масло. Обезжиренное молоко обезвреживают кипячением и применяют на корм скоту внутри хозяйства. Молоко, полученное от животных с клиническими признаками туберкулеза, кипятят в течение 10 мин и используют для кормления животных.

**Возбудители бруцеллеза.** Впервые обнаружил в 1886 г английский врач Д. Брюс, в честь которого и назван род возбудителя *Brucella* - бруцелла.

Бруцеллы - мелкие, коккоподобные, короткие неподвижные палочки размером 0,6-1,5 x 0,5-0,7 мкм. По Граму красятся отрицательно, спор не образуют. По отношению к кислороду бруцеллы являются строгими аэробами, метаболизм дыхательного типа. Оптимальная температура роста 37 °С, рН 6,6-7,4. Предельные температуры развития 20-40 °С.

Для культивирования бруцелл используют сывороточно-глюкозные, кровяные и печеночные среды.

На агаре бруцеллы образуют мелкие, бесцветные, выпуклые, с гладкой поверхностью

колонии. На жидких средах вызывают равномерное помутнение, пленки не образуют.

Режимы пастеризации молока, принятые в молочной промышленности, обеспечивают уничтожение бруцелл в молоке. На холоде возбудитель сохраняется месяцами, в воде - от 6 до 150 сут, во влажной почве - до 3 мес, но погибает в течение 1 ч при воздействии прямых солнечных лучей.

Бруцеллы очень устойчивы в высушенных субстратах. Длительное время могут сохраняться в пищевых продуктах (сут): в охлажденном молоке - 40, в масле - 67, в брынзе - 45, в мороженом мясе - 60.

*Бруцеллез* - хроническая инфекционная болезнь многих видов животных и человека, характеризующаяся главным образом массовыми абортами у коров, овец и свиноматок. У человека болезнь характеризуется затяжной лихорадкой, поражением суставов, печени и других внутренних органов.

Человек заражается чаще всего через сырое молоко и во время ухода за больными животными.

Молоко, полученное от животных в хозяйствах, неблагополучных по бруцеллезу, подлежит обезвреживанию непосредственно в хозяйстве путем пастеризации при температуре 70 °С в течение 30 мин или при температуре 85-90 °С в течение 20 с, а при отсутствии пастеризаторов - кипячением. После обезвреживания молоко доставляют на молокозавод или используют внутри хозяйства.

Молоко от коров, положительно реагирующих при исследовании на бруцеллез, подлежит переработке на топленое масло или кипячению и использованию только внутри хозяйства.

**Возбудитель сибирской язвы.** Название болезни было дано С. С. Андриевским, который изучал ее на Урале в конце 80-х годов XVIII столетия. Возбудитель *Bac. anthracis* представляет собой крупную грамположительную палочку размерами 5-8 x 1,2 мкм, неподвижен, во внешней среде образует споры. Палочки часто располагаются цепочками, вид которых напоминает бамбуковую трость. Споры округлые, не превышают ширины клетки, располагаются центрально.

По отношению к кислороду возбудитель сибирской язвы является аэробом. Хорошо растет на обычных питательных средах, образует серебристо-серые средних размеров колонии. Оптимальная температура роста 35-37°С, оптимальное значение рН 7,2-7,6.

Вегетативная форма не обладает высокой устойчивостью к факторам внешней среды и погибает при температуре 60 С с выдержкой 15 мин. Споры характеризуются высокой резистентностью (устойчивостью). Они десятки лет могут сохраняться в почве. Растворы дезинфицирующих веществ - 5%-ный раствор карболовой кислоты, 5-10%-ный раствор хлорамина - убивают споры через несколько часов. При кипячении они обезвреживаются в течение 10 мин.

Человек может заразиться в результате прямого или косвенного контакта с больными животными и при употреблении в пищу инфицированных продуктов.

Молоко, полученное от коров, больных и подозрительных по заболеванию, на пищевые и кормовые цели не допускают и уничтожают.

**Возбудитель ящура.** Возбудителем ящура является вирус. Вирусная природа возбудителя установлена Ф. Леффлером .

Вирусные частицы имеют сферическую форму размером 22-30 нм в диаметре. Капсид построен по типу куба. Вирусы культивируют в летках эпителия телят, а также в культурах клеток почек овец, коз, свиней. Оказывает цитопатическое, т. е.

разрушающее клетку, действие. И и рус не разрушается эфиром, сохраняется в выделениях больных Животных до 2 мес, в шерсти — до 2 недель, в мясе погибает через 1-2 • v i Очень чувствителен к кислотам, поэтому в кисломолочных продуктах быстро погибает, чувствителен также к формалину.

Ящур проявляется у парнокопытных животных в виде афт -пузырьков, в которых находится лимфоидная жидкость и локализуется it и рус. Поражается кожа межкопытных щелей, вымени, пяточка, слизистой оболочки ротовой полости.

В организм человека вирус проникает через слизистую рта с молоком, реже - через поврежденную кожу. Афты появляются на губах, тыке, твердом и мягком небе, внутренней поверхности щек. Когда они попадают, на месте афт появляются язвы.

Молоко, полученное от коров в ящурном очаге, перерабатывают на месте на топленое масло. На пищевые и кормовые цели используют только молоко, обезвреженное путем кипячения в течение 5 мин или пастеризации при температуре 80 °С в течение 30 мин.

#### **4. Возбудители мастита**

Мастит - воспаление молочной железы, преимущественно у коров и коз, реже у самок других млекопитающих.

Возбудителями мастита чаще являются патогенные стрептококки видов , а также стафилококки - *Staph. aureus*. Маститы кокковой этиологии встречаются примерно в 60-70 % случаев. Кишечные палочки рода эшерихия являются возбудителями маститов в 2-3 % случаев.

Возникновение маститов может обуславливаться также развитием других микроорганизмов: сальмонелл, синегнойных палочек , пастерелл, коринебактерий, микоплазм, а также дрожжей рода *Candida*. Различают также маститы так называемой ящурной, туберкулезной и актиномикозной этиологии.

Способствуют возникновению маститов неправильные условия содержания и кормления дойных коров, плохой уход за выменем, травмы сосков, простуда, неполное выдаивание, нарушение правил машинного доения.

В молочную железу микроорганизмы проникают через сосковый канал, раны вымени, а также эндогенно с кровью из других пораженных органов, например при эндометрите (воспалении матки) и энтерите (воспалении кишечника) или при инфекционных болезнях. Известны случаи заболевания маститом коров, которых обслуживали доярки с ранками на руках, инфицированными стрептококками.

Возбудитель может передаваться также через доильные стаканы аппаратов машинного доения. При заболевании резко снижается удои молока и ухудшается его качество. Реакция маститного молока, как правило, щелочная, редко - кислая. В нем уменьшается количество казеина, молочного сахара, жира, кальция. При тяжелой форме заболевания в молоке появляются хлопья и сгустки. При рассмотрении микроскопического препарата, приготовленного из такого молока, видны цепочки стрептококков, стафилококки или другие микроорганизмы. Выявляется большое количество лейкоцитов.

Если в сборном молоке имеется примесь маститного, в нем плохо развиваются молочнокислые бактерии, оно становится непригодным для выработки молочных продуктов. Такое молоко является источником распространения возбудителей пищевых отравлений. При клинически выраженном мастите наблюдаются характерные изменения внешнего вида вымени (припухлость, болезненность, повышение температуры и др.). При скрыто протекающих маститах, так называемых субклинических формах, многие из этих признаков отсутствуют.

Для диагностики скрыто протекающего мастита у коров применяют пробу с димастином, бромтимоловую пробу и пробу отстаивания. В лаборатории подсчитывают количество лейкоцитов, определяют рН и активность лизоцима молока, секрет вымени исследуют бактериологически.

**Проба с димастином.** Из каждой доли вымени берут по 1 см молока, добавляют к нему ПО 1 см<sup>3</sup> 5%-ного раствора димастина и размешивают деревянной палочкой в течение 7-15 с. Молоко взятое из больной доли вымени, образует с реактивом сгусток различной плотности. Здоровое молоко сгустка не образует.

**Проба с бромтимоловым синим.** Из отдельных долей вымени берут по 5 капель молока и смешивают с одной каплей 0,2%-ного раствора бромтимолового синего в 60%-ном спирте. При этом молоко от здоровых коров окрашивается в желтый цвет, а от коров, больных маститом, - в зеленый или синий.

**Проба отстаивания.** Из каждой доли вымени берут по 10-15 см<sup>3</sup> молока и выдерживают в пробирках при 4-8 °С, просматривают молоко через 2-3 ч, затем повторно - через 16-24 ч. При этом обращают внимание на цвет молока, наличие осадка и примесей, высоту слоя сливок и их цвет.

При субклинических формах мастита молоко бывает водянистым, синеватого цвета. Слой сливок менее 0,5 см<sup>3</sup>, розовый цвет сливок, наличие в них слизи и хлопьев свидетельствуют о патологическом процессе.

Определяют общую бактериальную обсемененность молока. Если в молоке отдельных долей вымени количество микроорганизмов будет больше в несколько раз, то это свидетельствует о наличии инфекционного процесса. Параллельно с общей обсемененностью выявляют наличие основных возбудителей маститов (стрептококков, стафилококков, кишечных палочек).

Для лечения коров, больных маститом, применяют антибиотики. Поэтому молоко, полученное от животных, подвергавшихся лечению, нельзя использовать для выработки молочных продуктов в течение 3 дней.

Для предупреждения маститов необходимо поддерживать чистоту в животноводческих помещениях, особенно в родильных отделениях, регулярно проводить текущую дезинфекцию, устранять факторы, предрасполагающие к возникновению маститов.

## **Тема 2.4. Санитарно-показательные микроорганизмы**

- 1. Понятие о санитарно-показательных микроорганизмах**
- 2. Бактерии группы кишечных палочек**
- 3. Энтерококки**

4. Сульфитредуцирующие клостридии
5. Бактерии рода *Proteus*
6. Стафилококки
7. Дрожжи и плесени
8. Кишечные бактериофаги
9. Общая бактериальная обсемененность (аэробные и факультативно-анаэробные мезофильные микроорганизмы)

1. Основными источниками распространения возбудителей большинства инфекционных болезней являются больные и теплокровные животные. Наиболее массивное выделение ими микроорганизмов в окружающую среду происходит с фекалиями.

При санитарно – микробиологическом исследовании решают вопрос о наличии или отсутствии в пищевых продуктах и других объектах внешней среды опасных для человека микроорганизмов. Прямое обнаружение возбудителей инфекционных болезней имеет целый ряд трудностей. Во-первых, патогенные микроорганизмы находятся в окружающей среде непостоянно; сравнительно легко их можно обнаружить во время эпидемии, но очень трудно – в межэпидемические периоды. Во-вторых, количество патогенных микроорганизмов, попавших в окружающую среду, значительно уступает непатогенным, и распространение их в загрязненных объектах неравномерно. Трудности возникают и при выращивании патогенных микробов на питательных средах, поскольку их развитие подавляется сапрофитной микрофлорой.

В связи с этим санитарную оценку различных объектов проводят не прямым, а косвенным путем, т.е. устанавливают факт загрязнения этих объектов не возбудителями кишечных инфекций, а кишечными выделениями человека или теплокровных животных. Чем обильнее это загрязнение, тем более вероятно попадание в объект патогенных микробов.

Для многих видов микробов (обитателей тела здорового человека) кишечник является биотопом – единственной природной средой обитания, и выделение таких микробов вне организма свидетельствуют о загрязнении внешней среды выделениями из кишечника и возможном присутствии патогенных микробов – возбудителей кишечных инфекций. Выделяемые в этих случаях микробы патогенных микроорганизмов служат показателями санитарного неблагополучия, потенциальной опасности исследуемых объектов и поэтому названы санитарно – показательными.

Количественный учет санитарно – показательных микроорганизмов выявляет уровень загрязнения внешней среды, что в свою очередь определяет степень эпидемиологической опасности исследуемых объектов: чем больше в них обнаруживают санитарно – показательных микроорганизмов, тем больше вероятность наличия здесь специфических для данного экскрета и данного объекта возбудителей инфекционных заболеваний.

Санитарно – показательные микроорганизмы являются обитателями естественных полостей человеческого или животного организма. Это, как правило, комменсалы, но при изменении условий сосуществования с хозяином

они могут вызывать болезнетворные процессы, т.е. проявлять условно – патогенные свойства.

Разработаны принципы оценки пригодности микроорганизмов в качестве санитарно – показательных.

В связи с этим не все микроорганизмы, входящие в состав нормальной флоры организма человека или животных, могут быть признаны санитарно – показательными. Они должны отвечать следующим **требованиям**:

- постоянное содержание в фекалиях и постоянное поступление в окружающую среду в больших количествах;
- отсутствие другого природного резервуара, кроме организма человека и животных;
- сохранение жизнеспособности в окружающей среде в течение сроков, близких к срокам выживания патогенных микробов, выводимых из организма теми же путями; устойчивость должна быть не ниже, а по возможности несколько выше устойчивости соответствующих патогенных микробов;
- отсутствие размножения в окружающей среде;
- простота обнаружения, т.е. они должны хорошо расти на искусственных средах и не иметь во внешней среде аналогов – сапрофитов, сходство с которыми потребовало бы сложных и многочисленных приемов дифференцирования;
- постоянство свойств, т.е. они не должны изменяться под воздействием факторов внешней среды;
- отсутствие зависимости от наличия других микроорганизмов, т.е. не подавляться и не стимулироваться другими микроорганизмами;
- равномерное распределение в исследуемых объектах внешней среды.

Приведенному перечню требований не отвечает в полной мере ни один санитарно – показательный микроорганизм, однако чем большему количеству требований он удовлетворяет, тем в большей степени соответствует идеалу санитарно – показательного микроорганизма.

При исследовании молока существенными свойствами, снижающими санитарно – показательную ценность микроорганизмов – индикаторов, является их способность размножаться в молоке, подавляться молочнокислыми бактериями закваски и проявлять при этом изменчивость биологических свойств.

Во многих стандартах на молочные продукты наряду с определением санитарно – показательных микроорганизмов в качестве косвенного показателя санитарного состояния продукта и санитарно – гигиенических условий производства учитывают общую бактериальную обсемененность продуктов, оборудования и других объектов, т.е. определяют количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных бактерий, или показатель КОЕ (колониеобразующие единицы).

При эпидемических показателях (например, пищевых отравлениях) органы санитарно – эпидемиологического надзора проводят исследования для непосредственного обнаружения патогенных микроорганизмов (сальмонелл и др).

## **2. Бактерии группы кишечных палочек**

Основными санитарно – показательными микроорганизмами являются бактерии группы кишечных палочек (БГКП), объединяющие 3 рода микроорганизмов – *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, входящих в семейство *Enterobacteriaceae*. Они обладают многими общими морфологическими, культуральными и ферментативными свойствами.

В соответствии с ГОСТ 2874-82 и ГОСТ 18963 и БГКП относят мелкие подвижные грамотрицательные, не образующие спор палочки, не обладающие оксидазной активностью, ферментирующие лактозу и глюкозу с образованием кислоты и газа при температуре 37°C (в течение 5-24 ч).

Кишечные палочки (бактерии группы кишечных палочек) – это факультативные анаэробы, хорошо растущие в универсальных питательных средах, устойчивые к действию многих анилиновых красителей. Им свойственна широкая приспособительная изменчивость, в результате которой возникают разнообразные варианты, что усложняет их классификацию.

Для дифференциации бактерий группы кишечных палочек используют среду Эндо, на которой *E. coli* дает характерный рост в виде колоний красного цвета с металлическим блеском.

Колонии лактозоположительных штаммов красные (образовавшаяся молочная кислота реагирует с сульфатом натрия, в результате чего фуксин восстанавливает свой цвет), лактозоотрицательные – бесцветные или слегка розоватые.

При росте БГКБ на жидких питательных средах (МПБ) наблюдаются значительные помутнения среды и образование сероватого, легко разбивающегося осадка. Пленка на поверхности бульона обычно не образуется.

На МПА БГКП образуют средних размеров округлые гладкие блестящие полупрозрачные колонии.

Кишечные палочки не разжижают желатин, способны ферментировать целый ряд углеводов – лактозу, глюкозу, мальтозу, сахарозу с образованием кислоты и газа. Ферментативные свойства (сбраживание углеводов) непостоянны, поэтому при дифференциации БГКП их учитывают не самостоятельно, а в комплексе с другими тестами.

В молоке бактерии группы кишечных палочек хорошо размножаются, доводя его кислотность до 60-80°Т и образуя в нем неровный ноздреватый сгусток. В присутствии молочнокислых бактерий под влиянием выделяемых ими антибиотических веществ и кислоты рост кишечных палочек тормозится. При режимах пастеризации, принятых в молочной промышленности, кишечные палочки погибают. Обычные дезинфицирующие средства в общепринятых разведениях обеззараживают оборудование от этих бактерий.

Санитарно – показательное значение отдельных родов бактерий группы кишечных палочек неодинаково. Обнаружение бактерий рода *Escherichia* в пищевых продуктах, в воде, почве, на оборудовании свидетельствуют о свежем фекальном загрязнении этих объектов, что имеет большое санитарное и эпидемиологическое значение.

Иногда считают, что бактерии родов *Citrobacter* и *Enterobacter* являются показательными более длительного (несколько недель) фекального загрязнения и



поэтому они имеют меньшее санитарно – показательное значение по сравнению с бактериями рода *Escherichia*.

В молочной промышленности в качестве санитарно – показательных микроорганизмов выделяют бактерии группы кишечных палочек, посеvy производят на питательную среду Кесслер, культивируют при 37°C 24 ч.

Приготовление модифицированной среды Кесслер: 16 г сухой среды Кесслер помещают в колбу и доливают питьевой водой до 1 000 см<sup>3</sup> и фильтруют через вату. Разливают в пробирки с поплавками по 5 см<sup>3</sup> или колбочки с поплавками по 40-50 см<sup>3</sup> и стерилизуют при 121°C в течение 10 мин. Среда имеет темно – фиолетовый цвет.

Допускается приготовление среды Кесслер из отдельных ингредиентов.

Для этого к 1 000 см<sup>3</sup> питьевой воды прибавляют 10 г пептона и 50 см<sup>3</sup> стерильной желчи (желчь бычьей или других сельскохозяйственных животных), кипятят смесь при помешивании 25 мин и фильтруют ее через вату. В полученном фильтрате растворяют 2,5 г лактозы и доводят объем питьевой водой до 1 000 см<sup>3</sup>, устанавливают рН 7,4-7,6, после чего добавляют 2 см<sup>3</sup> раствора кристаллического фиолетового с массовой концентрацией 10 г/дм<sup>3</sup>, разливают в пробирки с поплавками или колбочки с поплавками по 40-50 см<sup>3</sup> и стерилизуют при 121°C в течение 10 мин. Готовая среда должна иметь темно – фиолетовый цвет.

Критерии санитарной оценки пищевых продуктов и других объектов внешней среды по присутствию санитарно – показательных микроорганизмов предусмотрены ГОСТами и Санитарными правилами и должны обнаруживаться в определенных количествах продукта, т.е. нормируется количество санитарно – показательных микроорганизмов в единице продукта. Так, например, в пастеризованном молоке кишечные палочки не должны выявляться в 1 см<sup>3</sup>, в жидкой закваске для кефира бактерии группы кишечных палочек не допускаются в 3 см<sup>3</sup>, в сметане и твороге – в 0,001 см<sup>3</sup> (г) и т.д.

### **3. Энтерококки**

Энтерококки наряду с бактериями группы кишечных палочек являются постоянными обитателями кишечника человека и теплокровных животных, в большом количестве выделяются во внешнюю среду, и обнаружение их в пищевых продуктах, воде, почве свидетельствуют о фекальном загрязнении этих объектов.

Преимущества энтерококков как санитарно-показательных микробов заключается в их большей устойчивости к физическим и химическим воздействиям, в наличии избирательных сред, позволяющих обнаружить энтерококков в сильно загрязненных объектах, в несложности дифференцировки их от сходных видов и некотором отличии энтерококков человеческого и животного происхождения, что имеет существенное значение с эпидемиологической точки зрения.

Установлено, что в кишечнике человека преобладают *Ent.faecalis* и его варианты, в меньшем количестве обнаруживают *Ent. Faecium*. В содержимом кишечника крупного рогатого скота, свиней, овец, лошадей преобладает *ent. Faecium*. В содержимом кишечника крупного рогатого скота, свиней, овец, лошадей преобладает *ent. Faecium*. Обнаружение во внешней среде *ent. Faecium* и

его вариантов имеет определенное санитарное и эпидемиологическое значение как показатель загрязнения объекта фекалиями человека; обнаружение *ent. Faecium* является показателем загрязнения фекалиями животных.

Другими преимуществами энтерококков как санитарно-показательных микроорганизмов является то, что они не размножаются вне кишечника человека и животных (за исключением пищевых продуктов); во внешней среде

не подвергаются столь глубоким изменениям, как кишечные палочки, и дольше по сравнению с ними сохраняются во внешней среде.

Имеются селективные питательные среды, позволяющие выделить энтерококки в чистой культуре из объектов, сильно обсемененных посторонней микрофлорой. Для определения энтерококков чаще используют молочную среду с полимиксином по Калине.

Энтерококки чрезвычайно устойчивы к низким температурам, нагреванию, хлорированию, к повышенным концентрациям сахара и соли, к высокой кислотности. Они выдерживают температуру нагревания 60-56°C в течение 30 мин (режимы пастеризации должны обезвреживать энтерококков), способны расти в присутствии 6,5 % NaCl, 40 % желчи, в средах с pH 9,6-10. В связи с этим для продуктов, не подвергающихся хранению, показателем санитарного состояния являются бактерии группы кишечных палочек, а для продуктов, которые длительно хранятся при низкой температуре, лучше в качестве санитарно-показательных микроорганизмов определять энтерококки. Это объясняется тем, что кишечные палочки погибают быстрее энтерококков и присутствие или отсутствие их не отражает санитарного состояния таких продуктов.

Количество энтерококков в пищевых продуктах колеблется в довольно значительных пределах – от  $10^3$  до  $10^6$  в 1 г или 1 см<sup>3</sup>.

Наличие большого количества энтерококков в продуктах, подвергшихся тепловой обработке, свидетельствуют о слабой эффективности пастеризации (нарушение режимов), о послепастеризационном загрязнении или о хранении их в условиях, благоприятных для развития энтерококков.

В нашей стране энтерококки наряду с бактериями группы кишечных палочек используют в качестве санитарно-показательных микроорганизмов при санитарной оценке воды открытых водоемов, особенно колодцев, вода которых используется в технологическом процессе.

Энтерококки также рекомендуют использовать в качестве санитарно-показательных микроорганизмов при оценке качества хлорирования питьевой воды, при исследовании воды минеральных источников, а также пищевых продуктов с повышенной концентрацией соли (мясных продуктов).

#### **4. Сульфитредуцирующие клостридии**

Среди многочисленных патогенных и сапрофитных видов рода *Clostridium* в качестве санитарно-показательных привлекают микроорганизмы, постоянным местом пребывания которых является кишечник человека и теплокровных животных.

Поскольку только клостридии кишечного происхождения обладают редуцирующими (восстанавливающими) свойствами при росте на

железосульфитных средах, этот признак является основным для суждения о санитарной показательности таких микроорганизмов.

Наиболее частым обитателем кишечника человека является *Cl. perfringens*, и, следовательно, именно этот микроорганизм может служить основным показателем фекального загрязнения.

Использование *Cl. perfringens* в качестве санитарно-показательного микроорганизма основывается также на том, что споры его во внешней среде не обладают высокой устойчивостью, в пищевых продуктах он размножается только при температуре 18-20°C и выше. Начиная с 6-8 ч. хранения, по мере нарастания общего количества бактерий размножение его замедляется, а затем полностью прекращается. Особенно чувствителен *Cl. perfringens* к кислой реакции среды.

Сульфитредуцирующие анаэробы выделяются из кишечника людей и животных преимущественно в виде вегетативных клеток, а в почве, как правило, сохраняются в форме спор. По отношению количества обнаруженных в исследуемом объекте вегетативных форм к числу спор можно судить о свежести фекального загрязнения. Это достигается путем сопоставления титров, полученных при исследовании нагретого в течение 15 мин при 80°C (только споры) и ненагретого (споры и вегетативные клетки) материала.

Присутствие *Cl. perfringens* было обнаружено в 16-18% проб молока после его промышленной пастеризации. При наличии оптимальных условий этот микроорганизм может интенсивно размножаться в пищевых продуктах и вызывать пищевые токсикоинфекции при их употреблении.

Сульфитредуцирующие клостридии используются в качестве санитарно-показательных микроорганизмов при исследовании пищевых казеинатов, также колбасных изделий, икры, специй, пряностей и др.

Определение сульфитредуцирующих клостридий основано на высеве определенного количества продукта и его разведений в ряд пробирок с полужидкой селективно-диагностической сульфит-железной средой, культивировании посевов при 37°C в течение 24-72 ч, учете результатов и определении минимального количества продукта, в котором обнаружены грамположительные неподвижные палочки, образующие яйцевидные или шарообразные споры и редуцирующие сульфит.

Сульфитредуцирующие клостридии на этой среде образуют колонии черного или серо-черного цвета на глубине не менее 1 см от поверхности среды (образуется черного цвета сернистое железо FeS).

При оценке эффективности технологии обработки питьевой воды определяют количество спор сульфидирующих клостридий методом мембранной фильтрации или прямым посевом на железосульфитный агар. Споры сульфитредуцирующих клостридий не должны обнаруживаться в 20 см<sup>3</sup> питьевой воды.

В качестве санитарно-показательного микроорганизма *Cl. perfringens* используют также для контроля очистки сточных вод. Его преимущество перед кишечными палочками состоит в том, что он не размножается.

## **5. Бактерии рода *Proteus***

Эти микроорганизмы широко распространены в природе, в основном их накопление происходит в местах, где протекают аэробные процессы гнилостного распада. Из содержимого кишечника эти микроорганизмы выделяются у 5-10 % здоровых людей. В испражнениях лошадей, рогатого скота, грызунов и других животных присутствие палочек протей бывает более частым.

Температурные границы роста бактерий группы протей лежат в пределах 10-40°C. Они нетермостойкие – погибают при принятых в промышленности режимах пастеризации, устойчивы к замораживанию, антибиотикам и химиотерапевтическим препаратам.

Бактерии группы протей могут размножаться в пищевых продуктах, содержащих белки и подверженных гниению. Чистые культуры при обильном размножении в течение 2-3 сут могут не вызывать изменений органолептических свойств, внешние признаки гниения появляются лишь в результате совместного действия протей и спорообразующих гнилостных аэробов.

В пищевые продукты могут попадать бактерии группы протей при нарушениях санитарного режима. При 20°C они быстро размножаются только в аэробных условиях. В анаэробных условиях протей размножается гораздо медленнее, проявляется также его ферментативная активность.

В парном и свежем молоке бактерии рода *Proteus* почти не размножаются и частично вытесняются благодаря размножению молочнокислых бактерий. В стерилизованном молоке они размножаются быстро. В стерилизованном бульоне, различных консервах, зараженных бактериями группы протей и выдержанных при 25°C, они интенсивно размножаются и через 48 ч отмечается максимальное накопление их в количестве 1-2 млрд в 1 см<sup>3</sup>. При дальнейшем хранении это количество почти не изменяется и лишь через 10-14 дней наблюдается отмирание. При указанном содержании палочек протей пищевые продукты опасны для употребления, так как могут послужить причиной пищевого отравления.

Группа протей не имеет самостоятельного значения как показатель фекального загрязнения. Однако ее присутствие в больших количествах пищевых продуктов свидетельствует о наличии энергичного размножения белка.

Учитывают бактерии рода *Proteus* при исследовании предприятий общественного питания по эпидемиологическим показаниям.

Как санитарно-показательные микроорганизмы бактерии рода *Proteus* используют при санитарной оценке таких продуктов как запеканка и пудинг из творога. Они не должны выделяться в 0,1 г продукта. Бактерии рода *Proteus* являются санитарно-показательными также при исследовании яичного порошка, рыбы, икры, некоторых мясных продуктов.

Вместе с *E. coli*, энтерококками, *Cl. perfringens* и бактериофагами протей применяют для санитарно-гигиенической оценки почвы и воды открытых водоемов.

При загрязнении объектов внешней среды фекальными стоками преимущественно выделяют палочки протей вида *Pr. mirabilis*.

## 6. Стафилококки

Коагулазоположительные стафилококки вызывают воспалительные процессы у людей и животных. Однако они настолько широко распространены во внешней среде, что единичное их выявление не вызывает опасений.

Как санитарно-показательные микроорганизмы патогенные стафилококки часто используют при оценке воздуха, гигиенического состояния лечебных и детских учреждений и выявлении опасности развития в них так называемого госпитализма.

Для пищевых продуктов этот показатель имеет другое значение, так как беспокойство вызывает не патогенность стафилококков, а энтеротоксигенность, т.е. способность вырабатывать энтеротоксин, обуславливающий пищевые интоксикации.

С этой целью выявляют наличие *Staph. aureus*; его количество в молочных продуктах регламентируется Санитарными правилами и нормами. Например, в кисломолочных продуктах присутствие золотистого стафилококка не допускается: в 0,1 г творога и творожных изделий; в 1 см<sup>3</sup> сметаны всех видов, ряженки, кефира жирного, кисломолочных напитков. В жидких заквасках *Staph. Aureus* не допускается 10 см<sup>3</sup>.

Для выделения культур токсигенных стафилококков и с целью дифференциации их от сапрофитов чаще используют селективно-дифференциальные питательные среды: желточно-солевой агар (ЖСА) и молочно-солевой агар (МСА). Методы обнаружения стафилококков основаны на их способности расти на средах с повышенным содержанием поваренной соли.

При росте патогенных стафилококков на этой среде вокруг их колоний образуются зоны помутнения среды, т.е. они дают положительную реакцию на лецитиназу. Если стафилококки, вырастающие на ЖСА, не дают лецитиназной реакции, их отсеивают на скошенный мясо-пептонный агар и в дальнейшем дифференцируют в реакции плазмокоагуляции.

На МСА колонии стафилококков имеют форму дисков с диаметром 2-4 мм с ровными краями, могут быть пигментированы в разнообразный цвет – желтый, белый, лимонный. Не менее 5 характерных колоний отсеивают на скошенный мясо-пептонный агар и в дальнейшем с этими культурами ставят реакцию плазмокоагуляции (для дифференциации патогенных и сапрофитных стафилококков).

Реакция плазмокоагуляции. В пробирку с 0,5 см<sup>3</sup> стерильной плазмы крови вносят в одну бактериологическую петлю агаровой или 0,1 см<sup>3</sup> бульонной 18-24 часовой культуры испытуемого микроорганизма. Инкубируют при 37°C и учитывают результат через 30 мин, 2, 4 и 24 ч. Положительный результат – образование плотного или рыхлого сгустка; если использовали разведенную плазму, то сгусток плавает в жидкости.

Приготовление плазмы. Используют плазму кролика, цельную или разведенную физиологическим раствором 1:2 – 1:4. Взятую у кролика пункцией сердца кровь (около 10 см<sup>3</sup>) помещают в пробирку с 1 см<sup>3</sup> 5%-ного стерильного раствора лимоннокислого натрия, тщательно переносят в стерильные пробирки и хранят в холодильнике 4-5 сут.

## 7. Дрожжи и плесени

**Дрожжи** – это одноклеточные микроорганизмы, не образующие мицелий, округлой, овальной или удлинённой формы.

**Плесенями** называют мицелиальные нитчатые грибы или гифомицеты.

Дрожжи и плесени часто используются индикаторами порчи, т.е. возбудителями пороков молочных продуктов, в связи с этим их называют «технически вредными» микроорганизмами. Среди них имеются и патогенные представители, которые могут вызывать микозы и микотоксикозы.

Грибы, попадая в молочные продукты и развиваясь в них, используют молочную кислоту, изменяют рН в щелочную сторону, в результате чего развиваются гнилостные бактерии. Дрожжи и плесени портят товарный вид продуктов, обладая липолитической способностью, вызывают гидролиз жира с образованием жирных кислот, что ведет к прогорканию продуктов.

Плесени обладают протеолитической активностью, они вызывают порчу продуктов и обуславливают порок – горький вкус. Дрожжи гнилостную порчу не вызывают, но обуславливают ослизнение, что сокращает сроки хранения продуктов в охлажденном состоянии.

Характерной особенностью дрожжей является их способность развиваться в средах, содержащих до 24% NaCl и до 60% сахарозы.

В качестве санитарно-показательных грибов чаще используют дрожжи рода *Candida*, которые постоянно присутствуют в организме человека. Их обнаруживают в выделениях людей, не страдающих микозами, в 23-40% случаев. При этом в верхних дыхательных путях преобладают *C. albicans*, а в содержимом кишечника – *C. tropicalis*. Дрожжи могут находиться также на коже, в полости рта, слюне и в мокроте, на слизистой влагалища.

Количество дрожжей, содержащихся в организме человека, может резко повышаться в результате вытеснения конкурирующих с ними представителей нормальной микрофлоры при частой и энергичной антибиотикотерапии. При этом дрожжи активируются и иногда становятся причиной серьезных вторичных инфекций.

Грибы рода *Candida* встречаются и у животных, они довольно широко распространены во внешней среде – в почве, воде, на разнообразных растениях, а также на предметах человеческого обихода, особенно в больницах и предприятиях общественного питания, в банях и т.п. Эти грибы весьма часто встречаются в разнообразных пищевых продуктах, особенно в молочных и овощных.

Считается, что первоисточником при распространении этих грибов являются люди и животные, а окружающие их объекты, загрязненные выделениями, обсеменяются лишь вторично. Однако при определенных условиях дрожжи рода *Candida* размножаются в объектах, содержащих необходимые питательные вещества.

Резистентность дрожжей рода *Candida* к внешним воздействиям довольно значительна, в ряде случаев они оказываются более устойчивыми, чем патогенные бактерии.

Споры плесневых грибов постоянно обитают в воздухе, почве, навозе, в продуктах, на поверхности различных предметов, стен сырых помещений и пр. Имеется специфическая молочная плесень (*Geotrichm lactis*), преимущественно обитающая в молочных продуктах. Плесени очень устойчивы к низким температурам. Являясь психрофилами, некоторые плесени родов *Thamnidium*, *Rhizopus* и *Cladosporium* могут развиваться в холодильниках при минусе 9-11°C.

По отношению к высоким температурам вегетативные формы дрожжей и плесеней не являются термостойкими. При нагревании клетки дрожжей гибнут при 50-60°C в течение 5 мин, а споровые формы за это же время отмирают при 70-80°C. Вегетативные формы плесеней погибают при 60°C за 30 мин, а споры их уничтожаются за это же время при 80°C.

Для дрожжей и плесневых грибов чаще применяется питательная среда Сабуро. Метод определения дрожжей и плесневых грибов основан на посеве определенного количества продукта или его разведений в селективную агаризованную среду Сабуро, культивировании посевов при 24°C в течение 5 сут и подсчете колоний дрожжей и плесневых грибов, типичных по макро- и микроскопической картине.

Колонии дрожжей округлые, блестящие, чаще серовато-белого, розового, желтого цвета. В препаратах из таких колоний находят крупные округлые, овальные клетки дрожжей. Колонии плесневых грибов пушистые и имеют различную окраску.

По присутствию дрожжей и плесеней оценивают санитарное состояние заквасок, плавленых сыров, масла топленого, сухих смесей для мягкого мороженого, некоторых детских молочных продуктов, сахара, воздуха и др.

В заквасках для кисломолочных продуктов (кроме кефира) количество плесеней и дрожжей не должно превышать 10 КОЕ/г, в сырах плавленых без наполнителей – не более 50 КОЕ/г, в масле коровьем топленом – не более 200 КОЕ/г. В сухих смесях для мягкого мороженого с наполнителем (овощи, грибы, и т.п.) количество плесеней и дрожжей не должно превышать 100 КОЕ/г, в смеси молочной «Малыш» с рисовой, гречневой, овсяной мукой или с толокном количество плесеней допускается в количестве, не превышающим 100 КОЕ/г, а дрожжей – 50 КОЕ/г.

### **8. Кишечные бактериофаги**

Одним из показателей фекального загрязнения является присутствие в объектах среды разнообразных бактериофагов, лизирующих гомологичные (соответствующие) им кишечные бактерии, т.е. литическое действие бактериофага характеризуется определенной степенью специфичности, так как каждый фаг вызывает лизис бактерий определенного рода. Колифаги лизируют родственные бактерии, монофаги – бактерии одного вида, типовые фаги – только определенный тип (вариант) данного вида бактерий. В связи с этим фаги обнаруживаются всюду, где живут их хозяева и выявление специфичных для энтеробактерий фагов столь же достоверно указывает на загрязнение объекта, как и обнаружение самих микробов кишечной группы.

До недавнего времени вопрос о санитарном значении бактериофагов казался излишним по двум причинам. С одной стороны, методика обнаружения

фагов более сложна, чем выявление обычных санитарно-показательных микробов кишечных палочек и энтерококков. С другой стороны, фаги более устойчивы по отношению ко многим факторам внешней среды, чем большинство бактерий-хозяев. Обнаружение бактериофагов возможно не только при свежем фекальном загрязнении, актуальном и санитарном отношении, но и после того, как занесенные в исследуемый объект патогенные и сапрофитные энтеробактерии успевают погибнуть. Очевидно, что оценка опасности загрязнения внешней среды возбудителями кишечных инфекций возможна лишь при сопоставлении результатов поисков фагов с данными обычной колиметрии и определения энтерококков, так как заменить эти методы фаговый тест не может. Поэтому фаги используют в качестве дополнительного показателя фекального загрязнения воды патогенными энтеробактериями.

Санитарно-показательное значение бактериофагов особенно возросло в связи с появлением водных вспышек ряда вирусных заболеваний – полиомиелита, эпидемического гепатита и др. Установлено, что многие энтеровирусы и аденовирусы более стойки во внешней среде, чем кишечная, брюшнотифозная и дизентерийная палочки. Из этого следует, что в условиях, неблагоприятных для выживания патогенных и сапрофитных энтеробактерий, ряд вирусов может сохранять жизнеспособность и представлять существенную опасность для человека.

Этим объясняется, что в качестве индикаторов загрязнения воды патогенными энтеровирусами было предложено использовать бактериофаги, которые по своим биологическим свойствам стоят к энтеровирусам ближе, чем бактерии группы кишечных палочек или другие санитарно-показательные микроорганизмы.

При исследовании питьевой воды определяют наличие и количество колифагов.

Колифаги – бактериальные вирусы, способные лизировать кишечные палочки рода *Escherichia*, выращенные на питательном агаре, и формировать зоны лизиса (бляшки) на их сплошном росте (газоне). Колифаги являются индикаторами очистки питьевой воды в отношении энтеровирусов.

Принцип прямого метода определения колифагов в питьевой воде заключается в исследовании нормируемого объема воды (100 см<sup>3</sup>) путем его прямого посева и последующего учета зон лизиса (бляшек) на сплошном росте *E. coli* в чашках Петри с питательным агаром.

Учет результатов проводят подсчетом бляшек, выросших на 5 чашках Петри. Результаты выражают в бляшкообразующих единицах (БОЕ) на 100 см<sup>3</sup> воды. В питьевой воде БОЕ должны отсутствовать в 100 см<sup>3</sup> исследуемой воды.

### **9. Общая бактериальная обсемененность (аэробные и факультативно-анаэробные мезофильные микроорганизмы)**

Принято считать, что чем выше общая микробная обсемененность объекта внешней среды, тем выше вероятность присутствия в них патогенных микробов.

Общую бактериальную обсемененность продуктов выражают показателем КОЕ (колониобразующие единицы), который характеризует количество колоний мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов



(КМАФАнМ), выросших на плотной питательной среде при посеве 1 г. или 1 см<sup>3</sup> субстрата и культивировании посевов при 37°С в течение 24-48 ч. При исследовании воды этот показатель часто называют микробным числом, В Методах санитарно-микробиологического анализа питьевой воды (1997 г.) показатель назван ОМЧ – общее микробное число.

Показатель КОЕ не характеризует **количество** микроорганизмов в исследуемом объекте, так как не растут на МПА и не образуют колонии живые клетки, утратившие способность к размножению; не всегда развиваются бактериальные конгломераты, и одна колония вырастает из нескольких клеток; не вырастают анаэробы, так как культивирование проводят в аэробных условиях; не дадут роста термофилы и психрофилы; не учитываются плесени и актиномицеты, рост которых можно обнаружить на 3-4 сутки, многие патогенные и другие микроорганизмы, культивируемые на специальных питательных средах; не вырастут также вирусы и риккетсии, не развивающиеся вообще на питательных средах.

Показатель КОЕ обусловлен развитием в основном мезофильных сапрофитных микроорганизмов – гнилостных споровых и неспорообразующих бактерий, бактерий группы кишечных палочек, кокковой микрофлоры (стафилококков, микрококков, сарцин), некоторых патогенных бактерий, например сальмонелл и др.

Эти бактерии могут быть отнесены к санитарно-гигиеническим индикаторам в меньшей степени, чем другие санитарно-показательные микроорганизмы. Продукты, в которых обнаружено большое количество бактерий, даже не патогенных и не изменяющих органолептические показатели, нельзя считать полноценными для здоровья по следующим причинам: значительное количество жизнеспособных клеток в пищевых продуктах свидетельствует о недостаточной эффективности термической обработки сырья, о не вполне тщательной мойке и дезинфекции оборудования, о неудовлетворительных условиях хранения, при которых развиваются определенные группы микроорганизмов.

Высокая бактериальная обсемененность свидетельствует также о возможной порче продуктов. Содержание в пищевых продуктах  $10^6$  –  $10^8$  микроорганизмов в 1 г (см<sup>3</sup>) является признаком недоброкачества таких продуктов.

Оценка санитарного качества продуктов по общему количеству бактерий имеет ряд недостатков: проводится учет только аэробных и факультативно-анаэробных мезофильных микроорганизмов и исключаются другие микроорганизмы, осуществляется только количественная оценка микрофлоры без учета ее качественного состава; небольшое содержание бактерий в продуктах не гарантирует безопасности, так как незначительная обсемененность продукта патогенными микробами может привести к тяжелым последствиям; в продуктах, подвергнутых термической обработке, при малых значениях КОЕ может находиться накопившийся до пастеризации стафилококковый энтеротоксин, не разрушающийся при таком тепловом воздействии.

К преимуществам учета общей бактериальной обсемененности следует отнести возможность контроля уровня санитарно-гигиенических условий производства и выявления нарушений условий хранения и транспортировки продуктов, приводящих к размножению микроорганизмов.

Определение общей бактериальной обсемененности не имеет значения для продуктов, хранящихся при низких температурах, так как многие мезофильные микроорганизмы погибают во время хранения при температурах от минус 15 до минус 5°C и ниже. Для оценки продуктов, хранящихся в условиях холодильника, более предпочтительным является подсчет психотропных бактерий после выдержки исследуемых образцов при температуре 0-5°C.

Оценка показателя КОЕ в известной степени односторонняя, так как предельно допустимым количеством мезофильных аэробов и факультативно-анаэробных бактерий в пищевых продуктах является  $10^4 - 10^5$  в 1 г ( $\text{см}^3$ ).

Большое влияние на подсчет общего количества бактерий в молоке и молочных продуктах оказывает питательная среда. Для получения сравнимых микробиологических показателей необходимо пользоваться едиными питательными средами, состоящими из компонентов стандартного состава.

В молочной промышленности для определения общего количества бактерий используется питательная среда, предписанная ГОСТ 9225-84. Ее состав: гидролизованное молоко – 25 г, агар – 15 г, питьевая вода –  $1000\text{см}^3$ .

40 г сухой питательной среды помещают в колбу и доливают водой до  $1000\text{см}^3$ . Смесь перемешивают, нагревают до полного растворения агара (при наличии осадка – профильтровывают), устанавливают рН 6,8-7,0. Развивают в пробирки или колбы и стерилизуют при 121°C в течение 15 мин.

Для определения общего количества бактерий из исследуемой пробы продукта производят посеvy в две – три чашки Петри из различных разведений в объеме  $1\text{ см}^3$  в одну чашку. Посевы заливают расплавленным и охлажденным до 40-45°C питательным агаром и после застывания среды культивируют при 30°C в течение 72 ч. Количество, выросших колоний подсчитывают на каждой чашке и определяют среднее общее количество колоний (бактерий) в  $1\text{ см}^3$  или 1 г продукта.

## **Тема 1. 2 Физико-химические, органолептические и технологические свойства молока**

### **1. Тема: Химические свойства молока**

#### ***А) титруемая и активная свойства кислотности***

#### ***Б) буферные свойства и $Ox - Red$ потенциал молока***

I. Натуральное молоко, полученное от здоровых животных, характеризуется физическими и технологическими свойствами (перечислить).

Поэтому по этим свойствам можно определить натуральность молока и полученного сырья.

Технолог должен иметь четкое представление об этих свойствах.

(Итак, начнем рассмотрение физических и технологических свойств)

Одно из химических свойств молока – **кислотность**

Кислотность молока выражают в единицах титруемой кислотности (в  $^{\circ}\text{T}$ ) и величиной рН при  $20^{\circ}\text{C}$

Кислотность бывает 2-х видов:

1. **титруемая**

2. **активная**

Титруемая кислотность по ГОСТ – 13264 –70 является критерием оценки качества заготавливаемого молока.

Выражают в  $^{\circ}\text{T}$

**Под  $^{\circ}\text{T}$  понимают количество мл 0,1н. раствора NaOH (KOH), необходимо для нейтрализации 100 мл молока или продукта**

К свежего молока составляет  $16^{\circ}$ – $18^{\circ}\text{T}$  она обусловлена:

- 1) кислыми солями  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  ( $9$ – $13^{\circ}\text{T}$ );
- 2) казеин и сывор. белок ( $4$ – $6^{\circ}\text{T}$ )
- 3)  $\text{CO}_2$  и другими карбоновыми кислотами ( $1$ – $3^{\circ}\text{T}$ )

При хранении молока Т.К. повышается т.к. развиваются микроорганизмы, сбраживающие молочный сахар до молочной кислоты. И это приводит к нежелательным изменениям.

Поэтому молоко  $21^{\circ}\text{T}$  – не сортовое

$22^{\circ}\text{T}$  не принимается

Но хотя титр кислотности является критерием оценки свежести и натуральности, надо иметь ввиду, что сырое молоко может иметь повышенную ( $26^{\circ}\text{T}$ ) и пониженную (меньше  $16^{\circ}\text{T}$ ) кислотность и его нельзя считать недоброкачественным т.к. оно соответствует всем требованиям ГОСТ.

Это молоко принимается, как сортовое на основании показателей стойловой пробы.

$23$  –  $26^{\circ}\text{T}$

- 1) недостаточное количество солей Са, нарушение минерального обмена;
- 2) скармливание кислых кормов

Больше  $16^{\circ}\text{C}$  – большое потребление белков

Б) Активная кислотность рН и буферные свойства молока отражает концентрацию ионов  $\text{H}^+$ , концентрация колеблется в узких пределах рН =  $6,35$  –  $6,75$

Так ГОСТ заготовленного молока

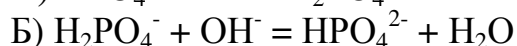
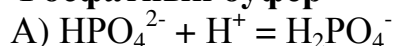
Т кислотность 16 17 18 19 20 и т.д.

От рН 6,73 6,69 6,64 6,58 6,52

Из этих данных видно, что при повышении Т.к. более  $18^{\circ}\text{T}$  рН изменяется незначительно.

3) это связано с наличием в молоке нескольких буферных систем:

### Фосфатный буфер



Буферность определяется буферной емкостью

В) **Ох- Red** потенциал  $E$  является количественной мерой окисляющей или восстанавливающей способности молока.

$$E \text{ св. мол.} = 0,25 - 0,35\text{В}$$

Молоко содержит ряд химических соединений, способных отдавать или присоединяет  $e$  от  $\text{H}$

Окислительно-восстановительные условия в молоке зависят от  $[\text{H}^+]$  и выражаются условным показателем  $r\text{H}_2$

$$r\text{H}_2 = E/0,03 + 2\text{pH} \text{ (при } 20^\circ\text{C)}$$

$$\text{если } E = 0,3\text{В } \text{pH} = 6,6$$

$$r\text{H}_2 = 23,2$$

Значит молоко обладает слабыми восстановительными свойствами

Нейтральная среда  $r\text{H}_2 = 28$

$r\text{H}_2 = 28$  – окислительная способность

$r\text{H}_2 = 28$  – восстановительная способность

снижение  $E$  вызывает,  $t$ , и развитие микроорганизмов на изменении вещества которого основана редукционная проба.

Возникновение в молоке и продуктах пороков вкуса, как окисленный, металлический

### Тема: **Физические свойства молока.**

**А) плотность молока;**

**Б) Р осм., Т зам.;**

**В) поверхностное натяжение, вязкость;**

**Г) электропроводность,**

**Д) теплофизические свойства;**

**Е) оптические свойства;**

$$\text{А) плотность при } 20^\circ\text{C} = 1027 - 1032 \text{ кг/м}^3$$

$$1,027 - 1,0322 \text{ г/см}^3$$

$$\text{Рср.} = 1,0285 \text{ г/см}^3 \text{ или } 28,5^\circ \text{ ареометра}$$

Р зависит:

1) от  $T$  и  $T$  р пониж.

2) химического состава

плотность уменьшается с увеличением содержания жира

плотность увеличивается с увеличением содержания белков, лактозы, солей

Плотность заготавливаемого молока определяется не менее чем через 2 часа после доения, т.к. уменьшается температура, и выходят газы из молока.

Плотность изменяется в течение лактационного периода.

Плотность изменяется при фальсификации:

- 1) + H<sub>2</sub>O понижается (каждые 10% H<sub>2</sub>O вызывают изменение плотности на 3кг/м<sup>3</sup>, или 0,003г/см<sup>3</sup>;
- 2) при подсытии сливок и разбавление обезжиренным молоком плотность уменьшается

Поэтому по плотности судят о натуральности молока и подозрению на фальсификацию.

ГОСТ 13264 – 70 но плотность меньше 1027 кг/м<sup>3</sup>, но цельность которой подтверждена столовой пробой, применяется как сортовое.

### **Б) Вязкость, поверхностное натяжение.**

Вязкость  $\eta$  при T = 20<sup>0</sup>C = 1,3 · 10<sup>-3</sup> – 2,2 · 10<sup>-3</sup> Па · с

$\eta_{\text{ср.}} = 1,8 \cdot 10^{-3}$  Па · с

Зависит от содержания жира и казеина и степени их дисперсности. В процессе хранения и обработки молока вязкость повышается. Это объясняется укрупнением частиц.

Повышенное натяжение 20<sup>0</sup>C < H<sub>2</sub>O = 72 · 10<sup>-3</sup> Н/м

= 5 · 10<sup>-3</sup> Н/м

это связано, что в молоке существуют ПАВ понижающие поверхностное натяжение.

Это – фосфолипиды, белки, жирные кислоты П.Н зависит от T., химических составных.

### **В) Осмотическое p и T зам.**

Росм.м. ≈ Р осм. Крови = 0,66Мпа

Tзам = - 0,54<sup>0</sup>C

Р осм, T зам. По сравнению с водой, обуславливается наличием: лактозы 50% Росм. И ионами солей осн. хлоридами Росм. есть величина постоянная.

T зам. = 0,51 – 0,59<sup>0</sup>C зависит от химического состава и изменяется в течение лактационного периода, а так же при разбавлении молока водой или при прибавлении к нему соды и при повышенной кислотности.

При разбавлении молока водой T зам. Повышается отсюда можно судить по ее величине о натуральности молока (криоскопический метод). Внесение в молоко 1% воды повышает

T зам. молока = -0,54<sup>0</sup>C на, 0,006<sup>0</sup>C.

### **Г) Электропроводность**

Молоко – плохой проводник электричества удельная электропроводность молока  $\chi = 46 \cdot 10^{-2}$  см · м<sup>-1</sup>

30 · 10<sup>-2</sup> – 60 · 10<sup>-2</sup>

Ее обуславливают ионы Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>. Белок и жир передвигаются медленно и тормозят электропроводность.

Зависит от лактации. У животных больных маститом повышается электропроводность

Электропроводность увеличивается при увеличении кислотности и уменьшается при разбавлении водой.

#### **Д) Теплофизические свойства.**

Теплоемкость:  $C$  удельная теплоемкость – количество теплоты в ккал, необходимое для изменения на  $1^{\circ}\text{C}$  единицы массы тела.

$C$  зависит от содержания  $\text{H}_2\text{O}$ , физического содержания жира. Изменение физического состояния жира затрудняет расчеты теплоемкости молока.

Удельную теплоемкость используют при расчете холода или тепла, необходимого для охлаждения или нагревания молока и молочных продуктов.

Теплопроводность: свойство вещества перерабатывать тепло. Коэффициент теплопроводности – количество тепла (ккал), которое проходит в единицу времени, через единицу плоской поверхности вещества, при разности температур поверхности вещества в  $1^{\circ}\text{C}$ . коэффициент теплопроводности  $\lambda$  - зависит от состава продукта, строения и  $T$ .

Теплопроводность молока зависит от содержания жира теплоемкость которого меньше, чем других составных частей молока, поэтому масло охлаждается медленно.

Температуропроводность – выражает скорость изменения  $T$ . продукта.

Е) **Оптические свойства** – проявляются в молоке, если удалить большую часть белковых веществ, после чего оно становится более прозрачным и в сыворотке можно определить угол преломления лучей света, а по его величине содержание в ней молочного сахара (с помощью рефрактометра или поляриметра)

*К оптическим свойствам молока относятся окраска и цвет.*

Нормальное молоко имеет желтоватый оттенок. Точное определение окраски проводят на приборах – колориметре.

### **Тема: Технологические свойства молока.**

#### **А) термоустойчивость;**

#### **Б) сычужная свертываемость**

1) **Термоустойчивость** – свойство молока, определяющее пригодность к высокотемпературной обработке. Это свойство важно учитывать при производстве детского питания, стерилизованного молока.

Термоустойчивость обусловлена 1) кислотностью и 2) солевым балансом.

1) Повышение кислотности при хранении снижает его термоустойчивость.

1. При накоплении в молоке молочной кислоты – заряд мицелл казеина уменьшается и от казеина  $\text{Ca}$  фосфатного комплекса отщепляется фосфат  $\text{Ca}$ , вследствие чего мицеллы казеина теряют устойчивость и при  $t$  происходит свертывание молока.

2. Термоустойчивость зависит от равновесия между катионами ( $\text{Ca}$ ,  $\text{Mg}$ ) и анионами ( $\text{PO}_4^{3-}$ ). Избыток тех или иных вызывает нарушение солевого равновесия и приводит к коагуляции.

Молоко в котором избыточное количество катионов встречается часто это связано с нарушением кормовых рационов.

При нагревании молока часть сывороточных белков не стабилизируется. Они переходят из растворимого состояния в нерастворимое и осаждаются на мицеллах казеин кальция фосфорного комплекса.

Если количество сывороточных белков увеличивается максимально, то сывороточные белки осядут на тепловой установке.

2) **Сычужная свертываемость** – относится к факторам, определяющим пригодность для производства сыра.

Продолжительность сычужного свертывания и Р сгустка зависит от рН.

1) по мере снижения рН реакция протекает быстрее и Р сгустка увеличивается, это объясняется повышенной активностью сычужного фермента.

2) Оптимум рН = 5,35            5,7 –

3)  $[Ca^{2+}]$  существенно сказывается на продолжительности свертывания белков и Р сгустка. Влияние Са не специфично, т.к. др. 2-х валентные катионы характеризуются тем же воздействием.

Наилучшая коагуляция при  $C(CaCl_2) = 0,142\%$

4) скорость свертывания и Р сгустка от содержания казеина в молоке чем больше казеина, тем больше Р сгустка

### **Органолептические свойства молока[]**

Свежее сырое молоко характеризуется определёнными органолептическими или сенсорными показателями: внешним видом, консистенцией, цветом, вкусом и запахом. Согласно нормативной документации закупаемое молоко должно быть однородной жидкостью без осадка и хлопьев, от белого до слабо-кремового цвета, без посторонних, несвойственных ему привкусов и запахов.

Белый цвет и непрозрачность молока обуславливают рассеивающие свет коллоидные частицы белков и шарики жира, кремовый оттенок — растворенный в жире каротин, приятный, сладковато-солёноватый вкус — лактоза, хлориды, жирные кислоты, а также жир и белки. Жир придаёт молоку некоторую нежность, лактоза — сладость, хлориды — солёноватость, белки и некоторые соли — полноту вкуса.

К числу ароматических и вкусовых веществ сырого молока можно отнести небольшое количество диметилсульфида ( $<0,01$  мг %), метилсульфида ( $<0,001$  мг %), ацетона ( $<2$  мг %), диацетила ( $<0,1$  мг %), свободных жирных кислот (до 10 мг %), в том числе летучих жирных кислот (до 5 мг %), а также незначительное количество ацетальдегида и других монокарбонильных соединений, карбоновых кислот (пировиноградной и молочной), аминосоединений (свободных аминокислот, пептидов, аминов, аммиака).

Повышение содержания в молоке хлоридов, вышеперечисленных и некоторых других летучих веществ приводит, как правило, к изменению нормального вкуса и запаха молока и возникновению пороков. Причины и сроки их возникновения разнообразны. Так, ряд пороков вкуса и запаха может появиться в молоке перед доением. К ним относятся пороки, вызванные изменением химического состава молока при нарушении физиологических процессов в организме животного и поступлением в молочную железу с кровью веществ корма, обладающих специфическим вкусом и запахом. Например, ярко выраженные привкусы (горький, солёный) имеют молозиво, стародойное молоко

и молоко, полученное от животных, больных маститом, кетозом и другими заболеваниями.

Другие пороки вкуса и запаха могут появиться в молоке после доения — при нарушении правил хранения, транспортировки и первичной обработки молока. Прогорклый, окисленный, мыльный и другие привкусы и посторонние запахи молока вызываются липолизом и окислением жира. Разнообразные пороки обуславливаются адсорбцией запахов плохо вымытой тары, невентилируемого помещения, смазочных масел, бензина и т. д., также загрязнением молока моющими и дезинфицирующими средствами, лекарствами, пестицидами.

Таким образом, на вкус и запах сырого молока влияют многочисленные факторы — состояние здоровья, порода и условия содержания животных, рацион кормления, стадия лактации, продолжительность и условия хранения молока, режимы первичной обработки

### **Физико – химические, органолептические и технологические свойства молока**

#### ***Контрольные вопросы и задания.***

1. Какие физико-химические свойства молока контролируют на молочных заводах? 2. Каким образом переводят показания рН-метра в градусы титруемой кислотности? 4. Назовите приборы, используемые для определения точки замерзания молока? 5. Можно ли контролировать электропроводность для выявления маститного молока? 6. Почему целесообразно контролировать органолептические свойства молока по 5-бальной шкале оценки? 7. Назовите основные технологические свойства молока. При выработке, каких молочных продуктов надо их контролировать?

### **Тема 2.5. Микробиология сырого молока**

- 1. Источники обсеменения молока микроорганизмами**
- 2. Изменение микрофлоры молока при хранении**
- 3. Пороки сырого молока**
- 4. Контроль молока и сливок, поступающих на завод**
- 5. Требования, предъявляемые к молоку при приемке**

Молоко — это биологическая жидкость, секретируемая молочной железой млекопитающих через 5—7 сут после родов и физиологически предназначенная для питания новорожденных.

Молоко сельскохозяйственных животных является ценным пищевым продуктом. Наибольшее распространение в питании людей получили молоко коровье и продукты его переработки.

По химическому составу молоко животных различно. Состав основных компонентов коровьего молока колеблется в следующих пределах: белок — 2,7—3,7 %, жир — 2,7—6,0, молочный сахар — 4,0—5,6, минеральные вещества — 0,6—0,85 %. Парное молоко содержит все витамины и микроэлементы, необходимые для нормальной жизнедеятельности организма.

Сырым называют свежеполученное молоко, не подвергавшееся тепловой обработке.



## 1. Источники обсеменения молока микроорганизмами

Содержание микроорганизмов в сыром молоке отражает уровень гигиены получения молока, особенно степень чистоты доильных установок, условия его хранения и транспортирования.

Известны два пути обсеменения молока микроорганизмами: эндогенный и экзогенный. При эндогенном пути молоко обсеменяется микроорганизмами непосредственно в вымени животного. Экзогенное обсеменение происходит из внешних источников: кожи животного, подстилочных материалов, кормов, воздуха, воды, доильной аппаратуры и посуды, рук и одежды работников молочной фермы.

**Эндогенное обсеменение.** В молоке вымени всегда содержится определенное количество микроорганизмов. В железистой части вымени микроорганизмы могут находиться непостоянно и в единичном количестве клеток. В выводных протоках и молочной цистерне количество бактерий может достигать нескольких десятков или сотен клеток в 1 см<sup>3</sup>. Это микроорганизмы — комменсалы вымени. К ним относятся энтерококки (*Ent. liquefaciens*), микрококки, иногда маститные стрептококки, коринебактерии и др.

Молоко вымени, получаемое стерильно не через сосковый канал, называют асептическим. Оно содержит незначительное количество микроорганизмов — десятки-сотни клеток в 1 см<sup>3</sup>.

У старых коров больше содержится в вымени микробов, чем у молодых.

Здоровый сосковый канал защищает вымя от внешней среды благодаря его анатомическому строению. Кроме того, свободные жирные кислоты, синтезируемые слизистой оболочкой соскового канала, оказывают бактерицидное воздействие. Секрет соскового канала содержит также фосфолипиды, убивающие маститные стрептококки и другие микроорганизмы. При нарушении защитных функций соскового барьера микроорганизмы, постоянно находящиеся в сосковом канале, могут попадать в вымя и там размножаться.

У входа в сосковый канал, в каплях молока, оставшихся от предыдущей дойки, постоянно размножаются микроорганизмы, образуя так называемую бактериальную пробку, в которой количество бактерий достигает сотен тысяч клеток в 1 см<sup>3</sup> молока. Поэтому перед дойкой первые струйки молока необходимо сдаивать в отдельную посуду, т. е. бактериальные пробки не должны попадать в общую массу молока.

Эндогенное обсеменение молока вымени может происходить также при маститах, септических инфекционных болезнях, травмах и воспалительных процессах соскового канала и вымени.

**Экзогенное обсеменение.** Важнейшим источником бактерий сырого молока является кожа животного и особенно кожа вымени и сосков, на которые надевают доильные стаканы.

Молочная пленка, образующаяся в процессе доения между кожей сосков и доильными стаканами, наличие на коже грубых и мелких складок, а также относительно высокая температура создают благоприятные условия для развития микрофлоры. Она состоит из микрококков, энтерококков, кишечных палочек и

других сапрофитов, а также патогенных и нежелательных для производства молока микроорганизмов.

Следует стремиться к тому, чтобы после обмывания и дезинфекции перед доением концентрация микробов на коже вымени была не выше  $10^3$  микробов на  $1 \text{ см}^2$ .

Подстилочные материалы из соломы и сена являются существенным источником загрязнения кожного покрова животного, а затем и молока кишечными палочками, маслянокислыми бактериями, энтерококками, гнилостными спорообразующими дрожжами, плесенями, молочнокислыми бактериями и др. Нельзя использовать в качестве подстилки торфяную крошку.

В кормах также содержится много разнообразных микроорганизмов. В свежескошенной траве больше молочнокислых бактерий, в грубых кормах — гнилостных спорообразующих аэробных бацилл. В кормах содержатся пропионовокислые, уксуснокислые бактерии, актиномицеты, дрожжи и др.

Кормление коров прокисшим или смешанным с землей кормом, плохим силосом или кислой бардой в сочетании с имеющимися недостатками в гигиене содержания животных ведет к загрязнению молока маслянокислыми и другими бактериями.

Недоброкачественный корм вызывает у коров понос, а молоко загрязняется бактериями через содержимое кишечника, в  $0,1 \text{ г}$  которого содержится от 10 до 100 тыс. бактерий. В содержимом кишечника возможно наличие патогенных и нежелательных для молочного производства микроорганизмов.

Часто выделяющиеся у коров сальмонеллы имеются только в сыром молоке, так как энтеробактерии уничтожаются при пастеризации.

Поскольку молоко в настоящее время получают и хранят преимущественно в замкнутых системах, сырое молоко загрязняется в основном при ручном доении. Однако при смене молокопроводов всегда подсасывается наружный воздух.

Общее количество микроорганизмов в воздухе составляет 300—1500 клеток в  $1 \text{ м}^3$ .

Содержание микробов в воздухе в течение одного дня сильно меняется. Во время операций раздачи и приема корма количество микробов воздуха достигает максимальной величины. Качественный состав микрофлоры воздуха представлен чаще микрококками, сарцинами, клетками дрожжей и спорами плесеней.

Вода, отвечающая требованием ГОСТа на питьевую воду и применяемая для мытья молочной посуды и аппаратуры, содержит незначительное количество микроорганизмов. Вода открытых водоемов или загрязненная вода содержит флюоресцирующие палочки, кокковую микрофлору, кишечные палочки, гнилостные бактерии и др.

Доильные установки и резервуары для хранения молока являются основным источником заражения молока психротрофными бактериями. Психрофильные микробы размножаются в молочно-водной среде на плохо вымытых и дезинфицированных установках, находясь в активной фазе

размножения. У них отсутствует период адаптации — лагфаза. В плохо вымытой и непросушенной аппаратуре размножаются также молочнокислые бактерии, кишечные палочки, микрококки, гнилостные микроорганизмы и др.

Руки и одежда работников ферм могут стать источником обсеменения молока возбудителями (кишечными палочками, стафилококками, стрептококками и др.) различных болезней. Работники ферм, соприкасающиеся с молоком, обязаны строго выполнять правила личной гигиены, предупреждающие обсеменение молока микроорганизмами.

## **2.изменение микрофлоры молока при хранении**

Во время хранения молока изменяется количество содержащихся в нем микроорганизмов, а также соотношение между отдельными группами и видами бактерий. Характер этих изменений зависит от температуры и продолжительности хранения молока, а также от степени обсеменения и состава микрофлоры. Размножающаяся и накапливающаяся в процессе хранения молока микрофлора называется вторичной. Изменение вторичной микрофлоры происходит по определенным закономерностям, т. е. проходит через определенные естественные фазы развития: бактерицидная фаза, фаза смешанной микрофлоры, фаза молочнокислых бактерий, фаза дрожжей и плесеней.

**Бактерицидная фаза.** Время, в течение которого микроорганизмы не развиваются в свежесвыдоенном молоке и даже частично отмирают, называют бактерицидной фазой. Бактерицидные свойства молока обусловлены присутствием в нем лизоцимов, нормальных антител, лейкоцитов и др.

*Лизоцимы* (лактенины) представляют собой вещества белковой природы (ферменты), образующиеся в организме животного и обладающие бактерицидным и бактериостатическим действием по отношению ко многим видам бактерий. Большое количество лизоцимов находится в различных жидкостях организма: слезной жидкости, слюне, спинномозговой жидкости, молоке и особенно в молозиве и околоплодной жидкости.

В молоке коров находятся четыре группы лизоцимов: лизоцим

М (молока), лизоцим В (вымени), лизоцим О (основной), лизоцим Т (термостабильный). Они вырабатываются молочной железой или поступают в молоко из крови.

Наибольшей бактерицидной активностью отличается лизоцим М. Он действует губительно на патогенных стафилококков, маститного стрептококка, сальмонелл, кишечных палочек, возбудителя сибирской язвы и других, особенно грамположительных, микроорганизмов. Отсутствие лизоцима М в свежесвыдоенном молоке свидетельствует о заболевании молочной железы; такое молоко является биологически неполноценным, так как в нем беспрепятственно могут размножаться многие виды микроорганизмов.

В молоке, содержащем большое количество микроорганизмов, лизоцимы быстро расходуются и довольно скоро утрачивают свое антибактериальное действие.

*Антитела* — гамма-глобулины, образующиеся в макроорганизме в ответ на введение в него микроорганизмов, их продуктов обмена или других

чужеродных белковых веществ. Антитела являются термолабильными, т. е. они разрушаются при пастеризации молока.

*Лейкоциты* (фагоциты) — клеточные элементы крови макроорганизма, способные активно поглощать и растворять живые и убитые микроорганизмы. Они всегда содержатся в небольшом количестве в молоке, выполняя защитную антибактериальную функцию. При воспалении молочной железы количество лейкоцитов в молоке увеличивается в сотни раз, что является диагностическим признаком ранних форм маститов. При тепловой обработке молока лейкоциты уничтожаются.

Таким образом, наличие бактерицидной фазы молока обусловлено присутствием биологических защитных факторов, созданных самой природой.

Продолжительность бактерицидной фазы имеет большое значение в сохранении хорошего качества молока. Она зависит от температуры хранения молока, степени его обсеменения, состава микрофлоры и индивидуальных особенностей дойных животных. Особенно большое влияние на продолжительность бактерицидной фазы оказывает температура хранения молока. Чем она выше, тем короче бактерицидная фаза:

Температура хранения молока °С	37	30	25	10	5	0
Продолжительность бактерицидной фазы, ч	2	3	6	24	36	48

Зависимость продолжительности бактерицидной фазы от степени обсеменения молока тоже обратная: чем больше микроорганизмов в молоке, тем менее продолжительна бактерицидная фаза. С увеличением концентрации бактерий в молоке на несколько тысяч при одной и той же температуре хранения продолжительность бактерицидной фазы сокращается в два раза.

Таким образом, существует два пути увеличения продолжительности бактерицидной фазы: получение бактериально чистого молока и его немедленное охлаждение до низких плюсовых температур.

**Фаза смешанной микрофлоры.** По окончании бактерицидной фазы начинается ничем не задерживаемое размножение всех групп микроорганизмов, находящихся в молоке и способных в нем размножаться при данных условиях. Интенсивность их размножения будет различна. Эта фаза является периодом наиболее быстрого размножения микрофлоры. Она продолжается от 12 ч до 1- 2 сут. В течение этого периода микрофлора молока возрастает от немногих тысяч, которые оно имеет к концу бактериальной фазы, до сотен миллионов. В остальных фазах развития концентрация микробов может увеличиться до 1-3 млрд. Такой быстрый темп размножения объясняется тем, что в молоке в это время еще не накопились продукты жизнедеятельности микроорганизмов, задерживающие их дальнейшее развитие. Лишь к концу фазы продукты обмена в виде повышения кислотности будут задерживать развитие многих групп микроорганизмов, чем и определяется граница между фазой смешанной микрофлоры и следующей.

Качественный состав микрофлоры в фазе определяется составом первичной микрофлоры молока, скоростью размножения различных видов микроорганизмов и температурными условиями хранения молока.

В зависимости от температуры хранения в данной фазе в молоке может развиваться микрофлора трех типов: криофлора (флора низких температур), мезофлора (флора средних температур), термофлора (флора высоких температур).

**Фаза молочнокислых бактерий.** Эта фаза начинается с момента заметного нарастания кислотности и преобладания молочнокислых бактерий в молоке (кислотность около 60 °Т и свыше 50 % молочнокислых стрептококков от общего количества бактерий). В дальнейшем с накоплением молочной кислоты молочнокислые бактерии замедляют темп своего размножения, а остальные группы микроорганизмов постепенно отмирают.

Наиболее чувствительными к повышению кислотности являются флюоресцирующие бактерии, за ними погибают гнилостные микроорганизмы, далее — микрококки, а также бактерии группы кишечных палочек.

Молочная кислота не является губительным фактором для спор дрожжей и плесеней, находящихся в молоке.

Следовательно, в течение молочнокислой фазы происходит как бы самоочищение молока почти от всех групп микроорганизмов, кроме молочнокислых бактерий, количество которых к концу фазы приближается к 100 % всей микрофлоры.

Количество молочнокислых бактерий в первичной микрофлоре оказывает некоторое влияние на скорость вытеснения остальных микроорганизмов, но на конечный результат почти не влияет.

Первоначально в фазе молочнокислых бактерий преобладают молочнокислые стрептококки, максимальное количество которых (до 2 млрд в 1 см<sup>3</sup>) накапливается через 1—2 сут. При этом предельная кислотность достигает 120 Т и наблюдается массовое отмирание стрептококков. Молочнокислые палочки как более кислотоустойчивые продолжают размножаться, и уже на 4-е сутки их количество превышает количество стрептококков, а через 7 сут увеличение достигает почти 100 %. В дальнейшем после возрастания кислотности до 250—300 °Т происходит отмирание и молочнокислых палочек.

Продолжительность молочнокислой фазы очень велика, она может длиться месяцами без каких-либо заметных изменений в микрофлоре, кроме только что рассмотренных. Это объясняется наличием молочной кислоты, которая подавляет развитие микроорганизмов. В этот период времени не могут размножаться и дрожжи с плесенями. Молочнокислую фазу можно назвать также фазой консервирования молока, хотя оно не является абсолютным, так как по истечении некоторого времени возникают новые микробиологические процессы — развиваются дрожжи и плесени.

Фаза молочнокислых бактерий охватывает то состояние молока, в котором оно перестает быть собственно молоком, а является кисломолочным продуктом.

**Фаза развития дрожжей и плесеней.** Эта фаза является заключительной во всем процессе микробиологических изменений молока. После

полного ее завершения органическое вещество молока претерпевает почти полную минерализацию (разложение на неорганические вещества).

Внешняя картина развития этой фазы выражается в том, что еще во время молочнокислой фазы на поверхности сгустка (если он не подвергается перемешиванию) образуются отдельные островки молочной плесени (*Oidium lactis*), постепенно смыкающиеся в сплошную белую пушистую пленку. В это же время появляются дрожжи рода *Mycoderma*, участвующие в образовании пленки. Позже появляются плесени родов *Fenicillium* и *Aspergillus*.

Внешний вид и качество молока в это время изменяются сравнительно слабо. Появляется прогорклый вкус, обусловленный продуктами разложения жира, что особенно бывает заметно в кислых сливках (сметане). Появляются плесневый и дрожжевой привкусы. Через некоторое время под пленкой начинают появляться признаки пептонизации в виде слоя полупрозрачной жидкости светло-желтого или темно-бурого цвета. Слой быстро увеличивается за счет исчезающего сгустка, который в дальнейшем полностью растворяется, превращаясь в буроватую жидкость, закрытую сверху, как пробкой, толстой пленкой плесени. По мере распада белка реакция среды становится щелочной, в результате чего создаются условия для развития гнилостных бактерий.

### **3. пороки сырого молока**

Под пороками молока понимают необычные, исключительные отклонения свойств молока от нормы.

Пороки возникают при нарушении санитарно-гигиенических правил получения, первичной обработки и нарушений режимов хранения молока. Проявление различных пороков обусловлено развитием микроорганизмов, преобладающих в молоке. Условно пороки молока подразделяют на пороки консистенции, вкуса, запаха, цвета и пороки смешанного характера.

**Пороки консистенции.** Ослизнение и тягучесть молока — один из распространенных пороков консистенции. Различают ослизнение без заметного нарастания кислотности и ослизнение с повышением кислотности.

Ослизнение без заметного нарастания кислотности вызывается бесспорной палочкой *Bact. lactis viscosum*, по биологическим свойствам близкой к кишечной палочке, но не обладающей газообразующей способностью.

Так как кислотность молока не повышается, то оно не свертывается, а приобретает лишь тягучесть. При дальнейшем развитии наблюдается пептонизация — появляется полупрозрачный отстой буроватой сыворотки. Молоко приобретает горький вкус, оно свертывается при нагревании.

Возникновению порока способствуют задержка кисломолочного процесса и длительное хранение молока при температуре ниже 10 °С. Ослизнение с повышением кислотности обусловлено развитием слизиобразующих штаммов *Lac. сгеиюпв* и *Lbm. acidophilum*. Порок возникает при хранении молока при температуре выше 10 °С.

Преждевременное свертывание проявляется при нагревании молока, имеющего нормальную или незначительно повышенную кислотность. Возбудителями этого порока в сыром молоке являются микрококки и маммококки, выделяющие протеолитические ферменты типа

сычужного, которые и обуславливают порок. Причиной порока может быть также примесь молозива в молоке.

**Пороки вкуса и запаха.** Горький вкус возникает при длительном хранении молока при низких температурах (ниже 10 °С). Причиной порока является пептонизация молока, вызываемая маммококками (*Ent. liquefaciens*) и гнилостными микроорганизмами, разлагающими белки до пептонов, имеющих горький вкус.

Прогорклый вкус связан с изменениями жира. Возбудителями порока являются главным образом флюоресцирующие палочки и другие виды, обладающие липолитической активностью. Порок обусловлен накоплением в молоке продуктов разложения жира — альдегидов, кетонов, масляной кислоты.

Мыльный, щелочной вкус возникает при долговременном хранении охлажденного молока, так как оптимальной температурой развития микроорганизмов является температура 10 °С. Причинами порока являются бактериальное разложение БЕЛКОВ и омыление жира, вызываемое гнилостными неспорообразующими палочками *Bact. lactis saponacei* и *Bact. saprolacticum*.

Несвойственные молоку запахи (навозный, травяной, репный, сырный, тухлый и др.) возникают при развитии кишечных и флюоресцирующих палочек, которые разлагают азотистые вещества с образованием летучих продуктов с разнообразными запахами.

**Пороки цвета.** Синее молоко возникает через 24—72 ч при хранении молока при температуре 20—25 °С или же при длительном хранении молока при температуре ниже 10 °С. Синяя окраска молока наблюдается только на его поверхности. Возбудителем порока является синегнойная палочка *Ps. aeruginosa*.

Красное молоко возникает при развитии в охлажденном молоке чудесной палочки — *Serratia marcescens*, образующей на поверхности молока красные пятна. Порок необходимо отличать от крови, попадающей в молоко при маститах, — кровь оседает на дно сосуда.

Желтое молоко встречается очень редко при длительном хранении охлажденного молока при температуре ниже 10 °С. Возбудителем порока является грамотрицательная подвижная палочка *Vad. syiixathum*.

**Порок смешанного характера.** Бродящее молоко выражается в усиленном выделении газов, образующих пену под слоем сливок. Он относится к наиболее распространенным порокам. Возбудителями являются три группы микроорганизмов: кишечные палочки, дрожжи и маслянокислые бактерии.

Одновременно с газообразованием возникают и различные запахи: навозный, спиртовой, дрожжевой, масляной кислоты и др.

#### **4. контроль молока и сливок, поступающих на завод**

Поступающие на переработку сырые молоко и сливки исследуют по редуктазной пробе. В сыром молоке также определяют наличие ингибирующих веществ. В пастеризованных сливках выявляют наличие бактерий группы кишечных палочек.

Наличие редуктазы устанавливают реакцией с метиленовым голубым или резазурином. Этим методом косвенно определяют общее количество бактерий в молоке. Он основан на восстановлении указанных красителей

окислительно-восстановительными ферментами, выделяемыми в молоко микроорганизмами. По продолжительности обесцвечивания красителей оценивают бактериальную обсемененность сырого молока.

Для проведения анализа в пробирки наливают по 1 см<sup>3</sup> рабочего раствора красителя и по 20 (10) см<sup>3</sup> исследуемого молока, закрывают пробирки резиновыми пробками и перемешивают содержимое. Пробирки помещают в редуктазник или на водяную баню при 37 °С и ведут наблюдение за изменением окраски.

В зависимости от продолжительности обесцвечивания молоко относят к одному из четырех классов, указанных в табл.

### Результаты пробы на редуктазу

Кл асс	Продолжитель ность обесцвечивания, ч.	Окраска молока	Кол-во бакткрй в 1см молока
<b>В ысший</b>	1,5	Серо-сиреневая до сиреневой	До 300 тыс.
1	1	То же	До 500 тыс.
2	1	Сиреневая с розовым оттенком	До 4 млн.
3	1	Бледно розовая или белая	До 20 млн.

Ингибирующие вещества в молоке определяют с индикаторами резазурином или метиленовым голубым с добавлением в исследуемое молоко культуры термофильного стрептококка.

Метод на восстановлении красителей при развитии в молоке чувствительных к ингибирующим веществам микроорганизмов *Str. thermophilus*.

При отсутствии в исследуемом молоке ингибирующих веществ происходит

размножение термофильных стрептококков и обесцвечивание красителя, поэтому молоко будет иметь белый цвет.

При наличии ингибирующих веществ в молоке термофильные стрептококки

не размножаются, индикатор не обесцвечивается и молоко остается окрашенным (сине-фиолетовая или голубая окраска).

Редуктазную пробу и определение ингибирующих веществ проводят один раз в декаду. Исследуют молоко каждого поставщика.

### 5. Требования, предъявляемые к молоку при приемке

Молоко, поступающее на предприятие для переработки, должно соответствовать ряду требований, что обеспечит получение доброкачественных молочных продуктов, Молоко должно быть получено от здоровых животных



из хозяйств, благополучных в ветеринарно-санитарном отношении. От животных, больных зооантропонозными заболеваниями, молоко можно принимать только с разрешения ветеринарно-санитарного надзора. Такое молоко перерабатывают отдельно согласно специальным инструкциям.

Непригодно для переработки молоко: молозиво (полученное в первые 7 дней после отела), а также стародойное молоко, полученное в последние 5 дней перед отелом. Не подлежит приемке молоко, содержащее примесь маститного молока.

Содержание токсичных элементов, антибиотиков, ингибирующих веществ, радионуклидов, пеститидов, патогенных микроорганизмов, в т. ч. сальмонелл, КМАФАнМ и соматических клеток в молоке должно соответствовать действующим санитарным нормам

По органолептическим показателям молоко должно соответствовать требованиям, указанным в таблице:

Наименование показателя	Норма для молока высшего сорта	Первого сорта	Второго сорта	Несортового
Консистенция	Однородная жидкость без осадка и хлопьев. Замораживания не допускается.			Наличие хлопьев белка и мех. примесей
Вкус и запах	Чистый, без посторонних запахов и привкусов, не свойственных свежему натуральному молоку.		Допускается в зимне-весенний период слабовыраженный кормовой .	Выраженный кормовой привкус и запах
Цвет	От белого до светло-кремового			Кремовый, от светло-серого до серого.

По физико-химическим показателям молоко должно соответствовать нормам:

Наименование показателя	Норма для высшего сорта	Норма для первого сорта	Норма для второго сорта	Норма для несортового
Кислотность, Т	От 16 до 18	От 16 до 18	От 16 до 20,99	Менее 15,99 или более 21
Группа чистоты, не ниже	1	1	2	3
Плотность, кг/м, не менее	1028	1027	1027	Менее 1026,9
Температура замерзания, С	Не выше минус 0,520			Выше минус 0,520

**Контрольные вопросы и задания.** 1. Назовите источники обсеменения молока микроорганизмами. 2. Чем обусловлена бактерицидная фаза молока? От чего зависит ее продолжительность? 3. Как изменяется микрофлора в процессе хранения молока? 4. Как изменяется микрофлора молока в фазе молочнокислых бактерий? 5. Как внешне в молоке проявляется фаза развития дрожжей и плесе-

ней? 6. Назовите пороки сырого молока. Какими микроорганизмами они вызываются? 7. По каким показателям контролируют молоко, поступающее на завод? 8. Какие требования предъявляют к молоку при приемке?

### **Тема 1.3. Изменение хим. состава и свойств молока под влиянием различных факторов**

#### **1. Зоотехнические факторы. Стадия лактации**

#### **2. Порода скота**

#### **3. Состояние здоровья животных**

#### **4. Рацион кормления**

#### **5. Время года**

Химический состав, физико-химические, органолептические и технологические свойства молока зависят от многочисленных факторов, среди которых особое место занимают зоотехнические факторы – стадия лактации, порода, состояние здоровья животных и т.д. В некоторых случаях изменений состава и свойств молока вызывают различные виды фальсификации – разбавление молока водой, добавление соды и др. Все перечисленные факторы могут привести к столь значительным изменениям молока, что оно становится непригодным для переработки на молочные продукты.

#### **1. Зоотехнические факторы. Стадия лактации**

Продолжительность лактационного периода у коров, в среднем, составляет 305 дней. В свою очередь, его можно разделить на три периода: молозивный (продолжается 7 – 10, а иногда 15 дней после отела), период выделения нормального молока (285 – 277 дней) и период получения стародойного молока (7 – 15 дней перед запуском коровы). Молоко полученное в первые дни после отела, называется молозивом. Оно значительно отличается от нормального молока по органолептическим, физико-химическим свойствам, химическому составу и пригодностью к технологической переработке. Молозиво имеет желто-бурый цвет, солоноватый вкус, специфический запах, густую вязкую консистенцию. По данным Г.С.Инихова, оно содержит больше белков, жира, минеральных веществ, меньше лактозы, чем нормальное молоко. В нем содержится больше каротина, витаминов (А, D, В, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и др.), ферментов (каталазы, пероксидазы), а также иммуноглобулинов, и лейкоцитов, предохраняющих теленка от заболеваний. В связи с высоким содержанием белков и солей кислотность молока достигает 40<sup>0</sup>T и выше. Вследствие наличия в нем большого количества глобулинов и альбуминов оно легко свертывается при нагревании. Через 6 – 10 дней после отела молоко приобретает нормальные свойства.

Молозиво непригодно для производства молочных продуктов, так как оно свертывается при нагревании, плохо коагулирует под действием сычужного фермента, имеет измененный состав жира, мелкие жировые шарики, солоноватый привкус. Продукты, приготовленные из молока с примесью молозива, быстро портятся и имеют неприятный вкус. Молоко, полученное в первые 7 дней после отела, не подлежит сдаче на молочные заводы. Дальнейшие изменения химического состава в течение лактационного периода (при полноценном

кормлении и нормальных условиях содержания) незначительны. Минимальное содержание жира и белков в молоке чаще всего наблюдается во втором месяце лактации, который характеризуется максимальным удоем. После четырех – пяти месяцев лактации содержание этих компонентов в молоке при снижающихся удоях равномерно возрастает. Количество молочного сахара и минеральных веществ в течение лактации практически не изменяется. Кислотность молока в последние месяцы лактации, по сравнению с первым, уменьшается на 2 – 3<sup>0</sup>Т. Состав молока, его физико-химические и технологические свойства перед запуском коровы могут резко изменяться. В стародойном молоке повышается содержание жира, белков, ферментов, минеральных веществ, уменьшается содержание молочного сахара, кислотность снижается до 15 – 16<sup>0</sup>Т, а иногда до 6 – 12<sup>0</sup>Т. Вкус стародойного молока из-за повышенного количества свободных жирных кислот, образующихся при действии на жир липазы, и хлоридов становится горьковато-солонатым. В нем плохо развиваются молочнокислые бактерии. Молоко после свертывается сычужным ферментом, имеет мелкие жировые шарики и казеиновые мицеллы. Стародойное молоко нельзя перерабатывать. Молоко в последние 7 дней лактации не подлежит сдаче на молочный завод. Его, как и молозиво, используют для выпойки телят, поросят.

## **2. Порода скота**

Коровы разных пород имеют неодинаковую продуктивность и состав молока. Высокая жирность молока у коров красной горбатовской, тагильской пород, низкая – у коров черно-пестрой породы. Максимальное содержание белков (3,2-3,5%) характерно для молока коров джерсейской, красной горбатовской, ярославской, симментальской пород, среднее (3,1 – 3,2%) – для молока коров красной степной, швицкой и бестужевской пород, и минимальное (2,9 – 3,1%) – для молока коров черно – пестрой породы.

Заметно различаются породы скота и по соотношению жира и белка в молоке, которое выражается в количестве граммов белка, приходящемся на 100 г жира. Этот показатель имеет важное значение при выработке белковых продуктов (определяет выход готового продукта).

Технологические свойства молока различных пород скота неодинаковы.

Например, молоко коров симментальской, костромской, швицкой пород содержит больше кальция и быстрее свертывается сычужным ферментом, чем молоко коров черно-пестрой и красной степной пород, которое характеризуется мелкими мицеллами казеина и высокой термоустойчивостью. Жировые шарики крупнее в молоке коров красной горбатовской, ярославской пород, и мельче в молоке коров красной степной и черно-пестрой.

## **3. Состояние здоровья животных**

Состояние здоровья животных значительно влияет на продуктивность и качество молока. При заболевании животных (туберкулезом, бруцеллезом и др.) могут резко изменяться химический состав и свойства молока. В молоке коров, больных туберкулезом в начальной стадии, повышается содержание жира, уменьшается количество белка. Кислотность молока снижается до 14<sup>0</sup>Т, вкус молока не меняется. В дальнейшем резко уменьшается содержание молочного сахара, жира, увеличивается содержание белка, кислотность

понижается до  $7^{\circ}\text{T}$ , молоко приобретает мыльный, соленый вкус. При бруцеллезе (без клинических признаков болезни) химический состав молока и его свойства почти не изменяются. В молоке коров, подозрительных по заболеванию лейкозом, незначительно увеличивается количество сухих веществ, жира и уменьшается количество казеина и молочного сахара. Оно содержит повышенное количество лейкоцитов, клеток микроорганизмов.

При заболевании скота ящуром наблюдается резкое падение удоев. В молоке увеличивается содержание сухих веществ, жира и лейкоцитов. Кислотность молока понижается, оно приобретает горьковатый привкус. В нем плохо развиваются молочнокислые бактерии.

Молоко коров больных маститом изменяется в зависимости от степени заболевания. Мастит – воспаление тканей молочной железы, которое сопровождается нарушением секреции молока, изменением его состава и свойств. Воспалительный процесс в молочной железе возникает и развивается в результате многочисленных причин. Наиболее частные причины маститов – инфекция, нарушение правил доения и ухода за выменем и доильными аппаратами. Маститы могут быть как с ярко выраженными клиническими признаками, так и протекать вяло, скрыто – это так называемые скрытые (субклинические) маститы. Субклинический мастит неблагоприятно влияет на химический состав и свойства молока. В таком молоке понижается количество сухих веществ, жира, молочного сахара, витаминов, кальция, содержание казеина, а количество сывороточных белков возрастает. В молоке повышено содержание лейкоцитов и других соматических клеток (от греч. soma - тело), бактерий, ферментов, хлоридов. Оно имеет солоноватый вкус. Титруемая кислотность молока понижается до  $12 - 15^{\circ}\text{T}$ , рН повышается до  $6,83 - 7,19$ , плотность снижается до  $1024-1025 \text{ кг/м}^3$ , а электропроводность молока возрастает. Маститное молоко плохо свертывается сычужным ферментом, при этом получается дряблый сгусток, выделение сыворотки ухудшается. Молочнокислые бактерии в таком молоке развиваются медленно. Качество продуктов (сыр, масла, сгущенного молока и др.), выработанных из молока с примесью  $8 - 15\%$  маститного, ниже качества продуктов, полученных из нормального молока. Примесь маститного молока особенно резко снижается качество сыра, поэтому к переработке на сыр не допускается молоко с содержанием соматических клеток более  $500 \text{ тыс. в } 1 \text{ см}^3$ . Для определения примеси маститного молока к сборному разработаны специальные методы.

#### **4. Рацион кормления**

Практика показывает, что рационы кормления определенным образом влияют на процессы синтеза молока и, следовательно, на продуктивность животных и состав молока. Однако только неполноценное, однообразное кормление при недостатке или избытке белков, углеводов и минеральных веществ приводит к заметным изменениям состава, физико-химических, органолептических и технологических свойств молока. Скармливание животным большого количества льняных и подсолнечных жмыхов приводит к повышению жирности молока и увеличению в молочном

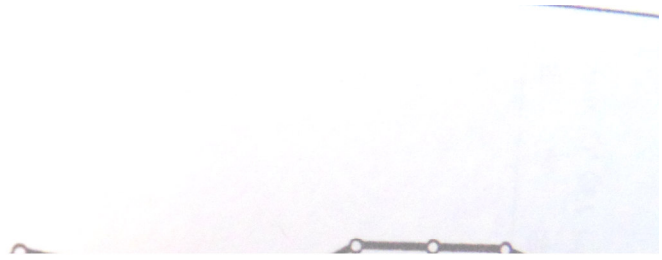
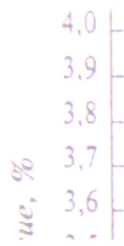
жире количества ненасыщенных жирных кислот. Жир приобретает мягкую, мажущую консистенцию, имеет пониженную точку плавления, нестойк при хранении. При скармливании больших количеств кормовой свеклы, картофеля, соломы в молочном жире повышается содержание насыщенных жирных кислот, и он приобретает твердую и крошливую консистенцию. Если животным дают корм, бедный солями кальция (барда, кислый жом, силос), или они пасутся на болотистых лугах и пастбищах с кислыми травами, то может образоваться сычужно-вялое молоко, характеризующееся низким содержанием кальция и плохой сычужной свёртываемостью. Отдельные виды кормов воздействуют на вкус и запах молока. Так, при скармливании животным больших количеств кормовой свеклы, капусты, силоса (особенно силоса из кукурузы и брюквы), зеленой ржи, зеленого ячменя молоко приобретает кормовой привкус. Кормовой привкус – наиболее распространённый порок вкуса и запаха молока. В осенне-зимнее и весеннее время он составляет 60 - 80% всех пороков органолептических свойств молока. Химические соединения, обуславливающие кормовой привкус молока, до конца еще не выяснены. Однако в молоке с кормовым привкусом обнаружено повышенное количество диметилсульфида, ацетона, некоторых альдегидов, спиртов и эфиров. При поедании коровами некоторых сорняков и трав (полынь, лютик, пижма, дикий чеснок, лук, полевой хвощ и др.) молоко приобретает неприятный привкусы – горький, чесночный, луковый, мыльный и др.

## **5. Время года**

Состав сборного молока и молока отдельных животных в течение года непостоянен. Под влиянием одновременно действующих факторов (стадия лактации, рацион кормления, условия содержания и т.д.) происходят сезонные изменения содержания основных компонентов молока и некоторых его свойств. По данным ВНИМИ, в молоке, поступившем на молочные предприятия, наибольшим сезонным изменениям подвергалось содержание жира и белка.

Сезонные изменения содержания белка (1) и жира (2) в молоке Черноземной России

Минимальное содержание жира и белка наблюдается в молоке весной и в начале лета, максимальное – осенью и зимой. Весной молоко характеризуется также меньшим количеством кальция, свободных аминокислот, витаминов. В нем хуже развиваются молочнокислые бактерии, снижается их кислотообразование. Заметное уменьшение в молоке количества перечисленных компонентов в весеннее время года объясняется снижением полноценности кормов и изменением обмена веществ в организме коров. Колебания тепловой стабильности белков молока на протяжении года, по исследованиям проф. Р.Б.Давидова и З.А.Бирюковой, связано с изменением отношения суммы катионов (кальция и магния) к сумме анионов (фосфатов и цитратов). Во II и III кварталах года, когда отношение катионов к анионам уменьшается, термоустойчивость молока обычно бывает высокой; в I и IV кварталах отношение катионов к анионам увеличивается, и термоустойчивость молока снижается.



### Изменение термоустойчивости молока по месяцам



Следовательно, в молоке в зависимости от времени года меняется содержание основных компонентов, определяющих расход сырья, и его технологические свойства (сычужная свертываемость, термоустойчивость). Меньше всего сухих веществ, жира, белков, минеральных веществ, витаминов содержится в молоке весной. Все это необходимо учитывать технологу при производстве сыра, творога, масла, консервов и других молочных продуктов.

#### Изменения состава и свойств молока под влиянием различных факторов

#### **Контрольные вопросы и задания.**

1. Какие зоотехнические факторы влияют на состав и свойства молока? 2. Почему молочные заводы не принимают молозиво и стародойное молоко? 3. Как меняются состав и свойства молока при мастите? 4. Перечислите методы

контроля примеси маститного молока к сборному. 5. Какие виды кормов могут отрицательно влиять на органолептические и технологические свойства молока? 6. В какой период года ухудшается сычужная свертываемость и термоустойчивость молока? Почему? 7. Назовите виды фальсификации молока

### **Тема: Молоко других видов животных**

- 1. Качественный состав молока различных видов животных.**
- 2. Молоко козье.**
- 3. Молоко овечье.**
- 4. Молоко буйволиное.**
- 5. Молоко кобылье.**
- 6. Молоко верблюжье.**
- 7. Молоко зебу.**
- 8. Молоко самки северного оленя, антилопы канны и ослицы.**

Население России и других стран для питания использует наряду с коровьим молоком молоко других животных – овец, коз, кобыл, буйволиц и др. состав молока некоторых видов животных и для сравнения состав коровьего молока представлены в таблице.

Животное	Содержание, %, в молоке					Кис- ть, °Т	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	
	Сухих веществ	жира	белка		Лактоз ы			Минерал ьных веществ
			всего	В том числе казеина				
Корова	12,5	3,8	3,3	2,8	4,7	0,7	17	1029
Коза	13,2	4,3	3,6	3	4,5	0,85	17	1030
Овца	18,4	6,7	5,9	4,8	4,8	0,96	23	1035
Буйволица	17,4	7,7	4,3	3,6	4,6	0,8	18,7	1029
Зебу	16,6	7,7	4,5	3,2	3,6	0,8	-	-
Самка северного оленя	36,7	22,5	10,3	8,7	2,5	1,4	-	1048
Верблюди ца (двугорбая )	15	5,4	3,8	2,9	5,1	0,7	17,2	1032
Кобылица	10,7	1,8	2,1	1,2	6,4	0,4	6,5	1032
Ослица	9,9	1,4	1,9	0,7	6,2	0,45	6	-
Антилоп а (канна)	22,8	10,6	7,2	6	3,9	1,1	-	1-34
Крольчих а	30,5	10,5	15,5	-	2	2,5	-	1049
Свинья	18,5	8,3	6	3,5	3,2	1	-	-

Содержание таких пищевых веществ, как белок, жир, углеводы и минеральные вещества, в молоке различных животных колеблется в больших пределах. Содержание белка и минеральных веществ больше в молоке тех

животных, детеныши которых удваивают свою массу в более короткий срок. Например, теленок удваивает свою массу от рождения за 7-10 недель, а крольчонок – за одну. Соответственно в молоке крольчихи содержится в 5-7 раз больше белка и в 3-4 раза больше минеральных веществ, чем в коровьем. При этом в кроличьем молоке понижено количество лактозы, что способствует сохранению осмотического равновесия.

Содержание жира в молоке различных видов животных определяется условиями окружающей среды и наличием резервов жира в организме новорожденного. Так, молоко самки северного оленя содержит много жира, так как ее детеныш после рождения нуждается в большом количестве этого энергетического материала. Молоко же крольчихи и свиньи характеризуется высоким содержанием жира по причине отсутствия его резервов в теле новорожденного крольчонка, поросенка и т.д.

### **1. Молоко козье**

Химический состав и свойства молока близки к составу и свойствам коровьего. Оно отличается лишь более высоким количеством белка, жира и кальция; содержит мало каротина, поэтому имеет бледную желтую окраску. В жире коровьего молока содержится больше каприновой и линолевой кислот, и шарики жира его мельче шариков жира коровьего молока, что способствует лучшему усвоению его организмом человека. Аминокислотный состав его белков близок к аминокислотному составу белков женского молока, но мицеллы казеина крупнее, чем мицеллы казеина женского и коровьего молока. Козье молоко по сравнению с коровьим менее термоустойчиво, так как содержит больше ионов кальция. Молоко богато витаминами С и А. Его используют для детского питания и в смеси с овечьим молоком для приготовления брынзы и некоторых рассольных сыров.

### **2. Молоко овечье**

По сравнению с коровьим оно содержит почти в 1,5 раза больше сухих веществ; характеризуется высоким содержанием белков, жира и минеральных веществ (кальция и фосфора). Имеет высокую кислотность (20-25<sup>0</sup>T), плотность и вязкость. Вследствие большой буферной емкости свертывается при более высокой кислотности (120-140<sup>0</sup>T), чем коровье молоко. Мицеллы казеина более стабильны по отношению к ионам кальция, и молоко медленнее свертывается сычужным ферментом. Молоко характеризуется высокой биологической ценностью. Казеин и сывороточные белки молока имеют значительное содержание незаменимых аминокислот и цистеина. Оно богато витаминами С, А, тиамином и рибофлавином. Масло из овечьего молока имеет мажущую консистенцию и салитый привкус. Овечье молоко в основном используют для приготовления брынзы и других рассольных сыров.

### **3. Молоко буйволиное**

Оно отличается от коровьего молока высоким содержанием сухих веществ. Так, количество сухих веществ в нем может достигать 20%, в том числе содержание жира – 10%. Жир буйволиного молока характеризуется незначительным количеством жирных кислот С<sub>6</sub> – С<sub>10</sub>. Шарики жира и мицеллы казеина более крупные, чем в коровьем молоке. Молоко богато кальцием,



фосфором и витаминами А и С. Оно представляет собой вязкую белую жидкость довольно приятного вкуса и запаха. По сравнению с коровьим молоком быстрее свертывается сычужным ферментом, но белки характеризуются ограниченной способностью к протеолизу, что затрудняет использование молока в сыроделии. Из буйволиного молока вырабатывают сливочное масло, кисломолочные продукты (мацун, сметану) и рассольные сыры.

#### **4. Молоко кобылье**

Состав молока кобылицы значительно отличается от состава молока коровы и других животных. В нем содержится в два раза меньше белков, жира и минеральных веществ, почти в 1,5 раза больше лактозы, чем в коровьем. Кислотность молока низкая – около 6<sup>0</sup>Т. По количеству и составу белков, а также содержанию лактозы кобылье молоко приближается к женскому. Оно относится к молоку альбуминовой группы - на долю казеина в нем приходится 50-60% общего количества белков. Поэтому при свертывании кобыльего молока не образуется плотного сгустка, белок выпадает в виде нежных мелких хлопьев.

Молоко обладает высокой биологической ценностью. Его белки и жир хорошо усваиваются. Жир молока имеет низкую температуру плавления (21-23<sup>0</sup>С), содержит по сравнению с жиром коровьего молока больше низкомолекулярных (С<sub>4</sub> – С<sub>10</sub>) и ненасыщенных жирных кислот. Количество полиненасыщенных жирных кислот в нем в 10-30 раз больше, чем в коровьем. Белки имеют хорошо сбалансированный аминокислотный состав. Кобылье молоко значительно превосходит коровье по содержанию витамина С, его количество может достигать 21мг% и более. Однако молоко содержит меньше рибофлавина.

Кобылье молоко представляет собой белую с голубым оттенком жидкость немного терпкого вкуса. Его используют для приготовления ценного диетического и лечебного продукта – кумыса.

#### **5. Молоко верблюжье**

Молоко широко используют население юго-западных областей Казахстана и республик Средней Азии. В настоящее время его стали применять для лечебного питания больных язвенной болезнью. Верблюжье молоко содержит больше жира, белков и лактозы по сравнению с коровьим молоком. Количество белков в нем может достигать 4% и более, из них на долю низкомолекулярных легкоусвояемых сывороточных белков приходится около 26%. Белки содержат значительное количество незаменимых аминокислот. Жир молока имеет высокую температуру плавления (38-44<sup>0</sup>С), содержит в основном высокомолекулярные жирные кислоты (С<sub>14</sub>-С<sub>18</sub>), характеризуется значительным количеством твердых глицеридов. Содержание полиненасыщенных жирных кислот в нем выше, чем в жире коровьего молока. Молоко также богато витаминами С, А и тиамином.

**Состав и энергетическая ценность молока сельскохозяйственных животных**

***Контрольные вопросы и задания.***

1. Чем отличается казеиновое молоко от альбуминового? 2. Почему нерационально использовать козье молоко для производства масла, а кобылье – на выработку творога или сыра?

## **Тема 1.4. Биохимические и физико-химические изменения молока при его хранении и обработке.**

**Изменение состава и свойств молока при механических воздействиях на него и хранении.**

**1. Изменение свойств молока при механических воздействиях на него.**

**А) Центробежная очистка;**

**Б) Бактофугирование;**

**В) Сепарирование;**

**Г) Перекачивание перемешивание.**

**Д) Гомогенизация**

**2. Изменение молока при его охлаждении и хранении**

**3. Пороки молока.**

1. Механические воздействия при центробежной очистке, сепарировании, перекачивании, перемешивании и гомогенизации в основном сопровождаются изменением степени дисперсности и стабильности жировой фазы. Возможно дробление крупных шариков жира, или наоборот агрегирование и скопление шариков вследствие дестабилизации эмульсии.

Физико-химические свойства изменяются незначительно. Исключение составляет вязкость молока, которая после гомогенизации повышается.

**А) Центробежная очистка.**

В процессе доения в молоко могут попасть различные примеси. Его надо очистить. Наиболее эффективным способом очистки от механических загрязнений, является очистка на сепараторах-молокоочистителях. В сепараторной слизи осаждаются механические примеси, белковые частицы, фосфатиды, жировые шарики, лейкоциты, микроорганизмы.

**В результате центробежной очистки получается молоко I группы чистоты, количество бактерий снижается на 50-80% титруемая кислотность снижается на 0,5-4<sup>0</sup>Т.**

Очистка молока не вызывает существенных изменений его составных частей.

Общие потери азотистых веществ – 2,5%, потери жира и изменения жировых шариков незначительно.

**Б) Бактофугирование.**

Бактофугирование – полная очистка от микроорганизмов.

Эффект очистки повышается при совмещении с тепловой обработкой.

Бактофугирование + пастеризация 70-82<sup>0</sup>С 15с – 99,9%

Кислотность понижается на 1-2<sup>0</sup>Т при совмещении с тепловой обработкой на 3-4<sup>0</sup>Т.

Составные части молока существенно не изменяются. Размеры жировых шариков изменяются незначительно.

Но бактофугирование при 8-10<sup>0</sup>С – может вызвать частичное подсыживание жира и снижение жирности на 0,1 – 0,2%.

**В) Сепарирование.**

Сепарирование – обезжиривание молока.

Состав и физико-химические свойства влияют на степень обезжиривания молока. Предварительная механическая и тепловая обработка молока отрицательно влияет на степень обезжиривания т.к. при обработке могут происходить дробление жировых шариков и частичное подсыживание жира.

Длительное хранение молока (при низких  $T$ ) перед сепарированием приводит к повышению кислотности, вязкости, плотности и снижает тем самым степень обезжиривания.

Степень обезжиривания зависит от  $T$  молока (оптимальная  $T$  при сепарировании –  $35-45^{\circ}\text{C}$ ). при получении высокожирных сливок  $85-90^{\circ}\text{C}$  (масло). При высокой  $T$  – дробление жировых шариков и + пена, которая отрицательно влияет на тепловую обработку сливок, способствует коагуляции белков и образованию комочков жира.

В сливках увеличивается количество свободного жира. Более интенсивное дробление жировых шариков наблюдается при сепарировании холодного молока ( $1-5^{\circ}\text{C}$ ), но снижается производительность аппарата т.к. увеличивается вязкость.

#### **Г) Перекачивание и перемешивание.**

При перекачивании насосами уменьшается количество мелких  $1\text{мкм}$  и крупных  $4-6\text{ мкм}$  жировых шариков и увеличивается число средних ( $2-4\text{мкм}$ ).

В результате механического воздействия на оболочки жировых шариков в процессе перекачивания молока происходит частичная дестабилизация жира. Разрушение жировой эмульсии увеличивается с повышением напора в линии нагнетания, концентрации жировой фазы, кислотности молока, а также при подсасывании воздуха.

В процессе перекачивания плотность молока и сливок незначительно отличается от исходной. Вязкость в результате диспергирования жира возрастает.

Перемешивание мешалками существенно не влияет на состав молока.

#### **Д) Гомогенизация**

Вспомнить для чего нужна гомогенизация т.е. повышение однородности.

Гомогенизация не только устраняет отстаивание жира, но и улучшает консистенцию, вкус и лучше усваивается организмом. В гомогенизациях клапанного типа жировые шарики молока под действием большого давления, происходят через узкую щель, вытягиваются в тонкие цилиндрики, которые легко распадаются на ряд капелек. При этом распадаются однородные по величине шарики  $d = 1\text{мкм}$

Из  $1 - d = 8\text{ мкм} - 512\text{ ш.}$   $d = 1\text{ мкм}$

В молоке после гомогенизации не происходит отстоя жира.

В процессе гомогенизации резко возрастает площадь поверхности жировых шариков незацищенной ПАВ. Фосфатидов и оболочечного белка недостаточно покрыть эту поверхность. Поэтому дефицит оболочечного вещества компенсируется за счет адсорбирования белков плазмы (казеина и сывороточных белков). Это приводит к стабилизации жировой эмульсии.

В процессе гомогенизации изменяется не только молочный жир, но и белки и соли.

## Белки

Диаметр казеиновых мицелл уменьшается, часть их распадается на составляющие, которые адсорбируются на поверхности жировых шариков. С повышением  $p$  гомогенизации наблюдается агрегация казеина и снижение стабильности.

## Соли

Изменяется солевой баланс молока в плазме увеличивается количество Са в ионно-молекулярном состоянии.

Часть же кол-ых фосфатов и нитратов.. адсорбируются на поверхность жировых шариков.

Гомогенизация повышает прочность структур молока, улучшается консистенция, замедляется синерезис. Часто наблюдается активация липазы следовательно увеличивается количество жировых кислот, повышение кислотности. В результате гомогенизации изменяются физико-химические свойства молока. С повышением  $P$ , увеличивается вязкость, оптимальная плотность, понижается поверхностное натяжение и пенообразование.

## 2.Изменение молока при его охлаждении и хранении.

### 1) Хранение.

В процессе длительного хранения в той или иной степени происходит изменение всех основных составных частей молока и его свойств.

Более значительному изменению подвергаются жир и белки, меньшему витамины и соли.

Нарушение структуры часто сопровождается ухудшением органолептических и технологических свойств молока.

Вследствие перехода жира из жидкого состояния в твердое повышается вязкость и плотность молока, к.т. увеличивается на  $0,5 - 2^0T$ .

## Жир

В процессе хранения и транспортировки нарушается структура оболочек шариков жира и происходит гидролиз жира под действием липаз. Гидролиз приводит к прогорканию молоко.

### 2 вида липолиза:

1) **Спонтанный** – при охлаждении молока склонного к прогорканию.

В процессе охлаждения плазменная липаза связывается с оболочками шариков жира и вызывает гидролиз.

Он характерен для стародойного и маститного молока.

2) **Индукцированный** – возникает при разрушении оболочек шариков жира в процессе получения и обработки молока с одновременным активированием липазы.

### Факторы прогоркания:

Нарушение техники машинного доения, подсос воздуха.

Сильное разрушение оболочек шариков жира и повышение активности липазы обусловлено интенсивным механическим воздействием на молоко при транспортировке и переливании. Например, транспортировка в цистернах со

степенью наполнения 100, 75, 50% способствует повышению СЖК (свободные жирные кислоты) на 5, 12-20%.

Прогорклый вкус обуславливают все жирные кислоты от  $C_4$  до  $C_{12}$

Количество СЖК можно определить путем титрования молочного жира выделенного из молока раствором КОН

### **Белки**

Распад белков (протеолиз) в сыром охлажденном молоке при длительном хранении могут вызвать негативные протеазы молока, а также посторонней микрофлоры психотропных бактерий.

При низких температурах (3-5<sup>0</sup>С происходит переход  $\beta$  - казеина и протеаз из мицелл казеина в плазму молока.

В результате  $\beta$ -казеин распадается на  $\gamma$ -казеин и другие компоненты. Расщепление белков нативными протеазами в сыром молоке происходит незначительно т.к. в нем есть трипсин и хемотрипсин, которые являются ингибитором процесса протеолиза.

Протеазы бактерий аналогично действуют

т.о. в сыром молоке при длительном хранении более 2 суток увеличивается количество  $\gamma$ -казеина и протеозо-пептонной фракции. Это отрицательно влияет на сычужную свертываемость синерезис, термоустойчивость и другие технологические свойства.

### **Витамины и соли**

Не наблюдается заметного снижения количества витаминов.

Исключение витамин С более 2 суток разрушается на 18%, более 3 суток на 67%.

При хранении может происходить перераспределение солей.

### **3.Пороки молока.**

#### **Пороки молока биохимического происхождения.**

Пороки возникают в результате попадания в молоко посторонней микрофлоры недоброкачественности и неполноценности кормов, болезни животных, режимов технологической обработки и т.д.

Аномальное молоко отличается от нормального: молозиво, стародойное, лейкозное, маститное и т.д.

Сычужно – вялое молоко – меньше кальция, плохо свертывается сычужным ферментом.

Молоко чувствительное к температуре больше кальция, свертывается при нагревании.

#### **Пороки связанные с изменением жира.**

##### ***Прогорклый вкус.***

Порок возникает при хранении молока содержащего липазу следовательно расщепление молочного жира – до жирных кислот масляной, капроновой – они обладают прогорклым вкусом. Более 20мг% - прогорклый вкус с мыльным или рыбным запахом.

##### ***Окисленный (картонный) привкус:***

***Реакция между кислородом и липидами – с образованием альдегидов и оксикислот. Развитию окисленного привкуса способствует наличие меди и***

*железа. Окисленный привкус характеризуется едким вкусом, с металлическим и рыбным привкусом.*

**Пороки молока связанные с изменением белков и лактозы.**

1) *Солнечный (капустный) привкус.*

При действии света белки и липиды молока

Аминокислота: метионин → альдегид + метинол со сладковатым капустным вкусом;

2) *Привкус перепастеризации и карамелизации.*

Изменение белко и лактазы → меланоидины и различных органических соединений.

3) *Пригорелый образование пригара на поверхности нагревания.*

**Тема: Изменение составных частей и свойств молока при нагревании.**

Тепловую обработку молока применяют для предохранения молочных продуктов от порчи. Вместе с тем при тепловой обработке изменяются основные компоненты молока, а также вязкость, кислотность, Ох – Red потенциал, вкус, запах, цвет.

Длительное действие высоких температур вызывает нежелательное изменение составных частей молока, его физических свойств и др.

**Сывороточные белки.**

Сывороточные белки подвергаются глубоким изменениям:

Т.е. денатурации – разрушение вторичной, третичной, четвертичной структур белка. Степень денатурации зависит от температуры и от  $t$  воздействия

Пастеризация	Денатурации в %
$72-74^{\circ} - 15-20^{\circ} \text{ с } 85^{\circ}\text{C}$	9-22-30%
Стерилизация в бутылках	88
$110-130^{\circ}\text{C}$	
УВТ - стерилизация	50-80

Термолабильные белки: иммуноглобулин и сывороточный альбумин;

Термостабильные белки:

$\beta$  - лактоглобулин денатурирует до  $85^{\circ}\text{C}$

$\alpha$  - лактоальбумин денатурирует до  $96^{\circ}\text{C}$

при  $96 - 100^{\circ}\text{C} - 99,9\%$  денатурируют сывороточные белки

освобождаются при коагуляции SH – группы и аминокислоты и т.д. – вкус кипяченого

**Белок → денатурированный белок → агрегированный белок**

За счет высвобожденных функциональных групп происходит агрегирование цепи белков соединенные в нитевидные агрегаты которые постепенно становятся компактными, хлопьевидными.

**Казеин** – термоустойчивый белок, для его коагуляции необходима выдержка белка при  $T = 130^{\circ}\text{C}$  в течение 2-88 мин.

Однако при увеличении температуры изменяется структура казеинаткальцийфосфатного комплекса от него отщепляются пептиды, P, Ca.

На поверхности мицелл осаждаются денатурированный  $\beta$  лактоглобулин. Эти явления вызывают как дезагрегацию, так и агрегацию мицелл казеина.

В результате этого процесса увеличивается вязкость молока. Изменение структуры и размера мицелл казеина влияет на технологические свойства молока, например на скорость получения сычужного сгустка, продолжительность сычужного свертывания.

Как показывает практика казеин не всегда обладает термоустойчивостью, иногда происходит коагуляция при  $T=105^{\circ}\text{C}$ .

Основными факторами устойчивости мицелл казеина является величина заряда и степень гидратации частиц.

К ним относятся:

1) солевое равновесие молока;

1) размер и химический состав мицелл

2) рН молока

### **1. Теория солевого равновесия.**

Согласно ей фактором устойчивости казеина является солевой состав молока, т.е. соотношение солей Са и Mg с одной стороны, и фосфатов и цитратов с другой.

В настоящее время считают, что солевой баланс в основном зависит от содержания Са.

Если  $\text{Ca}^{2+} >$  то они присоединяются к казеинкальцийфосфатному комплексу (ККФК). В результате уменьшения отрицательно заряженных мицелл казеина, они соединяются в крупные агрегаты, которые коагулируют при нагревании.

*2. Термоустойчивость казеина зависит от размера мицелл (чем меньше, тем устойчивее молоко). Термоустойчивость определяется также содержанием в казеине фосф. и глютаминовой кислот (чем их больше, тем меньше устойчивость)*

3. По характеру изменения термоустойчивости молоко делят на 2 типа:

Максимальной термоустойчивости при рН 6,5 – 6,7

При увеличении рН до 6,7-6,9 молоко А становится менее термоустойчивым, В – нет

Дальнейшее увеличение рН сопровождается повышением термоустойчивости

А и В.

Т.е. основными причинами низкой термоустойчивости казеина является нарушенный солевой и белковый обмен, а также повышенная кислотность. Все это зависит от биологического содержания коров.

### **Жир**

Тепловая обработка существенно не влияет на жир молока.

При пастеризации триглицериды практически не изменяются.

При стерилизации - приводит к незначительному гидролизу триглицеридов и изменению жирнокислотного состава. Увеличивается число диглицеридов и на 2-3% снижается количество ненасыщенных жирных кислот.

При длительном хранении стерилизованного молока происходит дальнейший гидролиз триглицеридов и окислением ненасыщенных жирных кислот, с образованием альдегидов и кетонов.

При тепловой обработке подвергаются изменению шарики жира. Белки и фосфолипиды с поверхности жира переходят в плазму при пастеризации дисперсность жира повышается, изменяется состав оболочек.

### **Витамины и ферменты.**

Тепловая обработка приводит к потерям витаминов. Наибольшие потери витаминов происходит при стерилизации витаминов в бутылках. УВТ стерилизация способствует большему сохранению витаминов. Незначительным разрушениям подвергается витамин А и каротин, а также В<sub>2</sub>. более значительны при тепловой обработке потери витамина С – 10-30%.

При хранении пастеризованного и стерилизованного молока дальнейшее снижение витаминов – С-45-75%; А-24%; В<sub>2</sub>-45%.

### **Ферменты.**

При тепловой обработке инактивируется большая часть ферментов молока. Наиболее чувствительны к температуре амилаза, каталаза, щелочная фосфатаза. Они инактивируются при температуре равной 75-80<sup>0</sup>С. устойчивы к нагреванию пероксидаза, кислая фосфатаза, бактериальная липаза и протениаза.

Устойчивы при Т более 85-96<sup>0</sup>С.

При пастеризации и УВТ – возможны случаи неполного инактивирования.

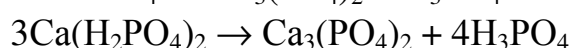
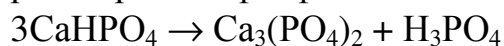
Ферменты, сохранившие свою активность, могут вызвать в молочных продуктах различные биохимические процессы в результате снижается качество, вкусовые свойства продуктов.

Наибольшую опасность представляют ферменты бактериального происхождения: липазы (способствуют прогорканию молока), протениазы (вызывают свертывание УТВ молока).

Некоторые ферменты (фосфатазы, липазы, пероксидазы и др.) обладают свойством реактивации – самопроизвольной регенерации их активности, вследствие утраты при тепловой обработке.

### **Соли**

Изменяется состав солей Са гидрофосфаты и дигидрофосфаты переходят в плохорастворимый фосфат Са.



Са<sub>3</sub>(РО<sub>4</sub>)<sub>2</sub> – осаждается на мицеллах казеина, что приводит к нарушению мицелл и снижению термоустойчивости молока. Часть Са<sub>3</sub>(РО<sub>4</sub>)<sub>2</sub> образует на аппаратах молочный камень.

Таким образом в процессе пастеризации и стерилизации в молоке снижается количество ионно-молекулярного Са на 11 – 50%, что ухудшает способность к сычужному свертыванию.



### **Лактоза.**

При тепловой обработке пастеризации и стерилизации происходит изомеризация лактозы в лактозу и ее взаимодействие с аминокислотами .

Стерилизация вызывает разложение лактозы до  $\text{CO}_2$  и кислот, муравьиной, уксусной, молочной увеличивается на 2-3<sup>0</sup>Т.

Изомеризация

### **Лактоза + аминокислота → меланоидины**

Вследствие образования меланоидинов происходит изменение вкуса и цвета молока.

Интенсивность цвета молока зависит от Т и Тнагрев. Реакция меланоидинообразования – техноокраска молока, хлеба, мяса при тепловой обработке.

**Биохимические и физико-химические изменения молока при его хранении и обработке**

#### ***Контрольные вопросы и задания.***

1. Расскажите о причинах развития липолиза в охлажденном молоке. 2. Как влияет длительное хранение молока при низких температурах на скорость сычужного свертывания? 3. Почему замерзшее при транспортировании молоко после оттаивания приобретает водянистый и сладковатый вкус и в нем появляются хлопья белка и капельки жира на поверхности? 4. Как изменяются технологические свойства и стабильность жира при механической обработке молока? 5. Какие изменения технологических свойств молока наблюдаются после гомогенизации? 6. Как меняются свойства сывороточных белков при тепловой обработке? 7. Почему после высокотемпературной пастеризации изменяется водоудерживающая способность белковых сгустков? 8. Назовите пороки вкуса и запах молока, вызванные изменением жира.

## Литература

1. Горбатова, К.К. Биохимия молока и молочных продуктов / К.К. Горбатова. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Гиорд, 2003. – 320 с.: ил.
2. Горбатова, К.К. Химия и физика молока: учебник / К.К. Горбатова. – СПб.: Гиорд, 2004. – 288 с.: ил.
3. Охрименко, О.В. Лабораторный практикум по химии и физике молока: учеб. пособ. / О.В. Охрименко, К.К. Горбатова, А.В. Охрименко; Под ред. К.К. Горбатовой. - СПб.: Гиорд, 2005. – 256 с.: ил.
4. Степаненко, П.П. Микробиология молока и молочных продуктов: учебник для ссузов / П.П. Степаненко. М.: Колос, 1996. – 271 с.: ил. Рогожин, В.В. Биохимия молока и молочных продуктов / В.В. Рогожин. – СПб.: Гиорд, 2006. – 320 с.: ил.
5. Степаненко, П.П. Микробиология молока и молочных продуктов / П.П. Степаненко. – 4-е изд., испр. – Сергиев Посад: Все для Вас – Подмосковье, 2006. – 415 с.: ил.

## Интернет-ресурсы

1. An chem. Ru. Интернет портал химиков-аналитиков [Электронный ресурс]: сайт // Режим доступа: <http://www.inbi.ras.ru/pbm/pbm.html>. – Дата обращения: 14.04.2015. – Заглавие с экрана.
2. Прикладная биохимия и микробиология: электронная версия журнала [Электронный ресурс]: сайт // Режим доступа: <http://www.inbi.ras.ru/pbm/pbm.html>. – Дата обращения: 14.04.2015. – Заглавие с экрана.
3. Биохимия для студента [Электронный ресурс]: сайт // Режим доступа: <http://biochemistry.terra-medica.ru/> – Дата обращения: 14.04.2015. – Заглавие с экрана.

Учебное издание

**Биохимия и микробиология молока  
и молочных продуктов**

Часть I

**Учебное пособие**

Савелькина Н.А.

Редактор Е.Н. Осипова

---

Подписано к печати 01.09.2015 г. Формат 60x84 1/16

Бумага печатная. Усл. п.л. 7,49. Тираж 20 экз. Изд. № 3195.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ