

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

**Биохимия и микробиология молока  
и молочных продуктов**  
Часть II

**Учебное пособие**

Брянск, 2015

Б 63

Биохимия и микробиология молока и молочных продуктов. Часть 2: учебное пособие / Сост. Н.А. Савелькина– Брянск: Мичуринский филиал ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», 2015.- 120 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 дневной и заочной формы обучения специальностей 19.02.07 Технология молока и молочных продуктов,

Рецензенты:

Преподаватель химии Мичуринского филиала Брянского ГАУ Слезко А.П.

Преподаватель химии Брянского филиала Российского государственного университета Васина А.Н.

УДК 637.12.04  
ББК 36.95я73

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

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Тема 2.6 Микробиология питьевого молока и сливок.	4
Тема 1.5. Биохимические и физико-химические процессы при производстве кисломолочных продуктов и мороженого.	9
Тема 2.7. Микробиология заквасок и кисломолочных продуктов	32
Тема 1.6. Биохимические и физико-химические процессы при производстве сыра	48
Тема 1.7. Биохимические и физико-химические процессы при производстве и хранении масла.	63
Тема 2.8, 2.9 Микробиология масла и сыра	71
Тема 1.8. Физико-химические процессы при производстве молочных консервов и ЗЦМ.	88
Тема 2.10. Микробиология молочных консервов	98
Тема 1.9. Биохимические основы производства детских молочных продуктов	109
Тема 1.10. Физико-химические процессы при производстве молочных концентратов и лактозы.	115
Литература	120

## Тема. 2.6 Микробиология питьевого молока и сливок.

### Тема: Микробиология питьевого молока и сливок

1. Методы снижения бактериальной обсемененности молока
2. Пороки питьевого молока
3. Контроль производства пастеризованных молока и сливок
4. Контроль производства пастеризованных молока и сливок

Основными технологическими процессами производства питьевого молока и сливок являются нормализация, пастеризация, стерилизация молока, розлив и хранение его до реализации. Нормализация и гомогенизация могут способствовать вторичному обсеменению молока и сливок, если они проводятся после пастеризации.

#### 1. Методы снижения бактериальной обсемененности молока

Поступившее на предприятие молоко подвергается различным технологическим приемам, направленным на уменьшение в нем содержания микроорганизмов. Наиболее часто используют :очистку молока, охлаждение, тепловую обработку.

**Очистка.** Для очистки молока от механических примесей применяют фильтрацию и центрифугирование.

Большая степень очистки достигается при бактофугировании, которое осуществляется на специальных сепараторах-бактериоотделителях, так называемых бактофугах, при частоте вращения барабана 14—16 тыс. об/мин. При этом из молока удаляется до **90 %** всех микроорганизмов. Споры бацилл и клостридий в процессе бактериоотделения удаляются из молока легче, чем микроорганизмы в вегетативной форме, что объясняется их более высокой плотностью. Однако имеются микроорганизмы, в том числе и патогенные, плотность которых соответствует плотности молока. В этом случае при бактериоотделении их удалить из молока невозможно.

Для более полного удаления микроорганизмов применяют комбинированную обработку молока, сочетая бактофугирование с пастеризацией. При этом из молока удаляют до **99,9 %** бактерий. Комбинированный метод очистки используют при выработке питьевого молока, детских смесей, диетических молочных продуктов, сыров, сгущенного стерилизованного и сухого молока.

**Охлаждение.** До переработки молоко должно храниться в охлажденном состоянии при температуре до 2—4 °С. Целью охлаждения молока является создание условий, значительно замедляющих развитие в нем микроорганизмов. При температуре 2—4 °С развитие большинства микроорганизмов в молоке приостанавливается, однако могут размножаться **психрофильные** бактерии рода *Pseudomonas*, особенно флюоресцирующая палочка и некоторые другие. Поэтому молоко может храниться при этой температуре без изменения качества не более двух суток.

**Тепловая обработка.** Целью тепловой обработки является уничтожение патогенных микроорганизмов, а также инактивация ферментов, снижающих стойкость молока и вызывающих в дальнейшем пороки молочных продуктов.

В молочной промышленности используют два основных вида тепловой обработки молока нагреванием: пастеризация и стерилизация.

**Пастеризация** — это тепловая обработка молока при температурах ниже температуры его кипения. Она направлена на уничтожение вегетативных форм бактерий.

В зависимости от режимов пастеризация может быть **длительной** — при температуре 63—65 °С с выдержкой 30 мин, **кратковременной** — при температуре 72—76 °С с выдержкой 15—20 с и **моментальной** — при температуре 85 °С без выдержки.

Эффективность пастеризации зависит от температуры, продолжительности воздействия, степени бактериальной обсемененности молока и качественного состава микрофлоры.

Микрофлору, которая остается в молоке после пастеризации, называют **остаточной** микрофлорой пастеризованного молока. Характер остаточной микрофлоры зависит в первую очередь от режима пастеризации. Так, микрофлора молока, пастеризованного при 85 °С без выдержки, состоит из термоустойчивых молочнокислых палочек и бактериальных спор.

При кратковременной и длительной пастеризации в качестве остаточной микрофлоры преобладают термофильные молочнокислые стрептококки и палочки, энтерококки, микрококки, бактериальные споры, бактериофаги.

Количество оставшихся бактерий при высокой эффективности пастеризации составляет 0,01 % исходного содержания бактерий в молоке, при низкой эффективности пастеризации — 1,5—2 %.

*Эффективность пастеризации считают удовлетворительной, если количество остаточной микрофлоры составляет не более 0,1 % и отсутствует *E. coli* в 10 см<sup>3</sup> пастеризованного молока.*

Молоко после пастеризации и охлаждения поступает к разливочным агрегатам или емкостям, при этом оно может дополнительно обсеменяться бактериями группы кишечных палочек, психротрофными бактериями, мезофильными молочнокислыми стрептококками, термоустойчивыми палочками, иногда могут попадать дрожжи и уксуснокислые бактерии. Эта микрофлора вместе с остаточной микрофлорой молока после пастеризации составляет микрофлору пастеризованного молока.

**Молоко для заквасок** пастеризуют при 92—95 °С с выдержкой 30 мин. При таком режиме уничтожаются все вегетативные формы и бактериофаги и в молоке остаются только споры бактерий.

**В сыроделии** режимы пастеризации выбирают с таким расчетом, чтобы уничтожить патогенные и газообразующие бактерии группы кишечных палочек, — температура 72—74 °С с выдержкой 15—20 с.

При производстве **питьевого молока** наиболее распространенным режимом является пастеризация при температуре 76 °С с выдержкой 20 с

Для **питьевых сливок** режим пастеризации установлен 80—87 °С с выдержкой 15—30 с. Это объясняется тем, что жир оказывает защитное действие на микроорганизмы.

**Стерилизация** — это тепловая обработка молока, проводимая при температуре выше 100 °С. При этом в продукте уничтожаются все микроорганизмы не только в вегетативной, но и в споровой форме.

В процессе стерилизации более существенно изменяются физико-химические свойства молока. Стерилизованное молоко теряет способность свертываться под действием сычужного фермента, частично разрушаются витамины, может произойти диспергирование молочного жира, молоко приобретает кремовый цвет. Стерилизованное молоко выдерживает длительное хранение в неохлажденных камерах и длительные перевозки на большие расстояния.

В настоящее время стерилизованное молоко получают в основном двумя способами: однократной стерилизацией в потоке и двухступенчатым способом.

Наиболее современным и распространенным способом производства стерилизованного молока является способ **однократной стерилизации** в потоке с последующим **асептическим** розливом, при котором молоко после общих предварительных операций подвергают обработке при 140—150 °С в течение 4—8 с.

Молоко охлаждают до 20 °С, а затем асептически разливают в пакеты из бумаги или полиэтилена. Бумага должна храниться при строгом санитарном режиме и иметь не более 10 колоний микроорганизмов на 100 см площади. Гарантийный срок хранения стерилизованного молока в пакетах при температуре не выше 20 °С составляет 10 сут. Практически продукт не изменяет органолептических и физико-химических свойств в течение 30 сут.

При **двухступенчатом способе стерилизации** молоко после общих предварительных операций подвергают тепловой обработке при 140 °С в течение 20 с, охлаждают до 35—40 °С, разливают в бутылки, укупоривают и вторично стерилизуют в башенном стерилизаторе при температуре 116—118 °С в течение 12—16 мин.

Производство стерилизованных сливок осуществляется по схеме выработки молока при двухступенчатом режиме стерилизации. Срок хранения стерилизованных сливок до реализации составляет не более 30 дней при температуре не выше 20 °С.

## **2. Пороки питьевого молока**

В питьевом молоке при нарушении режимов производства и сроков хранения могут появляться различные пороки, обусловленные составом его микрофлоры. Их условно можно разделить на пороки консистенции, вкуса и пороки смешанного характера. **Пороки консистенции.**

**1.Свертывание молока** без повышения кислотности обусловлено развитием спорообразующих мезофильных гнилостных микроорганизмов группы *Bac. subtilis*, а также термофильных бацилл — *Bac. circulans* и *Bac. coagulans*. Порок может возникать также за счет термостойких ферментов психрофильных бактерий, накапливающихся в сыром молоке в процессе длительного хранения при низких температурах.

**2. Кислотное свертывание** молока возникает при негерметичном укупоривании, а также при нарушении режимов тепловой обработки молока.

Порок обусловлен развитием термоустойчивых и других молочнокислых бактерий при хранении продукта в обычных условиях.

### Пороки вкуса.

**1. Горький вкус** вызывается пептонами, образующимися при развитии протеолитических микроорганизмов. Горький вкус, возникающий с изменением консистенции (свертывание, пептонизация), обусловлен развитием спорообразующих мезофильных гнилостных микроорганизмов, а также термофилами *Vac. circulans* и *Vac. coagulans*.

Горький вкус без изменения консистенции молока вызывают *Vac. stearothermophilus* и другие термофильные бациллы.

**1. Прогорклый вкус** появляется в результате развития маслянокислых бацилл, разлагающих жир и белок молока с образованием масляной кислоты, альдегидов и кетонов.

### 2. Порок смешанного характера.

Порок имеет название «**бродящее молоко**». Его вызывают газообразующие анаэробные клостридии, особенно *Cl. perfringens*, отличающийся интенсивностью размножения и обильным газообразованием.

### 3. Контроль производства пастеризованных молока и сливок

В питьевом молоке и сливках выборочно от одной, двух партий не реже одного раза в 5 дней определяют общее количество бактерий и наличие бактерий группы кишечных палочек. По микробиологическим показателям питьевое молоко и сливки пастеризованные должны соответствовать требованиям ГОСТа, представленным в табл.

### Микробиологические показатели пастеризованных молока и сливок

Продукт	Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ в 1 см <sup>3</sup> , не более	Объем (в см <sup>3</sup> ), в котором не допускаются БГКП*
Пастеризованное молоко: в бутылках и пакетах:		
группа А	50000	1,0
группа Б	100000	0,1
во флягах и цистернах	200000	0,1
Пастеризованные сливки:		
в бутылках и пакетах:		
группа А	100000	1,0
группа Б	200000	0,1

---

во флягах

300000

0,1

---

\* Бактерии группы кишечных палочек.

---

Кроме определения указанных показателей анализ на патогенные микроорганизмы проводится в порядке государственного санитарного надзора санитарно-эпидемиологическими станциями.

Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, не допускаются в 25 см<sup>3</sup> пастеризованного молока и в 50 см<sup>3</sup> пастеризованного молока, предназначенного для детских учреждений.

**Эффективность пастеризации молока и сливок** контролируют вне зависимости от качества готового продукта не реже одного раза в декаду. Для этого 10 см<sup>3</sup> молока, отобранного после секции охлаждения, засевают в 50 см<sup>3</sup> среды Кесслер. Бактерии группы кишечных палочек не должны обнаруживаться в указанном объеме молока, проба на фосфатазу должна быть отрицательной. Общее количество бактерий в 1 см<sup>3</sup> молока, отобранного после секции охлаждения пастеризатора, не должно превышать 10 тыс.

Если посевом устанавливается, что эффективность пастеризации недостаточна (БГКП обнаруживаются в объеме 10 см<sup>3</sup>), пастеризационная установка должна быть остановлена и выявлена причина снижения эффективности пастеризации. После пуска пастеризатора вновь необходимо проверить эффективность пастеризации трижды — до получения устойчивых положительных результатов.

**Контроль по ходу технологического процесса проводится один раз в месяц.** Исследуют пробы молока и сливок до пастеризации, после пастеризации, во время розлива, а также готовой продукции из бутылок в экспедиции (не реже одного раза в пять дней). При этом определяют общее количество бактерий и наличие бактерий группы кишечных палочек.

При получении неудовлетворительных микробиологических показателей готового продукта проводят дополнительные исследования для выяснения причин загрязнения продукта.

Параллельно с этим контролируют санитарно-гигиеническое состояние оборудования. Особое внимание должно быть уделено качеству и регулярности мойки емкостей для хранения молока и разливно-укупорочных автоматов.

Смывы с оборудования и трубопроводов отбирают до начала работы.

#### **4. Контроль производства стерилизованного молока и сливок**

Для контроля стерилизованного в потоке молока отбирают для исследования по одному пакету через каждый час работы с каждого фасовочного автомата.

При контроле продуктов, выработанных двухступенчатым способом, пробы отбирают через каждый час по два образца после второй стерилизации.

Контроль готовой продукции осуществляется не реже двух-трех раз в неделю. Отобранные образцы должны соответствовать требованиям промышленной стерильности.

При обнаружении в указанном объеме выборки хотя бы одного нестерильного образца каждую партию продукта контролируют ежедневно до тех

пор, пока в течение трех последних суток все образцы, отобранные для контроля, не будут стерильными.

Для определения промышленной стерильности отобранные упаковки со стерилизованным молоком выдерживают при температуре 37 °С в течение 3 сут, а со сливками — в течение 5 сут.

Образцы молока, выработанного двухступенчатым способом, кроме того, выдерживают при температуре 55 °С в течение 5 сут.

После термостатной выдержки проводят осмотр образцов продукта. При наличии вздутия упаковки или изменения внешнего вида молока в бутылках (наличия сгустка, отстоя сыворотки, наличия хлопьев молока и др.) упаковки считают не отвечающими требованиям промышленной стерильности. Упаковки без внешних дефектов вскрывают, стерилизованное молоко или сливки анализируют органолептически. Продукт отвечает требованиям промышленной стерильности, если не установлено изменений консистенции и вкуса.

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

1. Какие молоко и сливки называют питьевыми? 2. С какой целью охлаждают молоко? 3. Что такое пастеризация и стерилизация? Чем они отличаются? 4. Как определяют эффективность пастеризации молока? 5. Какие микроорганизмы выдерживают режимы пастеризации? 6. Назовите пороки питьевого молока. 7. Как контролируют производство пастеризованного молока и сливок? 8. Каким требованиям ГОСТа должны отвечать пастеризованное молоко и сливки? 9. Как контролируют производство стерилизованного молока и сливок?

### **Тема 1.5. Биохимические и физико-химические процессы при производстве кисломолочных продуктов и мороженого.**

**Брожение молочного сахара. Роль брожения в образовании вкуса и запаха в кисломолочных продуктах. Биохимические и физико-химические процессы при производстве кисломолочных продуктов и мороженого.**

**1. Биохимические и физико-химические процессы при производстве кисломолочных продуктов.**

**2. Брожение молочного сахара .**

**3. Коагуляция казеина и гелеобразование.**

**4. Влияние состава молока, бактериальных заквасок и других факторов на брожение лактозы и коагуляцию казеина.**

**1. Биохимические и физико-химические процессы при производстве кисломолочных продуктов** При производстве кисломолочных продуктов осуществляются как биохимические, так и физико-химические процессы – брожение молочного сахара, коагуляция казеина и гелеобразование. Во время выработки мороженого проходят лишь физико-химические процессы, так как низкие температуры при охлаждении и замораживании смеси исключают биохимические изменения компонентов молока под влиянием микроорганизмов.

Кисломолочные продукты играют важную роль в питании людей, особенно детей, лиц пожилого возраста и больных. Диетические свойства кисломолочных продуктов заключаются в том, что они улучшают обмен веществ, стимулируют выделение желудочного сока и возбуждают аппетит. Наличие в их составе микроорганизмов, способных приживаться в кишечнике и подавлять гнилостную микрофлору, приводит к торможению гнилостных процессов и прекращению образования ядовитых продуктов распада белка, поступающих в кровь человека.

Диетическая ценность кисломолочных продуктов определяется их химическим составом.

### *Содержание основных компонентов в кисломолочных продуктах*

Продукт	Вода, %	Белок, %	Жир	Лактоза, %	Органические Кислоты, %	Минеральные В-ва, %	Витамины, мг%			Энергетическая ценность 100г	
							А	В <sub>2</sub>	С	ккал	кДж
Простокваша	88.4	2.8	3.2	4.1	0.8	0.7	0.02	0.13	0.8	58	243
Мечниковская простокваша	87.7	2.8	4.0	4.0	0.8	0.7	0.04	0.13	0.8	64	268
Кефир жирный	88.3	2.8	3.2	4.1	0.9	0.7	0.02	0.17	0.7	56	235
кефир нежирный	91.4	3.0	0.05	3.8	0.9	0.7	следы	0.17	0.7	30	126
Йогурт 3.2% жирности	86.3	5.0	3.2	3.5	1.3	0.7	0.02	0.15	0.6	66	277
Ацидофилин	88.5	2.8	3.2	3.8	1.0	0.7	0.02	0.16	0.8	57	239
Кумыс из кобыльего молока	89.2	2.05	1.9	5.0	1.4	0.5	0.03	0.4	9.0	48	201
Сметана 30%-ной	63.3	2.4	30.	3.1	0.7	0.5	0.23	0.1	0.8	294	123

жирности 20%-ной жирности	72.7	2.8	0 20. 0	3.2	0.8	0.5	0.15	0.11	0.3	206	4 865
Творог жирный	63.2	14.0	18. 0	2.8	1.0	1.0	0.1	0.3	0.5	232	974
полужирн ый	70.3	16.7	9.0	2.0	1.0	1.0	0.05	0.27	0.5	159	667
нежирный	77.2	18.0	0.6	1.8	1.22	1.2	0.01	0.25	0.5	88	369

**2. Брожение молочного сахара** Важнейшим биохимическим процессом , протекающем при выработке кисломолочных продуктов,

является брожение молочного сахара ,вызываемое микроорганизмами бактериальных заквасок . Его скорость и направление определяют консистенцию ,вкус и запах готовых продуктов .

***По характеру брожения молочного сахара кисломолочные продукты можно разделить на 2 группы:***

1)продукты в основе приготовления которых лежит главным образом молочнокислородное брожение (простокваша ,йогурт ,ацидофилин, творог, сметана).

2)продукты со смешанным брожением ,при изготовлении которых происходит молочнокислородное и спиртовое брожение (кефир, кумыс, ацидофильно-дрожжевое молоко).

При молочнокислородном брожении каждая молекула пировиноградной кислоты, образующаяся из молекулы глюкозы , восстанавливается с участием окислительно-восстановительного фермента лактатдегидрогеназы до молочной кислоты .

**В результате из одной молекулы лактозы образуются четыре молекулы молочной кислоты :**

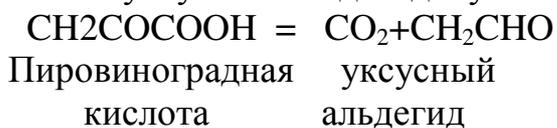
Многие молочнокислые бактерии при сбраживании сахара кроме молочной кислоты образуют ряд других химических веществ ,придающих кисломолочным продуктам специфические вкус и аромат . к ним относятся летучие кислоты (уксусная, пропионовая и др), карбонильные соединения (диацетил, ацетонин, ацетальдегид ), спирт и углекислый газ.

В зависимости от продуктов , накапливаемых в процессе брожения , все молочнокислые бактерии подразделяются на гомоферментативные и гетероферментативные. Молочнокислые бактерии (*Lac.lactis*, *Lac.cremoris*,

*Lac.diacetilactis*, *Str.thermophilus*, *L.acidophilus*), образующие в качестве основного продукта брожения молочную кислоту ,относят к гомоферментативным; бактерии (*Leuc. Cremoris*, *Leuc. Dextransum* и др. ), которые кроме молочной кислоты в значительных количествах образуют и другие продукты брожения , - к гетероферментативным .

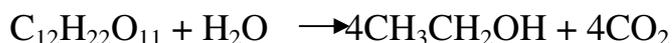
Путем определенного комбинирования различных видов молочнокислых бактерий и регулирования температуры сквашивания можно получить продукт с нужными вкусовыми, ароматическими достоинствами, консистенцией и диетическими свойствами .

В кисломолочных продуктах со смешанным брожением (кефир ,кумыс и др. ) наряду с молочной кислотой образуется большое количество этилового спирта и углекислого газа. Возбудителем спиртового брожения в этих продуктах являются дрожжи . При спиртовом брожении пировиноградная кислота под действием фермента пируватдекарбоксилазы , катализирующего отщепление углекислого газа , расщепляется на уксусный альдегид и углекислый газ :



Уксусный альдегид с участием окислительно-восстановительного фермента алкогольдегидрогеназы восстанавливается в этиловый спирт.

**Суммарно спиртовое брожение лактозы можно представить в следующем виде :**



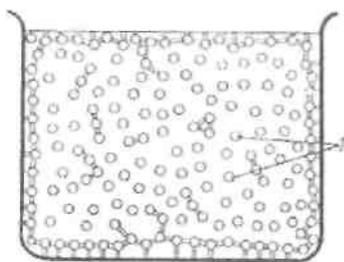
Способность дрожжей вырабатывать спирт и углекислый газ зависит от многих факторов : вида используемых дрожжей , количества молочного сахара в исходном сырье , температуры , рН среды и др.

**3. Коагуляция казеина и гелеобразование** Накопление молочной кислоты при молочнокислом брожении лактозы имеет существенное значение для образования белкового сгустка, определяющего консистенцию кисломолочных продуктов. Сущность кислотной коагуляции сводится к следующему . Образующаяся (или внесенная ) молочная кислота снижает отрицательный заряд казеиновых мицелл, так как Н-ионы подавляют диссоциацию карбоксильных групп фосфорной кислоты. В результате этого достигается равенство положительных и отрицательных зарядов в изоэлектрической точке казеина (рН 4,6-4,7).

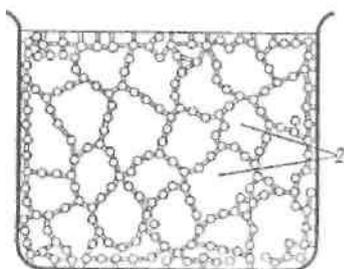
При кислотности коагуляции помимо снижения отрицательного заряда казеина нарушается структура казеинаткальцийфосфатного комплекса (отщепляется фосфат кальция и структурообразующий кальций ). Так как кальций и фосфор кальция являются важными структурными элементами комплекса , то их переход в раствор дополнительно дестабилизирует казеиновые мицеллы

При выработке творога кислотнo-сычужным способом на казеин совместно действуют молочная кислота и внесенный сычужный фермент .

Под действием сычужного фермента казеин превращается в параказеин , имеющий изоэлектрическую точку в менее кислой среде (рН 5-5.2 ).



а



. Схема образования пространственной структуры в процессе свертывания молока: а — начало образования структурной сетки; б — пространственная структура сгустка; / — частицы белка; 2 — петли структуры, заполненные дисперсионной средой

В изоэлектрической точке казеиновые или параказеиновые частицы при столкновении агрегируют, образуя цепочки или нити, а затем пространственную сетку ,в ячейки или петли которой захватывается дисперсионная среда с жировыми шариками и другими составными частями молока (рис. 38). Происходит гелеобразование. При производстве кисломолочных продуктов и сыра процесс гелеобразования можно условно разделить на 4 стадии :

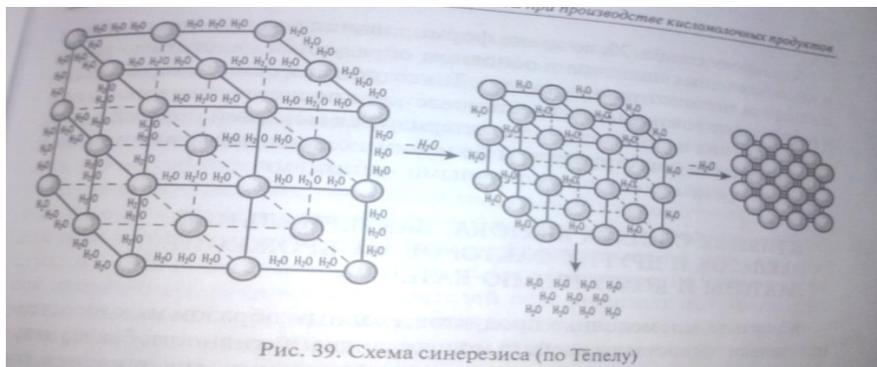
- 1)стадия скрытой коагуляции (индукционный период);
- 2)стадия массовой коагуляции;
- 3)стадия структурообразования (уплотнение сгустка);
- 4)стадия синерезиса.

В коллоидных системах на гелеобразование влияют концентрация дисперсной фазы ,размер, форма частиц, температура и тд. Образующийся сгусток (гель) обладает определенными механическими свойствами : вязкостью, пластичностью, упругостью и прочностью. Эти свойства связаны со структурой системы ,поэтому их называют структурно-механическими или реологическими.

Структурно-механические свойства сгустков определяются характером связей, возникающих между белковыми частицами при формировании структуры. Связи могут быть обратимыми и необратимыми. Обратимые (тиксотропно-обратимые) связи восстанавливаются после нарушения структуры сгустка. Они обуславливают явление тиксотропии (от греч. Thixis-прикосновение +trophe-изменение )- способность структур после их разрушения в результате какого-нибудь механического воздействия самопроизвольно восстанавливаться во времени.

Необратимые (необратимо разрушающиеся) связи не обладают свойством восстанавливаться после механического воздействия на сгусток. С ними связано

явление синерезиса. Синерезис – уплотнение, стягивание сгустка с укорачиванием нитей казеина и вытеснением заключенной между ними жидкости (рис.39). Скорость синерезиса определяется влагоудерживающей способностью казеина и зависит от концентрации в сырье сухих веществ, состав бактериальных заквасок, режимов тепловой обработки и гомогенизации, способа свертывания молока и других факторов.



Для кисломолочных напитков и сметаны синерезис- явление нежелательное. Поэтому при их выработке используют бактериальные закваски нужного состава и технологический процесс ведут при режимах, предотвращающих возникновение синерезиса. При производстве творога, наоборот, требуется удалить избыток сыворотки из сгустка. Поэтому выбирают такие режимы обработки молока, которые способствовали бы получению плотного, но легко отдающего сыворотку сгустка. Для усиления синерезиса применяют также измельчение, нагревание сгустка и т.д.

Характер связей в структуре сгустка (продукта)можно определить путем измерения так называемой эффективной вязкости- вязкости, обусловленной образованием в продукте внутренних структур. При этом определяют и сравнивают между собой эффективную вязкость не разрушенной  $\eta_n$ , разрушенной  $\eta_r$  и восстановленной  $\eta_v$  структур(табл.20).

Эффективная вязкость некоторых кисломолочных продуктов (по данным ВНИИМСа), Па·с·10<sup>-3</sup>

продукт	$\eta_n$	$\eta_r$	$\eta_v$
Кефир, выработанный термостатным способом	1368.0	10.2	11.8
	445.0	9.5	11.7
Простокваша	1791.0	12.6	13.1
Ацидофилин	216.9	61.4	85.9
Сметана 30%-ной жирности			

Как видно из таблицы, во время формирования сгустков простокваши и кисломолочных напитков в основном образуются необратимо разрушающиеся (нетиксотропные связи). Тиксотропных связей, характеризующихся самопроизвольным восстановлением после механического воздействия, в них мало. Сметана характеризуется меньшей потерей вязкости при разрушении структуры и большим количеством тиксотропных связей по сравнению с кисломолочными напитками.

#### **4 Влияние состава молока, бактериальных заквасок и других факторов на брожение лактозы и коагуляцию казеина.**

Качество кисломолочных продуктов, главным образом их консистенция, зависит от состава и свойств молока, вида и активности бактериальных заквасок, режимов пастеризации, гомогенизации, сквашивания, созревания и других факторов.

Состав и свойства исходного сырья обуславливают скорость свертывания белков молока и прочность полученных сгустков. От них зависит также развитие микроорганизмов бактериальных заквасок, сбраживающих молочный сахар.

Состав и свойства молока изменяются в течение года, стадии лактации, при заболеваниях животных и т.д. Из практики работы молочных заводов известно, что осенью и особенно весной наблюдается медленное сквашивание молока. Это может быть вызвано снижением его биологической ценности. Например, весной в молоке понижается содержание витаминов (биотин, ниацин, В6 и др.), свободных аминокислот (валин, лейцин, фенилаланин и др.) и микроэлементов (Mn, Co, Fe и др.), которые необходимы для размножения молочнокислых бактерий. Кроме того, причиной несквашивания молока в это время года может быть наличие в нем антибиотиков и других веществ, подавляющих развитие молочнокислых бактерий. Плохо развиваются молочнокислые бактерии в стародойном молоке и в молоке, полученном от коров больных маститом.

Весной ухудшаются и технологические свойства молока - снижаются скорость образования и плотность кислотного сгустка. Это объясняется уменьшением содержания в молоке сухих веществ, казеина, размера казеиновых мицелл, повышением кислотности молока.

Способность молока к сычужному свертыванию обуславливается концентрацией белков, солей кальция и зависит от индивидуальных особенностей и породы животных, корма, стадии лактации и др. факторов. Плохо свертывается молоко в начале и конце лактации, а также при заболевании животных.

Свойства молока (и свойства полученного из него сгустка) изменяются при хранении. Так, после длительного хранения молока (сырого и пастеризованного) при низких температурах увеличиваются вязкость и прочность кислотного сгустка, синерезис замедляется. Следовательно, молоко, хранившееся при низких температурах, целесообразно направлять на производство кисломолочных напитков и не следует использовать для выработки творога.

От состава заквасок зависит не только вкус кисломолочных продуктов, но и их консистенция. Основной компонент микрофлоры заквасок для всех кисломолочных продуктов, обеспечивающих формирование сгустка, - молочный

латококк(Lac.lactis). Включение в состав заквасок энергичных кислотообразователей обуславливает получение плотного колющегося сгустка с интенсивным отделением сыворотки ,а малоэнергичных кислотообразователей – более нежного сгустка. Введение в закваски Str.thermophilus, Lac.cremoris и термофильных палочек способствует повышению вязкости продукта, придает сгустку эластичные свойства ,препятствует выделению сыворотки.

Следовательно, путем подбора состава заквасок, можно регулировать свойства сгустка и обеспечить оптимальную консистенцию и вкус кисломолочных продуктов.

Тепловая обработка молока влияет на скорость образования сгустка, его структурно-механические свойства и синерезис.

По данным ВНИМИ и ВНИИМСа, с повышением температуры пастеризации увеличивается прочность кислотного и кислотно-сычужного сгустков.

#### **Прочность сгустка ( в Па)при различных температурах пастеризации молока**

Сгусток	Температура,°С				
	63	72-74	80	85	90
Кислотный	59.0	62.0	64.5	–	72.0
Кислотно-сычужный	-	75.1	77.6	79.0	80.3

При повышении температуры пастеризации молока (с 63 до 90<sup>0</sup>С ) снижается интенсивность отделения сыворотки от сгустка . Увеличение прочности сгустков и ухудшение выделения сыворотки из них после высоких температур тепловой обработки можно объяснить повышением содержания в сгустке денатурированных сывороточных белков, которые увеличивают жесткость пространственной структуры и влагоудерживающую способность казеина .

Таким образом ,путем регулирования режимов тепловой обработки молока можно получить сгусток с нужными реологическими свойствами, т.е. улучшить консистенцию кисломолочных продуктов .

При выработки кисломолочных напитков перед заквашиванием рекомендуется гомогенизировать молоко (для кефира и йогурта, получаемых резервуарным способом ,она обязательна). В результате гомогенизации повышается дисперсность жира, измельченный жир в сгустках распределяется более равномерно, увеличивается прочность сгустка, при этом несколько повышается вязкость продуктов и снижается выделение сыворотки .

Вместе с тем гомогенизация молока повышенной (выше 10%) жирности и сливок способствует значительному увеличению вязкости сгустков и снижению их способности отделять сыворотку. При этом рост вязкости образующихся сгустков зависит от величины давления и способа гомогенизации сыря.

Структурно-механические и синергетические свойства сгустков существенно зависят от способа коагуляции белков

### Показатели сгустка при разных способах свертывания молока

Способ свертывания молока	Прочность сгустка, Па	Вязкость сгустка, Па·с·10 <sup>-3</sup>	Количество выделившейся сыворотки (%) за определенное время, мин		
			5	15	25
Кислотный	44.5	171	67.8	72.3	74.1
Кисотно-сычужный	90.5	327	71.5	77.1	77.2

Сгустки, образующиеся при кислотной коагуляции белков, менее прочны по сравнению с кисотно-сычужными (пространственную структуру кислотных сгустков поддерживают слабые связи, структуру кисотно-сычужных дополнительно стабилизируют и укрепляют кальциевые мостики, образующиеся между частями параказеина); они состоят из более мелких белковых частиц и хуже выделяют сыворотку. Однако наряду с увеличением прочности кисотно-сычужных сгустков возрастают их хрупкость, степень дисперсности и способность отделять сыворотку во время обработки.

Продолжительность и температура свертывания (сбраживания) молока являются важными факторами, влияющими на консистенцию кисломолочных продуктов. Продолжительность сбраживания молока обычно устанавливают по нарастанию кислотности, вязкости или прочности полученного сгустка. Особенно важно определить момент готовности сгустка при производстве напитков резервуарным способом. Иногда наблюдаются жидкая консистенция продуктов и отстой сыворотки. Это вызвано неправильным выбором момента перемешивания сгустка. Сыворотка выделяется при перемешивании сгустка в том случае, когда он имеет минимальную вязкость и проявляет незначительные тиксотропные свойства.

Кроме того, от температуры и продолжительности сбраживания молока зависит накопление в продуктах веществ, придающих им определенный вкус и аромат (летучих кислот, диацетила, ацетальдегида и др.).

Для прекращения молочнокислого брожения и упрочнения структуры образовавшегося сгустка кисломолочные продукты охлаждают до 8<sup>0</sup>С и хранят при этой температуре. Продукты смешанного брожения перед охлаждением подвергают созреванию для развития дрожжей и ароматобразующих бактерий. В процессе созревания и выдерживания в холодильной камере в продуктах накапливаются ароматические вещества, спирт и углекислый газ, происходит также частичный распад белков под влиянием протеолитических ферментов молочнокислых бактерий и дрожжей. При этом образуются различные растворимые полипептиды и свободные аминокислоты, влияющие на консистенцию, вкус и запах продуктов.

При выработке сметаны дополнительной целью охлаждения и созревания является отвердевание жира, способствующее улучшению структуры и консистенции продукта.

### **Тема: Биохимические процессы, протекающие при производстве кисломолочных продуктов**

- 1. Простокваша**
- 2. Кефир**
- 3. Кумыс**
- 4. Сметана**
- 5. Творог**

#### **1. Простокваша.**

Простоквашу получают из цельного, обезжиренного, пастеризованного или стерилизованного коровьего молока. В зависимости от используемого молока и состава бактериальной закваски различают следующие виды простокваш:

- **мечниковская** – пастеризованное молоко заквашивают чистыми культурами молочнокислых стрептококков с добавлением культур болгарской палочки;
- **ацидофильная** – пастеризованное молоко заквашивают чистыми культурами молочнокислых стрептококков с добавлением культур ацидофильной палочки;
- **южная** – пастеризованное молоко заквашивают чистыми культурами молочнокислых стрептококков и молочнокислой палочки с добавлением или без добавления дрожжей;
- **ряженка (украинская)** – пастеризованную смесь молока и сливок выдерживают при температуре 95°C в течении 2-3 ч, заквашивают чистыми культурами термофильных рас молочнокислого стрептококка;
- **варенец** – стерилизованное или выдержанное при 95°C в течение 2-3ч молоко заквашивают чистыми культурами молочнокислых стрептококков, иногда добавляют молочнокислую палочку;
- **простокваша (обыкновенная)** – пастеризованное молоко заквашивают чистыми культурами молочнокислых стрептококков, иногда добавляют болгарскую палочку.

По составу простокваши однородны, жирность их не менее 3,2% (украинской не менее 8%), кислотность не выше 120°Т (для южной 140°Т).

При выработке простокваши всех видов протекает один основной процесс – сквашивание молока под влиянием молочной кислоты, образующейся в результате молочнокислого брожения. Характер сгустка и кислотность зависят от микрофлоры, которая участвует в брожении.

Молочнокислые стрептококки особенно хорошо развиваются при температуре 38°C, в этом случае образуется сравнительно плотный, ненарушенный сгусток, нет значительных выделений сыворотки на поверхности при кислотности 120°Т.

Молочнокислые палочки развиваются при более высокой температуре (около 45°C), кислотность сгустка достигает 150°Т.Повышенные температуры сквашивания молока и кислотность обуславливает образование плотного сгустка с характерным четким изломом.

Ацидофильные палочки сравнительно слабо сбраживают молочный сахар. Максимальная кислотность сгустка при действии их достигает 120°Т. Ацидофильная палочка, используемая для выработки кисломолочных продуктов, относится к слизевым расам, поэтому ацидофильная простокваша имеет тягучий сгусток. Она способствует образованию в молоке достаточно плотного, но более нежного сгустка, по сравнению со сгустком, образованным молочнокислыми стрептококками.

При хранении простокваша (особенно при температуре выше 10-15°С) в течении трех-четырех дней на ее поверхности часто появляется белая молочная плесень и начинается синерезис, что снижает качество продукта.

Молочный сахар в простоквашах разлагается частично (приблизительно 1-1,3%). Брожение прекращается, когда содержание молочной кислоты в молоке достигает 1,2-1,5%, так как кислота парализует жизнедеятельность бактерий. Однако в зависимости от вида молочнокислых бактерий предел разложения молочного сахара может быть больше. Так, болгарская палочка образует в молоке до 3% молочной кислоты.

При заквашивании молока чистыми культурами молочнокислых бактерий с добавлением дрожжей (южная простокваша) в нем может образоваться очень небольшое количество спирта, которое, однако, соответственно не влияет на качество продукта, так как развитие дрожжей подавляется быстрым повышением кислотности простокваша.

## **2. Кефир.**

Для получения кефира молоко заквашивают кефирными грибками. При выработке кефира можно применить и чистые культуры микроорганизмов, однако такая закваска представляет собой надлежащий симбиоз различных бактерий.

**Кефирные грибки** – сгустки свернувшегося казеина молока, переплетающиеся с нитями палочковидного микроба. По наблюдению В. Богданова, этот палочковидный микроб близок к бета - бактериям. Белковые сгустки кефирных грибков после высушивания их имеют разнообразную форму – шаровидную, эллиптическую, неправильно округлую, состоящую как бы из нагроможденных друг на друга зернышек. Зернышки эти еле заметными ножками соединяются в плотную упругую массу, которую с большим трудом удастся расщепить на волоконца, напоминающие соединительную ткань.

Грибками зерна кефира называются потому, что, находясь в молоке, они увеличиваются в размерах, как бы растут подобно грибам. На самом деле кефирные грибки не растут, а увеличиваются в объеме, а увеличиваются в объеме за счет отложения на них казеина молока. Белки кефира, свертываясь и образуя сгустки, захватывают внутрь микрофлору кефира, в том числе молочнокислые бактерии и дрожжи.

Молочнокислые бактерии образуют в зернах молочную кислоту, которая частично попадает на периферию зерен. При соприкосновении с окружающим молоком из него при действии молочной кислоты выделяется казеин, отлагающийся на зернах. Таким образом, кефирные грибки являются носителями микрофлоры кефира, которая длительное время (до 6 месяцев, а иногда и до года) остается активной даже при высушивании грибков.

Грибки, предназначенные для приготовления кефирной закваски, промывают водой и опускают в молоко, где происходит разбухание зерен (если применяют высушенные грибки). Микробы из зерен попадают в молоко. Это молоко, обогащенное микрофлорой кефира, можно использовать как закваску при изготовлении кефира. В процессе сохранения кефирных грибков находящихся в них микрофлора частично пептонизирует казеин, в результате чего в самой массе кефирных грибков количество альбумоз и пептонов увеличивается.

Состав кефирных зерен приблизительно следующий.

Составные части	Содержание, %
Вода	12
Жир	4
Белковые вещества	75
В том числе растворимые азотистые	40
Зола	6
Молочная кислоты и пр.	3

Биохимические и физико-химические процессы, протекающие в молоке при приготовлении кефира на грибковой закваске, заключаются в молочнокислом и спиртовом брожении.

Молоко створаживается и в нем появляется спирт и углекислый газ.

Кроме того, под влиянием пептонизирующих ферментов, выделяемых молочнокислыми бактериями и другими микробами грибковой закваски, происходит слабая пептонизация белковых веществ. Так, содержание пептонов в кефире возрастает в зависимости от продолжительности созревания: в однодневном до 0,035, двухдневном 0,048 и трехдневном 0,081%.

Качество кефира зависит от соотношения количества молочной кислоты и спирта. При повышении температуры брожения до 30-35°C получается кислый кефир с крупными хлопьями казеина, почти не шипучий вследствие усиленного молочнокислого брожения. При сильном понижении температуры замедляется молочнокислое брожение, усиливается спиртовое и кефир приобретает неприятный дрожжевой бескислотный вкус.

Молочнокислое брожение молочного сахара в кефире интенсивно происходит лишь в первое время, затем вследствие нарастания кислотности, оно заменяется спиртовым.

Предел разложения в кефире молочного сахара обусловлен количеством образовавшейся молочной кислоты, необходимым для подавления деятельности кисломолочных микроорганизмов. Обычно он не превышает 1% концентрации молочной кислоты.

По существующему стандарту в кефире для массового потребления должно быть не более 0,6% спирта. Фактически при действующей технологии производства кефира содержание спирта в нем оказывается значительно ниже, в среднем 0,1%. При образовании такого небольшого количества спирта содержание углекислого газа также незначительно, так как по реакции спиртового брожения число молекул спирта равно количеству молекул углекислого газа.

Углекислый газ влияет на физическое состояние кефира. Резкое снижение содержания углекислого газа является одной из причин изменения типичных

свойств кефира. При резервуарном способе производства получают кефир с сильно пониженным содержанием углекислого газа и несколько иным вкусом, хотя не менее ценный по питательности.

Изменения, происходящие в кефире при созревании, сказываются на его свойствах, в зависимости от чего он подразделяется на слабый (однодневный), средний (двухдневный) и крепкий (трехдневный).

В результате побочных процессов в кефире могут появиться пороки – маслянокислый, уксуснокислый, тухлый, аммиачный запах и вкус.

Маслянокислый вкус и запах возникают при маслянокислом брожении, вызванном развитием маслянокислых бактерий, попадавших в молоко. Уксуснокислое брожение происходит при хранении кефира, когда бутылки неплотно закупорены и в них попадает воздух.

В результате перезревания кефира и хранения его при температуре выше 8°C отделяется сыворотка. При повышенной температуре выделения газов усиливается, сгусток разрывается и выступает сыворотка. При низкой температуре углекислый газ выделяется из сгустка слабо, почти не нарушая его.

Появление комков в кефире объясняется тем, что скисание молока протекало неодинаково во всех частях булки при изменении температуры (одностороннем нагревании), при частичной пептонизации или неравномерном выделении сыворотки.

### **3. Кумыс.**

Кумыс приготавливают из кобыльего молока, подвергнутого молочнокислому и спиртовому брожению. Это кислованный, шипучий напиток приятного вкуса, по консистенции мало отличающегося от молока.

Кумыс – ценный лечебный напиток, содержащий антибиотики, выделяемые дрожжами и некоторыми видами молочнокислых бактерий. Антибиотики действуют на туберкулезную палочку и возбудителей кишечных заболеваний. Конечно, для больного организма имеют также значение особенности химического состава молока кобылиц, в первую очередь содержание растворимых белков, которые лучше усваиваются организмом.

Кумыс по биохимическим процессам очень близок к кефиру, но отличается от него составом, а также значительно большим содержанием спирта. Это объясняется сравнительно одинаковой интенсивностью молочнокислого и спиртового брожения в кумысе, чего не наблюдается в кефире. В кефире господствующей микрофлорой являются молочнокислые стрептококки, оказывающие тормозящее действие на дрожжи, а в кумысе молочнокислая микрофлора представлена главным образом молочнокислыми палочками, не подавляющими развитие дрожжей.

Кумыс созревает при выдержке на холоде (5-7°C). Кислотность его повышается слабо, а количество спирта и углекислого газа увеличивается. В зависимости от продолжительности созревания различают кумыс слабый (1 сутки), средний (2 суток) и крепкий (3 суток). Слабый, средний и крепкий кумыс различаются не только по кислотности и количеству спирта, но и по пептонизации белковых веществ.

Точно определить кислотность кумыса можно только после освобождения его от углекислоты (после нагревания до 50°C). Такая кислотность называется постоянной в отличие от общей кислотности, получившейся при титровании кумыса, не освобожденного от углекислоты.

Постоянная кислотность слабого кумыса должна быть 60-80°Т; среднего – 81-105°Т; крепкого 106-120°Т; количество спирта в слабом кумысе до 1, в среднем до 1,75 и в крепком до 2,5%.

При созревании свыше 3 суток кумыс приобретает дрожжевой привкус вследствие большого количества скопляющихся в нем дрожжей. Содержание спирта в старом кумысе может достигнуть 3%.

Пороки кумыса, вызываемые действием посторонней микрофлоры, аналогичны порокам кефира.

В кумысе, вырабатываемом из коровьего молока, более высокое содержание казеина обуславливает грубоватость консистенции. Уже через 0,5 ч после взбалтывания в таком кумысе отстаиваются белки и выделяется сыворотка. В кумысе из кобыльего молока едва заметный отстой получается не ранее чем через 6 ч хранения. Процессы, протекающие в кумысе из коровьего молока, почти аналогичны процессам, протекающим в обычном кумысе.

#### **4. Сметана.**

В образовании структуры продукта участвуют молочный жир и белки. Главную роль играет жир, который в результате отвердевания и кристаллизации повышает прочность структуры и вязкость сметаны. Дополнительно структуру стабилизируют образующиеся во время охлаждения жировые скопления. Казеин и сывороточные белки, находящиеся в плазме сметаны и на оболочках жировых шариков, благодаря своей способности связывать влагу также улучшают консистенцию продукта.

Таким образом, при производстве сметаны протекают не только процессы брожения молочного сахара и коагуляции сахара и коагуляции казеина, зависящие от режимов пастеризации, гомогенизации и сквашивания сливок, но и процессы формирования и упрочнения структуры жировой фазы, определяемые режимами гомогенизации и скоростью охлаждения продукта.

При выработке сметаны для получения нужной вязкости продукта и уменьшения степени выделения сыворотки сливки следует пастеризовать при высоких температурах (85-95°C с выдержкой в течение 15-20с и более). Данный режим пастеризации способствует также образованию сульфгидридных групп, придающих сметане специфический привкус (привкус пастеризации), и гарантирует полное разрушение липазы, которая может вызвать пороки вкуса сметаны при хранении.

Гомогенизация сливок при производстве сметаны способствует повышению вязкости и пластичности готового продукта, а также ускоряет образование сгустка. В результате гомогенизации увеличивается дисперсность жира с одновременной адсорбцией на поверхности жировых шариков плазменных белков, затрудняющих синерезис сгустка. С повышением давления гомогенизации (до 10 МПа) вязкость сметаны увеличивается. Однако при гомогенизации сливок 30-40% -ной жирности может не хватать оболочечного

вещества для образования новых оболочек жировых шариков, что приводит к увеличению количества свободного жира и образованию скоплений жировых шариков (даже наблюдается слияние отдельных шариков с увеличением их диаметра).

Чтобы избежать образования в сливках жировых скоплений, следует применять двухступенчатую гомогенизацию (при низком давлении на второй ступени частично разбиваются образовавшиеся агрегаты жировых шариков и белков).

При выработке сметаны различных видов окончание процесса сквашивания сливок (который длится 6-16ч при температуре 26-30°C) определяют по нарастанию кислотности до 55-70°Т. Дальнейшее повышение кислотности (до рН изоэлектрической точки казеина) может привести к перезарядке белка, вследствие чего структура сгустка приобретает хрупкие, необратимо разрушающиеся связи, сметана теряет пластичность и разжижается при размешивании.

Охлаждение и созревание сметаны осуществляется при 1-8°C в течение 6-48ч. Продолжительность созревания сметаны зависит от скорости охлаждения продукта, которая определяется видом упаковки. В процессе созревания окончательно формируется и упрочняется структура продукта.

Структура сметаны содержит еще небольшое количество тиксотропных, самопроизвольно восстанавливающихся после механического воздействия связей. Поэтому в этот период особенно важно оставить сметану в «покое».

Продолжительность охлаждения и созревания сметаны можно сократить, предварительно охладив сливки до 2-6°C перед сквашиванием и выдерживания их при этой температуре 1-3ч.

Для повышения вязкости и улучшения консистенции сметаны пониженной жирности рекомендуется увеличить содержание сухих веществ путем добавления сухого обезжиренного молока, сухого или жидкого казеината натрия и других молочно-белковых концентратов. Например, при выработке сметаны 20%-ной жирности с добавлением 1,8-2% сухого казеината натрия эффективная вязкость увеличивается в несколько раз и превышает вязкость сметаны 30%-ной жирности. Чистые кисломолочные вкус и запах сметаны, а также привкус пастеризации вызывают вещества, образующиеся при пастеризации и сквашивании сливок: сульфгидрильные группы, диацетил, молочная и уксусная кислоты, ацетальдегид, лактоны и др. Однако главным образом ароматическим веществом продукта считают диацетил, синтезируемый ароматобразующими молочнокислыми бактериями, поэтому выраженность вкуса и запаха сметаны зависит от активности бактериальных заквасок, температуры и продолжительности сквашивания сливок.

## **5. Творог.**

Главными процессами, определяющим качество творога, являются коагуляция казеина и обработка (обезвоживание) образующегося сгустка. Для выработки продукта стандартной влажности и консистенции необходимо получить плотный (прочный) белковый сгусток с необратимо разрушающимися связями, способствующими его синерезису.

Характер и степень обезвоживания сгустка определяются температурой пастеризации молока, способом свертывания белков, температурой и

продолжительностью сквашивания, кислотностью сгустка во время обработки, дозой вносимого хлорида кальция и др.

При выработке творога для лучшего отделения сыворотки и уменьшения потерь белка с ней наиболее целесообразно пастеризовать молоко при 78-80°C с выдержкой в течение 10-20с.

Вопрос о целесообразности применения гомогенизации молока при производстве творога еще не решен (гомогенизация приводит к замедлению синерезиса). Выяснено, что при выработке жирного творога из гомогенизированного молока уменьшаются потери жира с сывороткой, но получается дряблый сгусток, плохо выделяющий сыворотку, что затрудняет его обработку. Применение раздельной гомогенизации позволяет устранить этот недостаток (при высокой дисперсности жира исключается нежелательное воздействие давления на белки молока). В настоящее время гомогенизацию молока применяют при производстве творога на механизированных линиях Я9-ОПТ и др.

Лучше отделяют сыворотку кислотно-сычужные сгустки; в них быстрее по сравнению с кислотными происходят перегруппировка белковых частиц и уплотнение пространственной структуры. Отделение сыворотки легче регулировать в обезжиренном сгустке, так как затрудняет выделение влаги из пространственной сетки сгустка, поэтому жирный и полужирный творог часто вырабатывают раздельным способом.

Температура сквашивания 26-32°C способствует получению творога стандартной кислотности и влажности. При более высоких температурах увеличиваются размеры белковых частиц сгустка и степень выделения сыворотки при самопрессовании, в результате чего может получиться излишне обсушенный продукт с крошливой консистенцией.

Определение окончания сквашивания молока – важный момент при производстве творога. Обработка сгустка при недостаточной кислотности приводит к получению продукта с резиновой консистенцией, а при излишней кислотности продукта – с мажущей консистенцией и кислым вкусом, что обусловлено взаимодействием молочной кислоты с казеиновым комплексом (отщеплением от него кальция).

Окончание процесса сквашивания устанавливают по виду и кислотности сгустка. Кислотность должна составлять 55-60 (рН 5,05-5,15), при кислотно-сычужном 70-80 (рН 4,5-4,7), при кислотном способах.

Образующийся в процессе сквашивания плотный сгусток самопроизвольно сжимается и выделяет сыворотку. Отделение сыворотки начинается в изоэлектрической точке казеина при рН 4,6-4,7 для кислотного и при рН 4,7-5, для кислотно-сычужного сгустков. Нарастание кислотности при выдержке разрезанного сгустка, а также его нагревание при отстаивании ускоряют выделение сыворотки. Наиболее интенсивный синерезис сгустка наблюдается при рН 4,2-4,3, дальнейшее повышение кислотности замедляет отделение сыворотки. Уплотнению кислотно-сычужного сгустка и выпрессованию из него влаги способствует добавленный к молоку хлорид кальция. Его действие усиливается с увеличением дозы, однако вносить более 600г хлорида кальция нецелесообразно,

так как сгусток образуется слишком быстро и при низкой кислотности. А творог приобретает невыраженный вкус и резинистую консистенцию.

Кисломолочные вкус и запах творога, как и вкус и запах простокваши, формируются в период сквашивания молока. Они определяются составом бактериальной закваски и продолжительностью сквашивания. В твороге, наряду с молочной кислотой, диацетилом и ацетальдегидом, активно накапливаются летучие кислоты (уксусная, пропионовая и др.), а также свободные аминокислоты.

Влияние дозы хлорида кальция на интенсивность выделения сыворотки из сгустка

Доза CaCl <sub>2</sub> , г на 1 л молока	Количество выделившейся сыворотки (%) за определенный период времени, мин.		
	5	15	25
200	71,8	72,8	72,8
400	72,0	74,0	76,0
600	72,0	74,5	75,0
800	68,5	69,5	69,7

### **Тема: Физико-химические процессы, протекающие при выработке мороженого.**

1. Составление, пастеризация и гомогенизация смеси.
2. Охлаждение и созревание мороженого.
3. Замораживание и взбитие мороженого.
4. Закалка мороженого.
5. Пороки.

Среди молочных продуктов мороженое занимает особое место по разнообразию входящих в него продуктов. При производстве мороженого используют цельное и обезжиренное молоко, сливки в сгущенном и сухом виде, масло, сахар, стабилизаторы, различные вкусовые и ароматические наполнители – кофе, какао, фрукты и др. кроме высокой калорийности, питательной ценности мороженое обладает и диетическими свойствами и по назначению врачей применяются при ряде заболеваний.

По составу основных частей мороженое подразделяется на молочное, сливочное, пломбир, мороженое с различными наполнителями и фруктовое. Из физико-химических процессов производства мороженого наиболее важными являются следующие: составление смеси, ее пастеризация, гомогенизация, охлаждение, созревание, взбитие мороженого, закалка и изменения его при хранении.

#### **1. Составление, пастеризация и гомогенизация смеси.**

Смесь для замораживания (по П. Ребиндеру) представляет жидкообразную дисперсную систему, имеющую определенную структуру. Составляют смесь по рецептуре, смешивая ее составные части в специальных аппаратах или ваннах. Жидкую смесь пастеризуют при температуре 75-85°C с выдержкой 5-20 мин, что вызывается содержанием жира и белков в смеси, которые оказывают защитное действие на микрофлору, подлежащую уничтожению. От температуры пастеризации зависит вязкость смеси.

Составные части мороженого должны быть тонко раздроблены (**диспергированы**), чтобы оно имело нежную консистенцию. Для этого смесь гомогенизируют. При **гомогенизации** уменьшается величина жировых шариков (они не отстаиваются).

Наилучшее качество мороженого получается гомогенизацией смеси при 85°С и 125 ат для молочного мороженого, 175 ат – сливочного – 200 ат – пломбира. При недостаточном давлении гомогенизатора получается мороженое с рыхлой, с нежной структурой, неоднородной консистенцией. При повышенном давлении гомогенизации в смеси возрастает пучкование и комкование жира, что повышает вязкость и мороженое приобретает излишнюю плотность.

При гомогенизации изменяется физическое состояние белковых веществ – частицы казеина агрегируют, увеличиваясь в размерах вязкость смеси повышается, что способствует лучшей взбиваемости и получению мороженого хорошей консистенции.

### **3. Охлаждение и созревание смеси.**

После гомогенизации жир в жировых шариках находится в жидком состоянии, поэтому смесь охлаждают приблизительно до 2-4°С, чтобы перевести большую часть жира в **твердое** состояние.

**Охлажденная смесь созревает** в течении 4-20 ч при температуре охлаждения. Созревание необходимо для последующего улучшения взбиваемости смеси, консистенции и структуры готового мороженого. При созревании смеси сильно загустевает, что объясняется набуханием молочных белков и особенно стабилизаторов, вследствие чего количество свободной воды в смеси уменьшается.

Продолжительность выдержки смеси при созревании зависит от способности стабилизаторов к набуханию. **Стабилизаторы** формируют структурно-механические свойства смесей и это обуславливает величину вязкости, скоростью замораживания, таяния и т.д. Каждый стабилизатор имеет свои показатели гидрофильности, способности желатинировать смеси.

В качестве стабилизаторов в настоящее время используют метилцеллюлозу, агароид, альгинат натрия, модифицированный желирующий картофельный крахмал, желатин.

Вязкость смеси со всеми стабилизаторами увеличивается с повышением концентрации стабилизатора, а поверхностное натяжение – уменьшается. Агароид дает наибольшую вязкость смеси. С повышением концентрации наиболее резко поднимается вязкость смесей с желатином.

Наибольшей влагоудерживающей способностью обладает агароид. Наибольшую прочность структуры в смесях (по показателю предельного напряжения сдвига смеси) имеет пломбирная смесь с агароидом, наименьшую – с метилцеллюлозой). Прочность структур с различными стабилизаторами, объясняется различной желирующей их способностью.

При созревании вещества смеси адсорбируют на поверхности жировых шариков. В начале адсорбция происходит быстро, затем замедляется и заканчивается лишь к концу созревания. Смесей мороженого, в которые не введен желатин, продолжительному созреванию не подвергаются.

### **3.Замораживание смеси.**

**Смесь замораживают в фризерах или мороженицах.** Во фризерах она не только замораживается, но и насыщается воздухом. Физико-химические процессы, протекающие при замораживании смеси, обуславливают структуру мороженого, следовательно, в значительной степени его качество.

При замораживании выделяются **кристаллы льда**, количество их и условия срастания зависят от фрезерования, взбитости, скорости замораживания. В процессе фрезерования количество вымороженной воды увеличивается, следовательно, в незамерзшей части раствора остающиеся составные части концентрируются, в результате чего температура замерзания смеси снижается.

В процессе замораживания смеси не только образуются кристаллы льда, но и частично **кристаллизуются сахароза**. Большая часть ее остается в растворе в пересыщенном состоянии, из которого она не выкристаллизовывается. Замораживание способствует разрушению жировой эмульсии и коллоидного состояния смеси.

Чтобы структура мороженого была нежной, образующиеся кристаллы льда должны быть по возможности мельче. Большая вязкость смеси для мороженого препятствует образованию крупных кристаллов льда, особенно при ее перемешивании. В месте образования кристалла температура повышается вследствие скрытой теплоты плавления.

**При плохом перемешивании кристаллизация происходит медленно в результате образуются крупные кристаллы льда.** Низкая температура замораживания способствует быстрой кристаллизации, сопровождающейся образованием мелких кристаллов и нежной структуры мороженого.

В фризерах периодического действия смесь замораживают до  $-3,5 \pm -4^{\circ}\text{C}$ , во фризерах непрерывного действия до  $-6^{\circ}\text{C}$ . При таком замораживании от 30 до 50 % всей находящейся в смеси воды переходит в лед.

Во время замораживания смесь во фризерах взбивают специальными мешалками. Способность взбиваться неодинакова у различных смесей мороженого. Скорость взбивания зависит от взбивающегося механизма, вязкости замерзающей смеси и от степени удерживания в смеси введенного воздуха. Взбитость будет максимальной при одинаковых количествах вводимого в смесь и выходящего из нее воздуха.

Вводимый в смесь воздух образует ячейки, причем большие пузырьки воздуха не удерживаются и выходят наружу, а мелкие, отличающиеся большей устойчивостью, остаются в смеси. Способность к взбиваемости и удержанию воздуха в смеси зависит от прочности перегородок между воздушными ячейками.

Прочность перегородок определяется поверхностным натяжением, а также силой сцепления. Когда количество воздуха в смеси увеличивается, стенки ячеек становятся тоньше, в результате чего сцепление между стенками уменьшается.

При сбивании с увеличением количества воздуха и числа ячеек в смеси последние приближаются одна к другой, столкновения между ними учащаются, что ведет к разрыву их и освобождению воздуха. Наконец наступает насыщение смеси воздухом и дальнейшее введение его становится невозможным.

Средний диаметр ячейки в мороженом хорошего качества должен быть 60-80 мк. При этих условиях толщина перегородок составляет 12-25 мк. В хорошо взбитых образцах они относительно тоньше.

Наличие в смеси желатина и повышенного количества сухого остатка молока обуславливает лучшую взбиваемость, так как ослабляет внутреннее сцепление смеси; чем крупнее жировые шарики, тем сильнее влияние жира. Практически в смеси для мороженого колебание в содержании жира и сухого остатка молока в тех пределах, в которых они обычно наблюдается, не оказывают большого влияния на взбиваемость.

Наилучшая взбиваемость смеси наблюдается при содержании в ней 12-13 % сахара, 12-14 % жира. Повышение количества этих веществ сопровождается уменьшением взбитости мороженого влияет на прочность структуры – снижение взбитости от 70 до 30 % резко увеличивает предельное напряжение сдвига.

#### **4. Закалка мороженого.**

Замороженную смесь вынимают из фризерах, выкладывают в специальные гильзы, формы или какую-либо тару и переносят в специальные холодильные камеры для заправки при температуре  $-18 \pm -30^{\circ}\text{C}$ , в процессе заправки замораживается оставшаяся вода и мелкие кристаллы. Это придает мороженому надлежащую плотность. Вместе с тем оно получает большой запас холода для медленного таяния.

Прочность структуры мороженого зависит от содержания воды и жира. В молочном мороженом на 1 % жира приходится около 5 % воды, в пломбире – 2,5 %, поэтому прочность структуры молочного почти в 1,5 раза выше пломбира.

При более низкой заправке ( $-30^{\circ}\text{C}$ ) мороженого сильно противодействует таянию, чем после  $-18^{\circ}\text{C}$ . Повышенная концентрация мелких жировых шариков задерживает таяние мороженого.

#### **5. Пороки мороженого.**

При соприкосновении смеси для мороженого с оборудованием (с коррозированным железом или медью) в ней растворяются металлы и у мороженого, появляется **металлический привкус**.

Растворенное железо или медь способствует окислению молочного жира, что вызывает повышение в мороженом салостого, олеинового, а иногда и **рыбного привкуса**.

Вследствие окисления жира мороженое, особенно фруктовое, иногда приобретает **затхлый вкус**. Это объясняется высокой кислотностью фруктового мороженого, которая усиливает привкус окисленных жиров. Содержание 0,00013 % меди в мороженом при хранении его вызывает появление такого **затхлого привкуса**.

**Грубая структура** мороженого обусловлена наличием в нем крупных кристаллов льда. При такой структуре увеличены воздушные ячейки и утолщены перегородки между ячейками.

**Снежная или хлопьеобразная** структура появляется, если в мороженом содержится большое количество воздуха ячеек, которые образуются при недостатке в смеси сухих веществ. Когда мороженое выгружают из фризера, замерзшие перегородки ячеек разрушаются и мороженое приобретает хлопьевидную структуру.

**Песчанистость** в мороженом появляется при кристаллизации лактозы. Кристаллы молочного сахара тверды и не сразу растворяются во рту. Кристаллизация сахара происходит в результате избыточного содержания его в смеси.

**Крошливость**, наблюдаемая в сливочном мороженом, связана с пониженной степенью гидратации белков, что обусловлено повышенной кислотностью или высоким содержанием кальциевых солей. Вообще этот порок вызывается рядом причин: слишком высокой взбитостью мороженого, крупными воздушными ячейками, низким содержанием желатина.

**Плотная консистенция** получается у плохого взбитого мороженого, особенно в случае высокого содержания сухих веществ. Такая консистенция часто наблюдается в мороженом, приготовленном не во фризерах, а в мороженицах.

**Тягучая, упругая, тестообразная** консистенция мороженого наблюдается при высокой концентрации желатина, образующего плотный гель. Обычно при такой консистенции мороженого тает медленно.

Одной из причин пороков вкуса и запаха мороженого являются пороки молока, молочных и пищевых добавок, используемых при его производстве.

Некоторые порока могут возникнуть в результате нарушения правил расчета и составления смесей, а также параметров технологического процесса производства продукта.

**Чрезмерная или недостаточная сладость продукта.** Совершенно невозможно дать какие-либо точные указания об оптимальном содержании сладких веществ, так как вкусы потребителей в отношении сладости продукта различны.

**Недостаточно интенсивный или слишком резко выраженный вкус (или нетипичный вкус).** Умение правильно определить надлежащую интенсивность вкуса, запаха и аромата мороженого требует большого навыка. Вкус мороженого должен быть типичным для каждого отдельного случая.

Можно привести примеры нетипичного вкуса мороженого:

иметь резко выраженный вкус ванилина;

фруктовые экстракты не всегда бывают по вкусу достаточно похожи на фрукты, вкус которых они должны заменять.

Избыточное внесение органических кислот может вызвать излишне кислый вкус плодово-ягодного мороженого.

**Недостаточное сочетание вкусов.** Зачастую вкусы, приятные в отдельности, совместно дают весьма неудачные комбинации. Например, некоторые сорта меда хорошо сочетаются с ванилином, другие же – наоборот. Возможность получения неудачного сочетания вкусов необходимо иметь в виду, особенно при изготовлении слоеного мороженого.

**Пороки структуры и консистенции.** В мороженом встречаются следующие пороки структуры: грубая или льдистая; хлопьевидная или снежистая; маслянистая.

**Грубая, или льдистая структура.** Как известно, хорошее мороженое хорошего качества должно иметь нежную структуру. Это означает, что кристаллы льда и другие твердые частицы, присутствующие в мороженом, должны иметь малые размеры.

Грубая структура возникает при наличии в мороженом крупных кристаллов льда и общей грубости строения продукта. На структуру мороженого оказывают влияние режимы гомогенизации, продолжительность созревания смеси, процесс фрезерования и ряд других факторов.

**Хлопьевидная или снежистая структура.** Сущность этого дефекта структуры мороженого вполне достаточно характеризуется названием. Причиной этого является присутствие в мороженом большого количества воздуха в виде крупных воздушных пузырьков.

Крупные размеры воздушных пузырьков обуславливаются несколькими факторами: низким содержанием сухих веществ, СОМО, стабилизаторов и высоким количеством жира. При разрушении крупных воздушных пузырьков в процессе фрезерования мороженое приобретает хлопьевидный вид.

**Песчанистость мороженого.** Причиной песчанистости является присутствие в мороженом лактозы в виде крупных кристаллов. Продукт имеет выраженный порок – во рту появляется ощущение песка. Основная мера борьбы с появлением песчанистости – ограничение содержания молочного сахара.

**Маслянистая структура.** Этот порок наблюдается в мороженом высокой жирности. Мороженое с маслянистой структурой содержит комки молочного жира, которые явно ощущаются во рту. Причина этого дефекта заключается в сбивании жира во рту во время замораживания смеси во фризере.

К порокам консистенции мороженого относится крошливая, тягучая, тестообразная, жидкая, водянистая, творожистая консистенция.

**Крошливая, хрупкая консистенция.** Мороженое называют крошливым в том случае, когда оно легко крошится. Поверхность такого мороженого, если провести по ней ножом, становится шероховатой и хрупкой. Факторы вызывающие крошливость: низкое содержание в смеси СОМО и стабилизатора; высокая взбитость смеси и наличие крупных воздушных пузырьков.

**Тягучая, тестообразная консистенция.** Мороженое после таяния имеет вид тестообразной, тягучей массы.

Главная причина – высокое содержание стабилизатора и СОМО при недостаточной взбитости.

**Жидкая, водянистая консистенция.** Мороженое с данным пороком производит впечатление недостаточно жирного. Оно быстро тает, после таяния превращается в жидкость, напоминающую молоко.

**Творожистая консистенция.** После таяния такого продукта образуется мутная сыворотка, создавая впечатление, что молоко свернулось. Причиной этого порока является высокое давление гомогенизации, повышенная кислотность, большое содержание кальция.

**Пороки цвета и упаковки.** Мороженое должно иметь привлекательную, приятную окраску. К порокам цвета относят недостаточно или сильно выраженную окраску, а также неровную и ненатуральную окраску.

Порок упаковки особого рассмотрения не требует – мороженое должно быть аккуратно завернуто и упаковано.

**Пороки усадки.** Серьезное значение приобретает явление усадки мороженого в упаковке, которое может выражаться либо в отставании мороженого от стенок,

либо в значительном понижении его уровня. Наблюдается это явление в основном в мороженом, содержащем крупные воздушные пузырьки.

### Содержание основных компонентов в мороженом на молочной основе.

Мороженое	Вода, %	Белки, %	Жир, %	Углеводы, %		Органические кислоты, %	Минеральные вещества, %	Энергетическая ценность 100 г	
				лактоза	сахароза			ккал	кДж
Молочное									
без наполнителей	71	3,2	3,5	5,8	15,5	0,19	0,8	126	529
Крем-брюле	70	3,5	3,5	5,6	16,5	0,10	0,8	134	562
С плодами и ягодами	71	3,8	2,8	5,0	16,0	0,27	0,5	125	525
Сливочное									
без наполнителей	66	3,3	10,0	5,8	14,0	0,12	0,8	179	751
Крем-брюле	65	3,5	10,0	5,6	15,0	0,10	0,8	186	781
С плодами и ягодами	67	3,8	8,0	5,0	15,0	0,25	0,7	165	693
Пломбир									
Без наполнителей	61	3,2	15,0	5,8	14,0	0,09	0,9	227	953
Крем-брюле	59	3,0	15,0	6,0	16,0	0,07	0,9	235	987
С плодами и ягодами	63	4,0	12,0	4,9	15,0	0,26	0,7	205	861

### Биохимические и физико-химические процессы при производстве кисломолочных продуктов

**Контрольные вопросы и задания.**

- Какие биохимические и физико-химические процессы лежат в основе производства большинства кисломолочных продуктов?
- Чем характеризуется брожение молочного сахара при выработке простокваши, кефира и кумыса?
- Расскажите о механизме кислотной коагуляции казеина.
- Как влияют режимы пастеризации на структурно-механические и синергетические свойства белковых сгустков?
- Какие затруднения возникают при выработке творога из гомогенизированного молока?
- Перечислите методы контроля эффективности пастеризации и гомогенизации молока и сливок.
- Объясните сущность явлений тиксотропии и синерезиса.
- Для каких продуктов желательно наличие в структуре сгустков тиксотропно-обратимых связей, и для каких – необратимо разрушающихся?
- Как предотвратить отделение сыворотки в кисломолочных продуктах при резервуарном способе производства?
- Почему кефир и кумыс имеют разное содержание спирта?
- Чем отличается структура сметаны от структуры простокваши?
- Какие факторы способствуют повышению вязкости сметаны?
- Какие вещества обуславливают вкус и запах простокваши, сметаны и кефира?
- Как предупредить появление пороков консистенции творога?
- Назовите пороки вкуса кисломолочных продуктов биохимического происхождения.
- Какие главные факторы определяют структуру и консистенцию мороженого?

## **Тема 2.7. Микробиология заквасок и кисломолочных продуктов**

### **Тема: Микробиология кисломолочных продуктов**

#### **1. Диетические и лечебные свойства кисломолочных продуктов**

#### **2. Ацидофильные продукты**

#### **3. Продукты с бифидобактериями**

#### **4. Микробиологический контроль производства кисломолочных продуктов**

Кисломолочные продукты получают сквашиванием молока или сливок чистыми культурами молочнокислых бактерий, иногда с участием дрожжей и уксуснокислых бактерий. В процессе сквашивания протекают сложные микробиологические и физико-химические процессы, в результате которых формируются вкус, запах, консистенция и внешний вид готового продукта.

#### **1. Диетические и лечебные свойства кисломолочных продуктов**

Кисломолочные продукты имеют большую ценность с точки зрения физиологии питания. Под действием молочной кислоты казеин молока коагулирует в виде мелких хлопьев и усвояемость кисломолочных продуктов повышается. Так, простокваша в течение 1 ч усваивается организмом человека на 92 %, а цельное молоко — на 32 %.

В таких кисломолочных продуктах, как кефир и простокваша, содержатся жирорастворимые витамины А, D, E, которые накапливаются в результате жизнедеятельности бактерий.

Творог и кисломолочные напитки богаты солями фосфора, кальция, магния, участвующими в обмене веществ организма человека.

Кумыс, кефир, ацидофильно-дрожжевое молоко содержат диоксид углерода и молочную кислоту, следы алкоголя, которые оказывают сильное секреторное воздействие на пищеварительные железы, что улучшает процесс пищеварения и усвоения пищи.

Кисломолочные продукты содержат в достаточном количестве незаменимые легкоусвояемые аминокислоты.

В связи с широким применением антибиотиков в медицине повысилась роль продуктов, содержащих ацидофильные палочки и бифидобактерии. Их использование дает возможность восстановить нормальную микрофлору кишечника, угнетаемую антибиотиками.

**Кефир.** Единственный кисломолочный напиток, вырабатываемый на естественной симбиотической закваске — кефирных грибах, в состав которых входят мезофильные молочнокислые стрептококки, мезофильные молочнокислые и термофильные палочки типа стрепто- и бетабактерий и болгарской палочки, также дрожжи и уксуснокислые бактерии.

Процесс сквашивания и созревания кефира ведут при температуре не выше 25 °С, поэтому остаточная микрофлора пастеризованного молока размножается незначительно. При производстве кефира основным источником обсеменения является кефирная закваска. Молоко обсеменяется различными микробами также с оборудования.

После сквашивания кефир охлаждают до 14-16 С и он созревает 10-12 часов.

**В формировании** качества кефира основную роль играют микроорганизмы, входящие в состав естественной симбиотической закваски, посторонняя микрофлора является возбудителями порчи продукта.

**Мезофильные молочнокислые стрептококки** (молочный, сливочный) обеспечивают активное кислотообразование и формирование сгустка. Их количество в готовом продукте достигает  $10^9$  клеток в 1 мл.

**Ароматобразующие молочнокислые стрептококки** в кефирной закваске представлены в основном *Leu. dextranicum*, который развивается медленнее молочного и сливочного стрептококков. Его развитие может стимулироваться при размножении дрожже

Ароматобразующие молочнокислые стрептококки образуют ароматические вещества и углекислый газ. Их количество в кефире составляет  $10^7$  —  $10^8$  в  $1\text{ см}^3$ .

**Мезофильные молочнокислые палочки** типа стрепто- и бета-бактерий составляют в кефире  $10^2$  —  $10^3$  в  $1\text{ см}^3$  и не могут существенно влиять на качество продукта. При контроле кефира их не учитывают.

Количество термофильных молочнокислых палочек в кефире достигает  $10^7$  —  $10^8$  в  $1\text{ см}^3$ . При повышенных температурах и увеличении продолжительности процесса сквашивания их количество может достигать  $10^9$  в  $1\text{ см}^3$  и приводить к перекисанию продукта.

**Дрожжи** развиваются значительно медленнее, чем молочнокислые бактерии, поэтому увеличение их количества отмечается во время созревания продукта и составляет  $10^6$  в  $1\text{ см}^3$ .

**Уксуснокислые бактерии** развиваются медленно и содержатся в кефире в количестве  $10^4$  —  $10^5$  в  $1\text{ см}^3$ . Они способствуют формированию сгустка, излишнее развитие бактерий может привести к появлению слизистой и тягучей консистенции продукта.

Посторонние микроорганизмы, попадающие при производстве кефира, могут привести к пороку продукта.

Возможные пороки кефира, их причины и способы устранения или предупреждения приведены в табл

Порок	Причина	Способ устранения или предупреждения
Наличие бактерий группы кишечных палочек	Обсеменение с оборудования, из закваски	Тщательная мойка и дезинфекция оборудования
Медленное сквашивание	Ослабление активности вследствие перекисания закваски	Повышение в закваске содержания мезофильных молочнокислых стрептококков
Слишком быстрое сквашивание и перекисание	Интенсивное развитие термофильных молочнокислых палочек	Снижение температуры сквашивания, уменьшение количества закваски
Невыраженный вкус	Слабое развитие	Снижение температуры

	ароматобразующих стрептококков из-за высокой температуры сбраживания	сбраживания
--	---	-------------

**Творог.** Творог — белковый кисломолочный продукт, получаемый в результате сбраживания молока с последующим удалением сыворотки. Основными микроорганизмами, обеспечивающими активное кислотообразование с начала процесса сбраживания, являются мезофильные молочнокислые стрептококки закваски (*Lac. lactis*, *Lac. cremoris*, *Lac. diacetylactis*, *Leu. dextranicum*). Их количество в готовом твороге достигает  $10^8$ — $10^9$  клеток в 1 г. В состав закваски для творога, вырабатываемого ускоренным способом, входят также термофильный стрептококк.

Температура сбраживания летом—28-30 С, а зимой 30 – 32 с. Продолжительность сбраживания — 6-8 часов.

При ускоренном способе выработки заквашивают молоко при 35-38 С и продолжительность сбраживания — 4-5 часов.

В твороге могут обнаруживаться дрожжи, попадающие в молоко с поверхности оборудования и с кефирной закваской. Они вызывают вспучивание продукта при длительном его хранении в условиях положительных температур.

**Уксуснокислые бактерии** могут попадать в молоко с поверхности оборудования, из кефирной закваски или кефира. В процессе производства они могут вызывать тягучесть сгустка, в готовом продукте — появление нечистого вкуса.

**Плесневые грибы** попадают в творог с поверхности оборудования, из воздуха. Они вызывают плесневение и горький вкус продукта, развиваются на поверхности творога при длительном хранении в условиях низких положительных температур.

**Бактериофаг** попадает в молоко вместе с лизогенными штаммами закваски, с поверхности оборудования, из воздуха. Его распространению способствуют разбрызгивание сыворотки, не регулярная мойка оборудования, перемешивание молока и сыворотки. Развиваясь, бактериофаг лизирует клетки заквасочных микроорганизмов, что приводит к замедлению процесса сбраживания и активному размножению посторонних микроорганизмов, в первую очередь — термоустойчивых молочнокислых палочек и бактерий группы кишечных палочек, которые вызывают пороки вкуса.

#### **Сметана.**

Продукт получают из нормализованных пастеризованных сливок путем сбраживания их закваской с созреванием при низких температурах.

Сливки при производстве сметаны пастеризуют при высоких температурах, поэтому в остаточной микрофлоре преобладают термоустойчивые молочнокислые палочки и споры бактерий.

В состав заквасок для сметаны вводят *Lac. lactis*, *Lac. cremoris*, *Lac. diacetylactis*, *Leu. cremoris*, *Leu. dextranicum*.

В целях ускорения кисломолочного процесса и улучшения качества продукта в составе заквасок для сметаны широко используют термофильные стрептококки, уксуснокислые бактерии, ацидофильные палочки.

Процесс сквашивания происходит при 22-28 °С – при использовании мезофильных молочнокислых стрептококков, и при 28-32 °С при использовании мезофильных и термофильных.

Длительность сквашивания составляет от 8 до 16 часов в зависимости от вида сметаны.

### **Йогурт и простокваша южная.**

При выработки этих продуктов проводят пастеризацию при 92-95 °С в течение 3 часов. Температура заквашивания 40- 45 °С. Закваску вносят в кол-ве 1-5 %.

Состав закваски: термофильный стрептококк и болгарская палочка (соотношение 4:1 для простокваши и 1:1 – для йогурта)

Процесс сквашивания длится 3-5 часов до кислотности 75-80 Т.

Содержание микроорганизмов в 1 мл продукта – 10-10 клеток

Излишнее количество термофильного стрептококка может привести к пороку – **тягучая вязкая консистенция.**

***Болгарская палочка может вызвать излишнюю кислотность.***

### ***Дрожжи- вспучивание***

***БГКП – нестандартная продукция.***

***Термоустойчивые м\кислые палочки - излишняя кислотность.***

### **Ряженка и варенец.**

Пастеризацию молока проводят при 92-95 °С в течение 3 часов. В результате топления молоко приобретает буроватый оттенок и вкус топленого молока. Молоко охлаждают до 40-45 °С и вносят закваску термофильного м\кислого стрептококка в кол-ве 3-5 %. Иногда добавляют болгарскую палочку в соотношении к стрептококку 1: 4.

Сквашивание длится 3-6 часов до кислотности 80-90 Т.

Содержание м\организмов в 1 мл -10 \* клеток.

Основной процесс сквашивания ведут термофильные м к стрептококки, но в отсутствии болгарской палочки он развивается хуже и сквашивание е может затянуться до 5-6 часов.

## **2. Ацидофильные продукты.**

К этой группе продуктов относят ацидофильное молоко, ацидофин, ацидофильно-дрожжевое молоко, ацидофильную пасту, детские ацидофильные смеси.

**Ацидофильное молоко.** Продукт готовят, сквашивая пастеризованное молоко чистыми культурами ацидофильных бактерий, они участвуют в активном сквашивании молока, формировании сгустка, консистенции, лечебных свойств продукта. Их количество в готовом продукте достигает  $10^8$  клеток в 1 см<sup>3</sup>. Молоко пастеризуют при 92—95 °С 2—3 мин. Закваску вносят в объеме 1 -5 %, Молоко сквашивают при 40 °С до кислотности 70—80Т.

Частыми пороками ацидофильного молока и других ацидофильных продуктов является развитие в процессе сквашивания мезофильных (при температуре ниже 40 °С и термофильных при температуре 40—45 °С молочнокислых

стрептококков, а также энтерококков, развивающихся более медленно. Размножение этих микроорганизмов в процессе сквашивания приводит к образованию дряблого сгустка, нетипичного вкуса и снижению полезных свойств готового продукта.

**Ацидофилин.** Его вырабатывают из пастеризованного молока, сквашивая его закваской, состоящей из ацидофильной палочки, мезофильных молочнокислых стрептококков и симбиотической кефирной закваски в равных соотношениях.

**Ацидофильно-дрожжевое молоко.** В пастеризованное молоко вносят закваску, состоящую из ацидофильных бактерий и дрожжей. Продукт получают при смешанном молочнокислом и спиртовом брожении.

**Ацидофильная паста.** Из ацидофильного молока с кислотностью 80—90 °Т отпрессовывают часть сыворотки в мешках или отделяют ее на творожных сепараторах.

**Детские ацидофильные смеси.** *Основные усилия должны быть направлены на получение чистого в микробиологическом отношении продукта со сравнительно невысокой кислотностью:* для «Малютки» 50—80 °Т, для «Малыша» 60—80 °Т. С этой целью все компоненты подвергают тепловой обработке при 90 °С с выдержкой 2—3 мин. Основные технологические процессы: пастеризацию, охлаждение, заквашивание, сквашивание - рекомендуется проводить в одной емкости.

Обсеменение продукта посторонней микрофлорой возможно при недостаточно эффективной мойке и дезинфекции охладителя и другого оборудования.

В качестве закваски используют культуру ацидофильной палочки, которую вносят в количестве 1—3 %. Сквашивание проводят при 37—40 °С в течение 3—4 ч до кислотности 40—50 °Т. В процессе охлаждения продукта до 15—20 °С в течение 1—2 ч кислотность повышается до 50—60 °Т.

### **3. Продукты с бифидобактериями**

Продукты, обогащенные бифидобактериями, характеризуются высокими диетическими свойствами, так как содержат ряд биологически активных соединений: свободных аминокислот, летучих жирных кислот, ферментов, антибиотических веществ и микро- и макроэлементов.

Ассортимент продуктов, содержащих бифидобактерий, достаточно широк. Это кисломолочные напитки («Бифидин», «Бифилакт», йогурт, кефир, простокваша), творог, быстросозревающий сыр, масло, сливочные кремы сухие и детские молочные продукты и др.

**«Бифидин».** Технологическая схема производства кисломолочного напитка «Бифидин» предусматривает сквашивание обезжиренного молока или пахты чистыми культурами молочнокислых стрептококков и бифидобактериями в соотношении 1:4. Напиток предназначен для диетического и лечебного питания всех возрастных групп населения.

**«Бифилакт».** Для приготовления молочного напитка «Бифилакт» используются штаммы бифидобактерий и лактобактерий. Технология предусматривает культивирование бифидобактерий в течение 22 ч в молоке при 37 °С с последующим введением закваски лактобактерий. Совместное культивирование проводят в течение 16 ч. Кислотность «Бифилакта» 80 °Т, общее число

жизнеспособных клеток  $10^8$  в 1 мл. «Бифилакт» обладает высокой биологической ценностью, рекомендуется для детского и лечебного питания.

При производстве **творога** традиционным способом с использованием закваски, состоящей из мезофильных стрептококков и бифидобактерий, уменьшается количество стафилококков в готовом продукте и при хранении. Эффект угнетения роста стафилококков обусловлен непосредственным воздействием антибиотических веществ, образуемых бифидобактериями, а также наличием уксусной и молочной кислот, карбоксильных соединений.

Создана технология **сыра «Айболит»**, который относится к группе мягких сыров без созревания и обладает высокой биологической ценностью и выраженным лечебно-профилактическим действием. В составе закваски для сыра используют микроорганизмы естественной микрофлоры кишечника (молочнокислые бактерии и бифидобактерии). Готовый продукт содержит в достаточно большом количестве бифидобактерии ( $10^8$  —  $10^9$  КОЕ/г).

При внесении закваски бифидобактерий в **сливочное масло** (до  $10^5$  —  $10^6$  клеток в 1 г) качественная оценка масла повышается на 3—4 балла в сравнении с контролем. Присутствие бифидобактерий тормозит окислительные и гидролитические процессы порчи масла и позволяет сохранить его высокое качество. При развитии бифидобактерий снижается окислительно-восстановительный потенциал в масле.

Перспективным продуктом для детского питания является сухой молочный продукт повышенной биологической ценности **«Бифидолакт»**. Он предназначен для искусственного или смешанного вскармливания детей первого года жизни. Количество клеток бифидобактерий в 1 г сухого продукта должно быть не менее  $10^6$ . По бифидогенному действию «Бифидолакт» приближен к материнскому молоку и способствует повышению иммунологической защиты ребенка.

Кисломолочный продукт **«Бифилин»** производят на адаптированной молочной основе для диетического питания детей раннего возраста. Он обладает приятным кисломолочным вкусом и специфическим ароматом летучих кислот, количество живых клеток бифидобактерий в 1 мл продукта составляет  $10^9$ , кислотность - 48—55 Т.

«Бифилин» готовят, используя специально подобранные штаммы бифидобактерий, способные размножаться в молоке, вырабатывать антибиотические вещества. Продукт обладает высокой терапевтической эффективностью при вскармливании грудных детей с различными желудочно-кишечными и заболеваниями, аллергией, а также для повышения у них стойкости иммунитета.

Для питания и лечения детей первого года жизни предназначен также кисломолочный продукт, представляющий собой кисломолочную смесь **«Малютка»**, вырабатываемую из молока и других компонентов, сквашенную закваской на чистых культурах бифидобактерий, обладающих антибиотической активностью.

Кисломолочные смеси **«Малыш»** и **«Детолакт»** содержат штаммы бифидобактерий и ацидофильных палочек. Продукты отличаются высоким количеством жизнеспособных клеток бифидобактерий и низкой кислотностью.

#### **4.Микробиологический контроль производства кисломолочных продуктов**

Санитарно-гигиенический контроль производства кисломолочных продуктов заключается в проведении контроля технологического процесса производства этих продуктов, санитарно-гигиенического состояния цеха (оборудования, посуды, воздуха и др.) и готовой продукции. При контроле технологии проверяют эффективность пастеризации молока не реже 1 раза в 10 дней. При этом БГКП не должны обнаруживаться в  $10 \text{ см}^3$ .

Особое внимание должно быть уделено качеству заквасок. Их исследуют, отбирая пробы из трубы при подаче закваски в ванну, на наличие кишечных палочек. При этом БГКП не должны выявляться в 10 мл.

Контроль технологических процессов производства кисломолочных продуктов проводят один раз в месяц. Одновременно с отбором проб для контроля технологического процесса берут пробы для контроля санитарно-гигиенического состояния цеха (эффективность мойки оборудования, посуды, чистота воздуха, чистота рук и одежды рабочих и др.).

Готовую продукцию контролируют на наличие бактерий группы кишечных палочек, а при необходимости — и по микроскопическому препарату не реже одного раза в 5 дней.

БГКП не допускаются в  $0,1 \text{ см}^3$  кефира, простокваши, йогурта, ацидофильного дрожжевого молока, напитков «Южный», «Новинка» и др.

В сметане «Городская» 20%-ной и 25%-ной жирности (без наполнителей) БГКП не должны обнаруживаться в  $0,01 \text{ см}^3$ , а в сметане всех остальных видов, пасте ацидофильной «Столичной» и твороге мягком диетическом БГКП не допускаются в  $0,001 \text{ см}^3$  (г).

Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, и кисломолочных продуктах не допускаются в 25 г.

При ухудшении микробиологических показателей готового продукта проводят дополнительный контроль технологических процессов этих продуктов для установления причин, влияющих на качество готовой продукции.

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

1. Чем обусловлены диетические и лечебные свойства кисломолочных продуктов?
2. Из каких источников микроорганизмы могут попадать в кисломолочные продукты?
4. Какие микроорганизмы входят в состав закваски для кефира ?
5. Из каких видов микроорганизмов состоят закваски для творога, сметаны, простокваши, йогурта, варенца, ряженки?
- 6.Какими заквасками сквашивают молоко при производстве ацидофилина, ацидофильно-дрожжевого молока, ацидофильной пасты?
7. Назовите пороки кисломолочных продуктов,
8. Как контролируют производство кисломолочных продуктов?

## Тема: Закваски

1. Выделение чистых культур молочнокислых бактерий и определение их производственной ценности
2. Классификация заквасок
3. Принципы подбора культур в состав заквасок
4. Приготовление и применение заквасок в производственных условиях
5. Требования к молоку, используемому для производства заквасок
6. Перспективные способы приготовления и применения заквасок
7. Пороки заквасок
8. Микробиологический контроль качества заквасок

### 1. Выделение чистых культур молочнокислых бактерий и определение их производственной ценности

**Заквасками называют чистые культуры микроорганизмов, используемых при приготовлении кисломолочных продуктов, кислосливочного масла и сыров.**

Для поддержания заквасок в наиболее активном состоянии необходимо постоянно производить замену заквасочных микроорганизмов новыми штаммами молочнокислых бактерий, что связано с изменением биологических свойств заквасочных штаммов при их длительном культивировании и хранении.

Этим обусловлена необходимость выделения чистых культур молочнокислых бактерий с целью получения производственно ценных штаммов заквасочных микроорганизмов.

**Выделение чистых культур молочнокислых бактерий включает ряд этапов:** выбор источников, отбор образцов, посев на жидкую питательную среду для обогащения молочнокислой микрофлорой, посев на плотную среду для выделения чистой культуры, пересев чистой культуры (колоний) в стерильное молоко, исследование биологических свойств выделенных штаммов в целях их идентификации и определения производственной ценности.

**1. Источниками** выделения мезофильных молочнокислых бактерий являются сырое молоко, оборудование, самоквасные кисломолочные продукты, а также растения, корни растений, иногда почва, расположенная в зоне корневой системы. Термофильные молочнокислые стрептококки и болгарскую палочку выделяют из самоквасных кисломолочных продуктов южных регионов. Ацидофильную палочку — из содержимого кишечника телят и грудных детей. Теморфильную палочку выделяют из твердых сыров с высокой температурой второго нагревания (типа швейцарского).

Для выделения мезофильных молочнокислых стрептококков 1 г пробы растирают в стерильной ступке и готовят разведение 1:10 на физиологическом растворе. Полученную суспензию засевают в стерильное молоко (10 см<sup>3</sup> в объеме 0,25—0,5 см<sup>3</sup>). Если культуру выделяют из кисломолочных продуктов, то одну каплю продукта вносят бактериологической петлей в стерильное молоко. Посевы термостатируют при 25—30 °С до свертывания молока.

После проверки сгустка на типичность органолептических свойств и микрофлоры полученную обогащенную культуру, выращенную на стерильном

молоке, высевают на плотную питательную среду (агар с гидролизированным молоком). Посевы термостатируют в течение 48 ч.

Колонии просматривают под малым увеличением микроскопа. Типичные для каждой группы микроорганизмом колонии переносят в пробирки с молоком. Из одного образца ( из одной чашки Петри) выделяют по 5 колоний и термостатируют до образования сгустка, но не более 48 ч.

Выделенные штаммы молочнокислых бактерий характеризуют по микроскопической картине, продолжительности (активности) свертывания молока и органолептическим свойствам.

Штаммы, имеющие неравномерные по размеру клетки, инволюционные формы, загрязненные посторонней микрофлорой, отбраковываются. Сгусток молока должен быть ровным, плотным, с чистыми кисломолочными вкусом и запахом. Кислотность сгустка через 10 ч должна быть 80—85 °Т, через 24 ч -100—110 °Т (у активных кислотообразователей).

Активность свертывания и органолептические свойства выделенных штаммов являются наиболее важными и решающими показателями, определяющими пригодность их для использования в производстве.

## 2. Классификация заквасок

Различают **одноштабмовые** закваски, состоящие из одного штамма микроорганизма, **многоштабмовые** — из нескольких штаммов одного вида и смешанные закваски, в состав которых входят многие штаммы разных видов микробов. По составу микрофлоры основные закваски, применяемые в [молочной промышленности, подразделяют на

3 группы: **бактериальные, грибковые и смешанные.**

### Закваски для молочной промышленности

Закваски	Микроорганизмы	Продукт
Бактериальные: Мезофильные молочнокислые стрептококки	Lac. lactis, Leu. cremoris, Lac.cremoris,Lac. iacetylactis, Leu. dexiranicum	Творог, сметана, простокваша и другие кисломолочные продукты, сливочное масло, мелкие твердые сыры
термофильные молочнокислые бактерии	Str ihermophilus, Lbm. bulgaricum,Lbm.	Мечниковская и Южная простокваши,ряженка, йогурт, варенец,ацидофилин, крупные твердые сыры
бактерии, участвующие в созревании сыра	cidophilum, Lbm, lielveticum, Lbm. lactis Пропионовокислые бактерии, Lbm, rhamnosus (казеинкультура), Brevibacterium linens (вырабатывает красную слизь)	Сыры с высокой температурой второго нагревания, мягкие сыры

Грибковые: Культура рокфора культура камамбера	Penicillium roqueforti Pen. camemberti, Pen. candidum	Сыр рокфор Сыр камамбер
Смешанные бактериаль- но-грибковые	Lac. lactus, Lbm. caucasicum, Lbm, brevis, дрожжи Saccharomyces lactis и рода Tonilopsis. уксуснокислые бактерии	Кефир, кумыс

*Закваски, выращиваемые в специальных лабораториях, называются маточными или лабораторными.* Они являются основой для получения производственных заквасок.

### 1. Принципы подбора культур в состав заквасок

*Важным показателем качества закваски является ее пригодность для производства заданного продукта,* что должно быть проверено исследованиями в производственных условиях.

При составлении заквасок необходимо учитывать специфические свойства вырабатываемого продукта, температурные режимы производства, взаимоотношения между микроорганизмами, возможность развития бактериофага и др.

В зависимости от назначения в состав заквасок вводят штаммы, обладающие определенными особенностями.

Так, закваски для **производства масла** должны иметь свойства кислото- и ароматобразования, незначительную протеолитическую активность. Для масла, предназначенного для непосредственного использования, подходят закваски D и LD, поскольку желательное быстрое и сильное ароматообразование. Для масла, предназначенного для длительного хранения, больше подходят закваски L, поскольку в этом случае необходим постоянный мягкий аромат.

Для **простокваши и сметаны** наиболее пригодными считаются закваски D, так как желательное быстрое ароматообразование. В эти закваски подбирают штаммы, образующие при свертывании молока сгустки вязкой консистенции без отделения сыворотки.

При составлении закваски для **творога** вводят штаммы, сообщающие продукту хорошие вкус и запах, образующие сгустки, легко отделяющие сыворотку.

Для получения **кисломолочных продуктов с лечебными свойствами** в состав закваски вводят ацидофильные палочки, образующие антибиотические вещества. В состав заквасок для сыров вводят молочнокислые бактерии, обладающие относительно высокой протеолитической активностью, придающие специфический вкус и аромат продукту.

При составлении заквасок необходимо учитывать также температурные режимы производства молочных продуктов. Если процесс осуществляется при 20—30 °С,

то в закваску вводят преимущественно мезофильные микроорганизмы, а при 40—45 °С - термофильные.

*Важнейшим критерием годности для объединения отдельных штаммов в многоштаммовые закваски является сочетаемость видов и штаммов. По возможности должны произойти взаимная стимуляция заквасочных микроорганизмов и антагонистическое действие, т. е. подавление развития посторонней нежелательной микрофлоры.*

На основе использования антагонизма были созданы **низиновые** и антагонистические закваски. Низиновые закваски составляют штаммы *Lac. lactis*, образующие антибиотик низин, который препятствует прорастанию спор маслянокислых бактерий.

В состав антагонистической закваски входят штаммы *Lbm. plantarum*, которые образуют незначительные количества пероксида водорода, задерживающего развитие маслянокислых бактерий.

**Штаммы, вводимые в состав заквасок, проверяют на чувствительность к бактериофагам.** Для проверок используют широко распространенные бактериофаги, известные своей агрессивностью к многочисленным штаммам.

## **2. Приготовление и применение заквасок в производственных условиях**

На молокоперерабатывающие предприятия должны поступать высококачественные закваски или их концентраты, проверенные учреждением, которое их разрабатывает и производит. Задача молокоперерабатывающего предприятия состоит в том, чтобы сохранить их полную эффективность.

**Производственные закваски** на предприятии получают в отделениях чистых культур или в специальном боксе при микробиологической лаборатории предприятия. В них необходимо поддерживать чистоту. Не допускается одновременно проводить посеvy по контролю готовой продукции, контролю условия производства и готовить закваски.

**Закваски и бактериальные концентраты** нужно использовать вскоре после получения из специальных цехов или лабораторий. До употребления их хранят в холодильнике при температуре не выше 8 °С. Нельзя применять закваски и бактериальные концентраты с истекшим сроком хранения. Флаконы с заквасками вскрывают непосредственно перед употреблением и используют все содержимое флакона сразу.

Режимы приготовления производственных заквасок зависят от вида закваски и конкретных условий производства. Для получения производственной закваски мезофильных молочнокислых стрептококков сначала готовят материнскую закваску. При этом одну порцию сухой закваски вносят в 2 л стерилизованного молока и термостатируют при 26 °С в течение 12—16 ч.

Для приготовления **первичной производственной** (промежуточной) закваски в стерилизованное молоко вносят 0,5—1 % материнской закваски и культивируют посеvy 10—12 ч. Вторичную производственную закваску мезофильных стрептококков получают посевом в пастеризованное молоко 0,5—1 % первичной производственной закваски и выращиванием посевов также в течение 10—12 ч.

**Материнскую закваску термофильного стрептококка и болгарской палочки** получают внесением одной порции сухой закваски в 100 см<sup>3</sup> стерилизованного

молока. Посевы культивируют при 3 °С в течение 5—7 ч. Для приготовления производственной закваски посевной материал вносят в молоко в количестве 1 % и сквашивают его в течение 3 ч. Таким же образом готовят закваски ацидофильной палочки. Однако культивирование проводят при температуре 38 °С в течение 5—5,5 ч.

**Бактериальный концентрат** используют для приготовления производственной закваски или непосредственно продукта после его активизации.

Для активизации сухой бактериальный концентрат растворяют во флаконе, добавляя в него 6—7 см<sup>3</sup> стерилизованного молока, воды или физиологического раствора, полученную смесь переносят в 1 л подготовленного молока.

**Для приготовления производственной закваски** полученный объем активизированного концентрата вносят в 50—60 л пастеризованного молока и культивируют при 30 °С 12—14 ч. Примерно такие же режимы используют при получении заквасок из бактериальных концентратов термофильных стрептококков и ацидофильной палочки. При этом культивирование ведут соответственно при температуре 40 и 38 °С.

Активизированный бактериальный концентрат, используемый в качестве производственной закваски, вносят в пастеризованное молоко в соотношении одна порция концентрата (6—8 л) на 2—3 тыс. л молока (мезофильные стрептококки) или одна порция на 500 л (для термофильных бактерий).

**В производстве целесообразно использовать свежеприготовленную закваску, так как она обладает наибольшей активностью.** В случае необходимости закваску охлаждают до 3—10 °С и направляют на хранение. Продолжительность хранения материнской и производственной закваски на стерилизованном молоке до 72 ч, на пастеризованном — 24 ч.

В процессе приготовления продукта производственную закваску на стерилизованном молоке вносят в молоко или сливки в количестве 1—3 %, а закваску на пастеризованном молоке — 3-5 %.

**В процессе приготовления производственной кефирной закваски восстанавливают сухие кефирные грибки, из которых и дальнейшем готовят грибковую закваску, а из нее получают культуральную производственную кефирную закваску.**

Для восстановления сухие кефирные грибки помещают в обезжиренное пастеризованное молоко в соотношении (1:40)...(1:50) и выдерживают при температуре 19—21 °С до образования сгустка в течение 20—24 ч.

В процессе сквашивания закваску перемешивают 1—2 раза. После появления сгустка кефирные грибки отделяют, помещают их в свежее пастеризованное и охлажденное молоко из расчета 1 часть кефирных грибков на 30—50 частей молока. Для полного восстановления активности микрофлоры сухих кефирных грибков достаточно 2—3 пересадок, при этом масса грибков увеличивается в 5 раз.

**Для получения грибковой закваски,** восстановленные грибки помещают в пастеризованное и охлажденное до 19 и 21 °С обезжиренное молоко из расчета 1 часть грибков на 30—50 частей молока. Через 15—18 ч закваску тщательно перемешивают, через 20—25 ч после перемешивания процеживают через

металлическое сито. Грибки, оставшиеся на сите, снова помещают в свежее пастеризованное и охлажденное молоко, а полученную культуральную закваску применяют для приготовления кефира либо производственной кефирной закваски.

Молоко при культивировании кефирных грибков меняют ежедневно приблизительно в одно и то же время. По мере роста грибки 1—2 раза в неделю отделяют с таким расчетом, чтобы соотношение между количеством грибков и молока оставалось постоянным (1:30)...(1:50). Для получения производственной кефирной закваски в пастеризованное и охлажденное до 22 °С молоко вносят 1—3 % грибковой закваски и сквашивают его 10—12 ч. Для улучшения вкуса и запаха закваску выдерживают дополнительно в течение 5—6 ч и температуре сквашивания.

**Кефирную закваску** (производственную или грибковую) используют сразу же после ее приготовления без охлаждения. При необходимости закваску хранят при температуре 3—10 °С не более 24 ч. Для приготовления кефира в молоко вносят 3—5 % производственной кефирной закваски или 1—3 % грибковой закваски

### **5. Требования к молоку, используемому для производства заквасок**

Для приготовления заквасок предпочтительнее пользоваться стерилизованным молоком, полученное из сухого молока, пригодного для закваски и не содержащего ингибиторов.

Закваски готовят также на свежем цельном или обезжиренном молоке, полученном от здоровых коров какой-либо одной молочнотоварной фермы, расположенной недалеко от лаборатории и благополучной по инфекционным болезням.

Для приготовления закваски можно использовать молоко, имеющее чистый вкус, относящееся к I группе по чистоте, к 1 классу по пробе на редуктазу, кислотностью не выше 16—18 Т, плотностью не ниже 1,028.

Стерилизацию молока для материнской закваски проводят в автоклавах при T-121 °С. Стерилизованное молоко допускается хранить при комнатной температуре в течение 3-5 суток.

Качество сырого молока, отбираемого для производства заквасок, контролируют один раз в декаду.

Качество пастеризованного молока проверяют по эффективности пастеризации. Для этого асептически отбирают 10—20 см пастеризованного молока и термостатируют при 40—45 °С в течение 24—48 ч, отмечают характер сгустка и просматривают его микроскопический препарат.

### **3. Перспективные способы приготовления и применения заквасок**

Наиболее перспективной формой заквасок являются концентраты. В принципе все закваски можно производить в виде концентратов, способы получения и применения их сходны между собой. Их используют в производстве сыра, масла, кисломолочных продуктов, исключая приготовление материнских и промежуточных культур, а в некоторых случаях и производственных заквасок.

Использование концентратов имеет следующие преимущества:  
исключение процесса приготовления производственных заквасок, который отличается высокой трудоемкостью и риском потери активности заквасок;  
беспечение заданного равновесия между штаммами;  
быстрое изменение комбинаций штаммов с эффективной их сменой для предотвращения потерь от бактериофагов;  
улучшение аромата с помощью концентратов специальных ароматообразующих культур;  
увеличение сроков хранения сырого молока добавлением концентратов закваски для подавления психротрофной микрофлоры  
Для получения концентратов заквасок пригодны питательные среды на основе обезжиренного молока и молочной сыворотки. Они дешевле по сравнению с полусинтетическими средами и способствуют выработке стабильного равновесия между штаммами.

## **7. Пороки заквасок**

В производственных заквасках наиболее часто могут возникать следующие пороки: снижение активности закваски или несквашивание молока, наличие бактерий группы кишечных палочек. излишняя кислотность, вспучивание, ослизнение, тягучесть и др.

**Снижение активности** закваски является наиболее распространенным пороком заквасок, выражающимся чаще в несквашивании молока. Причинами возникновения порока являются наличие антибиотиков и других ингибиторов в молоке, заражение закваски бактериофагом, низкое содержание сухих веществ в молоке, сезонные изменения качества молока (чаще весной), антагонистические взаимоотношения между микроорганизмами заквасок и др.

Антибиотики в молоко чаще попадают после лечения коров, больных маститами. Режимы пастеризации не вызывают полного разрушения этих препаратов в молоке, поэтому даже очень малые количества антибиотиков отрицательно влияют на рост и активность молочнокислых бактерий и других микроорганизмов заквасок. Причиной снижения активности заквасок может быть загрязнение молока моюще-дезинфицирующими веществами и другими ингибиторами.

**При сильном снижении активности** закваски, не вызываемом ингибиторами или неправильным культивированием, предполагают наличие бактериофагов, которые попадают в закваску из внешней среды или с заквасочными микроорганизмами в виде лизогенной культуры.

Для борьбы с распространением бактериофага рекомендуется частая смена закваски, введение в ее состав фагорезистентных штаммов, их чередование в закваске, проведение дезинфекции помещения и оборудования, а также поддержание асептического режима выращивания заквасок, применение питательных сред, тормозящих деятельность фагов, и др.

Несквашивание молока с пониженным содержанием сухих веществ, а также весеннее несквашивание объясняется пониженной пищевой ценностью молока, а также возможным увеличением в весенний период примеси маститного молока. Снижение активности закваски может обуславливаться развитием некоторых

видов молочнокислых стрептококков, образующих антибиотические вещества, задерживающие рост других заквасочных микроорганизмов.

**Наличие бактерий группы кишечных палочек** является следствием нарушения установленного режима пастеризации молока, несоблюдения общего санитарного состояния оборудования и личной гигиены.

В производственной закваске бактерии группы кишечных палочек не должны выявляться в  $3 \text{ см}^3$ .

**Излишняя кислотность** возникает при развитии термоустойчивых молочнокислых палочек, что обусловлено несоблюдением режима пастеризации молока, неудовлетворительной мойкой и дезинфекцией оборудования, несоблюдением температурных и других технологических режимов.

**Вспучивание** появляется в основном при развитии спорообразующей микрофлоры, оно обусловлено снижением активности закваски. Для устранения и предупреждения порока необходимо применение активной закваски или смена закваски.

**Ослизнение, тягучесть** появляются при развитии слизеобразующих штаммов сливочных стрептококков или ацидофильных палочек. Для предупреждения порока необходимо сменить закваску.

## **8. Микробиологический контроль качества заквасок**

Качество лабораторной и производственной заквасок на стерилизованном молоке контролируют по активности, предельной кислотности и продолжительности свертывания молока. В случае ее снижения проверяют чистоту закваски путем просмотра микроскопического препарата не менее чем в 10 полях зрения микроскопа.

Качество производственной закваски на пастеризованном молоке контролируют по активности, микроскопическому препарату, кислотности, содержанию БГКП и органолептическим свойствам сгустка.

Контроль кефирной грибковой закваски проводят по кислотности, содержанию БГКП и микроскопическому препарату. При возникновении пороков кефирной закваски проводят дополнительное исследование состава микрофлоры. В кефирных заквасках БГКП должны отсутствовать в  $3 \text{ см}^3$ .

**Активность закваски** контролируют по кислотности и продолжительности сквашивания. Производственные закваски для творога, сметаны и обыкновенной простокваши должны иметь кислотность  $80\text{—}85 \text{ }^\circ\text{T}$ ; для масла и сыров с низкой температурой второго нагревания —  $90\text{—}100 \text{ }^\circ\text{T}$ . Кислотность заквасок молочнокислых палочек (сырной, ацидофильной и болгарской) не должна превышать  $95\text{—}110 \text{ }^\circ\text{T}$ , кефирной —  $95\text{—}100$ , закваски для кумыса —  $130\text{—}160 \text{ }^\circ\text{T}$ .

Продолжительность сквашивания при внесении материнской закваски молочнокислых стрептококков ( $1\text{—}3 \%$ ) составляет 6–8 ч, молочнокислых палочек ( $0,5\text{—}1 \%$ ) — 4–6 ч.

**Чистоту закваски** определяют посевом ее в пробирку со стерильным обезжиренным молоком. Посевы термостатируют в течение 72 ч. Закваску молочнокислых стрептококков проверяют на наличие посторонних термофильных палочек, поэтому посевы культивируют при 40—45 °С. Закваски молочнокислых палочек контролируют на присутствие посторонних стрептококков при температуре 30—35 °С, из сгустков готовят микроскопические препараты, просматривают их и определяют наличие или отсутствие посторонних микроорганизмов.

**Микробиологические показатели** определяют просмотром микроскопического препарата, а также выявлением бактерий группы кишечных палочек.

Микроскопические препараты заквасок просматривают в 10 полях зрения. При этом в заквасках, состоящих из молочнокислых стрептококков (для сметаны, творога, простокваши обыкновенной, масла, сыров с низкой температурой второго нагревания), должны обнаруживаться только цепочки кокков и диплококки, равномерно расположенные в поле зрения микроскопа. В закваске для ряженки, варенца, простокваш Мечниковской и Южной, йогурта должны присутствовать молочнокислые стрептококки и в меньшем количестве палочки. В закваске для ацидофильной пасты и ацидофильного молока — только палочки.

В кефирной грибковой закваске должны выявляться молочнокислые стрептококки, клетки палочек и дрожжей.

В кефирной производственной закваске — молочнокислые стрептококки в преобладающем количестве, единичные палочки и клетки дрожжей.

**Присутствие бактерий группы кишечных палочек** в закваске определяют посевом ее на среду Кесслер. Закваску предварительно нейтрализуют до рН 7,4—7,6, добавляя к 10 см<sup>3</sup> закваски 1 см<sup>3</sup> 10%-ного раствора пищевой соды. Посевы термостатируют при 43 °С в течение 24 ч. Результаты оценивают по образованию или отсутствию газа в пробирке.

**Наличие бактериофага** устанавливают посевом закваски на стерильное обезжиренное молоко (10 мл) с добавлением раствора метиленового синего (0,5 мл). Если в процессе культивирования (при 37 °С) после обесцвечивания метиленового синего через 4—5 ч снова наблюдается посинение молока, это указывает на наличие в закваске бактериофага.

**Содержание диацетила и ацетоина** Закваски, в которых присутствуют ароматобразующие стрептококки, контролируют на содержание диацетила и ацетоина. Закваску фильтруют через бумажный фильтр, три капли фильтрата смешивают с тремя каплями 40 % водного раствора КОН. Если в закваске имеется значительное количество ацетоина и диацетила, то через 10 – 15 мин появляется ярко-розовое окрашивание.

**Наличие углекислого газа** в закваске устанавливают, наливая в пробирку диаметром 15 мм закваску (20 мл), отмечают ее уровень и ставят на водяную баню с холодной водой. Температуру воды доводят до 90 °С и, не вынимая пробирки, отмечают уровень. Если закваска содержит углекислый газ, то сгусток становится губчатым и поднимается над сывороткой на 0,6 до 5 см и более.

### **Контрольные вопросы.**

1. Что называют заквасками? 2. Из каких источников выделяют чистые культуры молочнокислых бактерий? 3. Как определяют производственную ценность штаммов лактобактерий? 4. Как классифицируют закваски по составу микрофлоры? 5. Что необходимо учитывать при подборе культур состава заквасок? 6. Как готовят сухой и жидкий бактериальные концентраты сухие и жидкие закваски? 7. Какие микроорганизмы входят в состав кефирных грибков? 8. Как выращивают натуральные кефирные грибки? 10. Какие правила следует соблюдать при приготовлении заквасок в производственных условиях? 11. Какие требования предъявляют к молоку, используемому для производства заквасок? 12. Какие пороки могут возникать в производственных заквасках? 13. По каким показателям контролируют качество заквасок?

### **Тема 1.6. Биохимические и физико-химические процессы при производстве сыра**

**Тема: Биохимические процессы, протекающие при производстве сыра.**

- 1) **Процесс сычужного свертывания белков молока.**
- 2) **Влияние отдельных факторов на сычужное свертывание белков молока.**

- А) **состав и свойства молока;**
- Б) **Бактериальная закваска и сычужный фермент;**
- В) **Кислотность молока и температура свертывания;**
- Г) **Доза САС1<sub>2</sub>**

- 3) **Биохимические процессы при обработке сгустка сырной массы.**

**1. Процесс сычужного свертывания белков молока**

**Производство сыра включает 2 этапа:**

- 1) ***Выработка свежего сыра;***
- 2) ***Созревание;***

Наиболее глубокие изменения молока происходят при созревании, но и значительные изменения идут на 1 этапе

- 1) ***сычужное свертывание молока;***
- 2) ***синерезис сгустка;***

1) ***Свертывание белков молока сычужным ферментом, является одним из наиболее важных процессов при выработке сыра. От скорости получения структурно механических и синеретических свойств сгустка зависят структура, консистенция, рисунок сыра.***

Механизм сычужного свертывания.

**Сычужное свертывание молока включает 2 стадии:**

1. ***ферментативная;***
2. ***коагуляционная;***

**1. Теория протеолитического действия сычужного фермента.**

Под действием химозина (основного компонента сычужного фермента) происходит разрыв связи между фенилаланином (химазин + вода → фен и мет) и метионином (в цепи  $\alpha$ -казеина ККФК)

В результате протеолиза молекулы  $\alpha$ -казеина распадаются на пара- $\alpha$ -казеин (гидрофобные) и гидрофильный гликомакропептид.

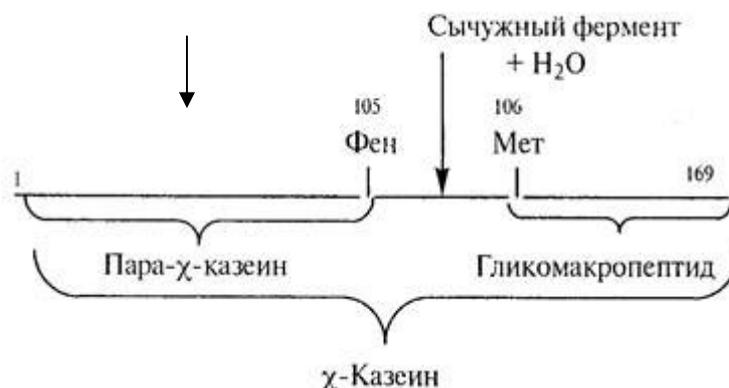


Схема ферментативной стадии сычужного свертывания молока

Таким образом, получается неустойчивая система ПККФК

3) На 2-ой стадии дестабилизированные мицеллы казеина, содержащие ПККФК собираются в агрегаты из 2-х, 3-х и более частиц, которые между собой соединяются продольными и поперечными связями в единую сетку образуя сгусток. Таким образом возникает рыхлая пространственная структура, в которой заключена дисперсионная среда т.е. происходит **гелеобразование**.

При коагуляции частицы полностью теряют устойчивость и образуют хлопья-коагулят.

При гелеобразовании мицеллы теряют устойчивость на некоторых участках и образуют пространственную сетку.

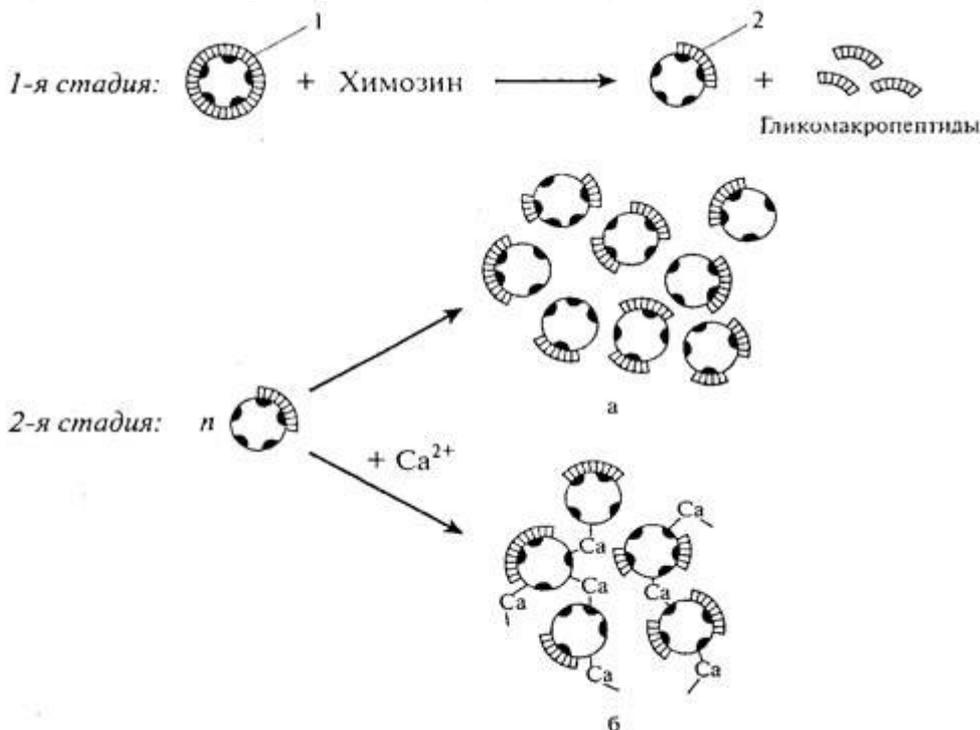
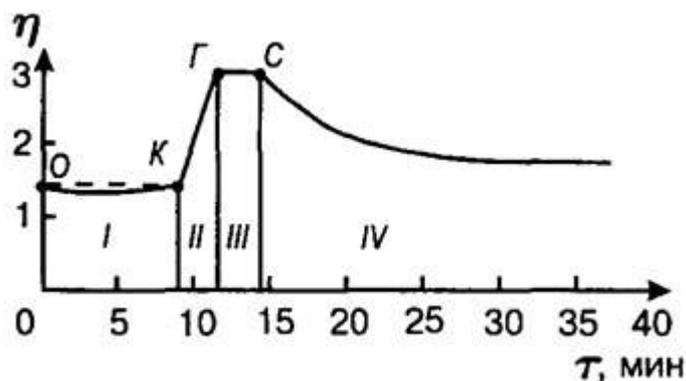


Схема процесса сычужного свертывания молока  
Сычужное свертывание протекает в 4 стадии (фазы):

1. *Индукционный период (подготовительная фаза);*
2. *Стадия флокуляции (интенсивной коагуляции);*
3. *Уплотнения сгустка;*
4. *Стадии синерезиса.*



I – индукционный период; II – стадия флокуляции; III – метастабильное равновесие; IV – стадия синерезиса;  
 О – внесение сычужного фермента; К – начало явной коагуляции; Г – гель-точка; С – начало синерезиса

Рисунок 3 – Реограмма процесса сычужного свертывания молока

По данным ВНИИМС (Табачников, Дудник) процесс сычужного свертывания разделен на четыре стадии:

I – индукционный период (лаг-фаза), включает ферментативную стадию и стадию скрытой коагуляции (участок О-К), заканчивается с началом хлопьеобразования, наблюдаемого визуально;

II – стадия массовой коагуляции (участок К-Г), заканчивается образованием сгустка;

III – стадия структурообразования и упрочнения сгустка (участок Г-С), прекращается с началом синерезиса;

IV – стадия синерезиса, выделение сыворотки из сгустка (после точки

## 2. Влияние отдельных факторов на сычужное свертывание белков молока.

### а) Состав и свойства молока.

Скорость сычужного свертывания и плотность сгустка зависят в первую очередь от сыропригодности молока.

Сыропригодность характеризуется химическим составом, физико-химическими, технологическими свойствами.

Жир  $\geq 3,6\%$ , белок  $>3,2\%$ , СОМО  $> 8,4\%$

Соотношения: 1) Между жиром и белком 1,25 : 1,1

2) Жир и СОМО 0,46 : 0,40

3) Белок и СОМО 0,42: 0,36

Нельзя использовать молоко плотностью меньше  $1,027 \text{ г/см}^3$

$16^{\circ} \text{T} > \text{кислотность} > 19\text{-}20^{\circ} \text{T}$

СК (соматические клетки) не  $> 500$  тыс в 1 мл.

Наиболее пригодно молоко с содержанием  $\alpha$ ,  $\chi$ ,  $\beta$  казеина (91%) и  $\gamma$  казеина т.к.  $\gamma$ - фракция не свертывается сычужным ферментом и остается в сыворотке. Длительное хранение при  $t = 4 - 5^{\circ}\text{C}$  увеличивает количество  $\gamma$ - фракции и протеозо-пептонной фракции, и плохо свертывается сычужным ферментом. Сывороточные белки играют роль наполнителя пространственной сетки.

### **Б) Бактериальная закваска и сычужный фермент.**

Активность и доза бактериальной закваски влияют на скорость сычужного свертывания, структурно-механические и синергетические свойства сгустка. Так вследствие образования различного количества молочной кислоты, регулирующей уровень кислотности, от которой зависит активность сычужного фермента, плотность сгустка и синерезис.

Для свертывания белков молока главным образом применяется сычужный фермент. Он содержит 2 компонента:

**1) химозин более активен;**

**2) пепсин**

Фермент стабилен при  $\text{pH} = 5,3-6,3$  и имеет оптимальную активность при  $\text{pH} = 6,2$ ;  $T = 40^{\circ}\text{C}$

Состав сычужного фермента - 30-40% пепсина, оставшийся химозин.

**Под активностью сычужного фермента** понимают количество частей молока, которое свертывается 1 частью фермента при  $T = 35^{\circ}\text{C}$  в течение 40 мин.

Наряду с сычужным ферментом для свертывания молока применяют пепсины из желудков взрослых жвачных и свиней, активность их меньше и действуют они при более низких  $\text{pH}$ . Сыры изготовленные с применением пепсинов часто имеют горький вкус.

Перспективы для молочной промышленности фирменные препараты микробного происхождения: «Мейто» (Япония), «Супарил» (США), «Руссулий» (Россия).

Препараты обладают высокой протеолитической активностью и вызывают глубокий гидролиз казеина, что приводит к снижению качества продукта.

Таким образом, необходимо с ферментативным препаратом использовать штаммы молочнокислых бактерий разлагающие горькие пептиды.

Увеличение дозы сычужного фермента ускоряет процесс сычужного свертывания молока – сокращается общая производительность гелеобразования.

### **В) Кислотность молока и температура свертывания.**

Титруемая кислотность влияет на скорость свертывания, структурно-механические свойства чем больше кислотность, тем быстрее свертывается молоко и возрастает скорость синерезиса. При повышении кислотности на  $1^{\circ}\text{T}$  продолжительность свертывания сокращается на 8%.

При низкой кислотности – образуется неплотный, вялый сгусток, при увеличении кислотности – плотный крошливый сыр. Кислотность молока д.б. при производстве твердых сыров  $19-20^{\circ}\text{T}$ , мягких сыров  $22-25^{\circ}\text{T}$ .

Продолжительность сычужного свертывания сокращается при увеличении температуры с  $20$  до оптимума  $38-40^{\circ}\text{C}$ .

В практических условиях при производстве твердых сыров при  $t = 30-34^{\circ}\text{T}$ . Образуется плотный сгусток за 25-30 мин. При дальнейшем увеличении

температуры до 50<sup>0</sup>С увеличивается длительность свертывания, а при свыше 60<sup>0</sup>С и при температуре меньше 10<sup>0</sup>С – свертывание не происходит.

### **Г) Доза CaCl<sub>2</sub>.**

При низком CaCl<sub>2</sub> молоко медленно свертывается сычужным ферментом и из него образуется дряблый, трудно поддающийся обработке сгусток. Поэтому после пастеризации добавляют CaCl<sub>2</sub>, что ускоряет сычужное свертывание и повышает синерезис.

### **3. Биохимические процессы при обработке сгустка сырной массы.**

Вторым процессом сыроделия после сычужного свертывания является процесс отделения сыворотки – **синерезис**.

Свежая сырная масса должна содержать оптимальное количество влаги, рН, структурно-механических свойства: связность, твердость, вязкость.

#### **А) Обработка сгустка.**

Скорость выделения сыворотки зависит от состава молока, содержания солей, Са, кислотности и др.

Самым важным является **кислотность** молока и сырной массы. Молочнокислые бактерии сбраживают молочный сахар до молочной кислоты.. Молочная кислота снижает заряд белка в результате чего они легко отдают влагу, и сгусток хорошо отдает сыворотку, поэтому сгусток, полученный из зрелого молока хорошо отдает сыворотку.

Излишняя кислотность может привести к интенсивному обезвоживанию сгустка отсюда производят раскисление сырной массы.

Способствует выделению сыворотки - прибавление CaCl<sub>2</sub>, быстрое свертывание молока, высокая температура сырной массы и т.д.

Снижают – сычужно-вялое молоко меньшее количество CaCl<sub>2</sub>, большее содержание жира, пастеризация, низкая температура сырной массы и т.д

#### **Б) Формование, прессование и посолка сыра.**

Во время прессования и формирования продолжается брожение молочного сахара с постепенным нарастанием кислотности до 160-220<sup>0</sup>Т и дальнейшее обезвоживание сырной массы с уплотнением.

От правильности этих операций зависит концентрация и рисунок сыра.

Важнейшим фактором при формировании и прессовании является Т сырной массы.

Ее поддерживают: при формировании 18-20<sup>0</sup>С, прессовании 16-20<sup>0</sup>С.

Уменьшение температуры замедляет молочнокислородное брожение, отсюда ухудшается выделение сыворотки.

Степень посолки сыра – фактор регулирующий микробиологические и биохимические процессы при его созревании.

Соль влияет на формирование вкуса, запаха, консистенции, корки и выход сыра.

При посолке рассолом диффузия соли идет послойно от поверхности к центру.

Выравнивание концентрированной соли происходит лишь через 1,5-3 месяца в зависимости от вида сыра.

На содержание соли влияет С и Т рассола. С увеличением концентрации рассола увеличивается скорость проникновения и содержание соли в водной части сыра, а

также интенсивность обезвоживания. Оптимальная концентрация рассола 18-22% - твердые сыры, 16-18% – мягкие.

Увеличение температуры рассола ускоряет проникновение соли, усушку сыра и процесс молочнокислого брожения. Уменьшение температуры – замедляет посолку сыра и молочнокислый процесс. Оптимальная температура – 8-12<sup>0</sup>С.

Посолка сырной массы в зерне способствует равномерному распределению соли по всей массе сыра.

В случае увеличении концентрации соли более 3,7% подавляется развитие молочнокислых бактерий, в такой среде развиваются стафилококки, поэтому рекомендуется использовать солеустойчивые штаммы молочнокислых бактерий

## **Тема: Биохимические изменения составных частей молока при созревании сыра.**

### **1. Биохимические изменения составных частей молока при созревании сыра.**

а) лактоза;

б) белок;

в) жир;

### **2. Формирование консистенции и рисунка сыра.**

### **3. Пороки вкуса и запаха.**

1. Под **созреванием** сыра понимают глубокие изменения составных частей свежеприготовленной сырной массы, в результате которой она приобретает свойственную данному сыру консистенцию, рисунок, вкус и аромат. Все изменения составных частей происходят под влиянием ферментов, таким образом, в результате сложных микробиологических и биохимических процессов в сыре образуются продукты, обусловленные его органолептическим показателем.

#### **А. Лактоза**

Лактоза в процессе сбраживается, молочнокислыми бактериями довольно быстро через 7-10 дней она исчезает, не зависимо от вида сыра.

Основным продуктом сбраживания лактозы является молочная кислота.

Выход молочной кислоты определяет величины титруемой и активной кислотности сыра, которые влияют на скорость созревания и консистенцию продукта.

Титруемая кислотность всех видов сыров возрастает как правило в первые часы и дни после выработки в дальнейшем она повышается медленно и в конце созревания может понизиться вследствие накопления щелочных продуктов распада белков.

Изменение рН (активная кислотность) в процессе созревания максимальна, наблюдается на 3-5 день созревания, что совпадает с периодом интенсивного развития молочнокислых бактерий.

Через 7-10 дней, когда молочный сахар почти полностью сбраживается активная кислотность стабилизируется и начиная с 15 дневного возраста происходит медленное повышение рН до конца созревания.

В процессе созревания сыров количество молочной кислоты уменьшается, т.к. она сбраживается пропионовокислыми и масляно-кислыми бактериями, вступает в реакцию с солями, ПККФК и продуктами его распада.

Максимальное содержание молочной кислоты на 10 день – для мелких сыров-1,6 – 1,8%; крупных сыров 1,1 – 1,4%.

К концу созревания 1,1 – 1,3% мелкие сыры; 0,8 – 1% крупные сыры

***Величина рН играет важное значение для направления биохимических процессов. От ее величины зависят: физические свойства сырной массы, т.е. структура и консистенция.***

## **Б.Белки.**

Биохимическое изменение белков является основным в производстве созревания сыров.

Под влиянием сычужного фермента и ферментов молочнокислых бактерий белки сырной массы распадаются с образованием многочисленных азотистых соединений.

химозин + бактериологические ферменты вызывающие первичный распад  $\alpha$  и  $\beta$ -казеина ПККФК на фрагменты с большой молекулярной массы т.е. высокомолекулярные пептиды растворимые в воде затем на средне- и низкомолекулярные, и далее на аминокислоты.

Далее ферментативный распад ПККФК сопровождается образованием растворимых в воде азотистых соединений, количество которых непрерывно увеличивается.

Но 50-80% ПККФК остается незатронутым ферментативным процессом.

**Степень зрелости сыра условно выражают в % в виде отношения растворимого N к общему N или <sup>0</sup>Шиловича (буферности).**

Состав продуктов распада отдельных групп сыров различен:

Содержание растворимых азотистых соединений в мягких сырах больше т.к. в них много влаги и микрофлоры, вызывающей распад белков + грибы и бактерии сырной слизи. Продукты распада мягких сыров – пептиды, твердых сыров – аминокислоты и  $\text{NH}_3$ .

В первой половине созревания в сырах вследствие образования увеличивается количество пептидов, появляется горький вкус затем, по мере гидролиза исчезает, иногда сохраняется до конца.

Полагают, что горький привкус обусловлен низко-молекулярными пептидами, которые образуются в результате распада  $\alpha$  и  $\beta$ -казеина под действием сычужного фермента или протеаз бактерий.

Некоторые штаммы молочнокислый стрептококков способны расщеплять горькие пептиды и их включают в состав заквасок.

В сырах обнаружено 12-19 свободных аминокислот. В процессе созревания сыра количество аминокислот увеличивается. Большинство аминокислот под действием ферментов подвергаются дальнейшим изменениям. В результате образуется целый ряд соединений играющих большую роль в формировании вкуса и аромата сыра: окси и кето-кислоты, карбоновые кислоты, альдегиды, кетоны, амины.

## **В.Жир.**

Во всех сырах происходит ферментативный гидролиз молочного жира. Источник липаз – микрофлора заквасок и поверхности сыра. Распад жира идет до жирных кислот – масляной, капроновой, каприловой, валериановой они обуславливают острый вкус и запах.

2.Формирование консистенции и рисунка сыра.

Консистенция и рисунок служат показателем, характеризующим правильность прохождения биохимических процессов при выработке сыра.

**2.Консистенция сыра.** Структура сыра после прессования однородная, твердость сырного теста невысокая и почти одинаковая по всей массе.

В результате посолки и созревания твердость сыра возрастает, при этом однородность по слоям нарушается. Готовый сыр имеет наибольшую твердость в корковых слоях боковых полотен и торцов.

Формирование структуры (консистенции) сыра происходит в 3 стадии:

1) Сырная масса уплотняется, и твердость сыра повышается. Это объясняется старением белкового геля и уменьшение в сыре количества влаги вследствие посолки и усушки сыра в периферийной области усушка идет быстрее, чем в центре.

2) Наряду с процессом уплотнения идет биохимический распад белков с разрушением структуры, при чем разрушение преобладает.

3) Оба процесса уплотнения и разрушения идет с одинаковой интенсивностью, таким образом готовый сыр приобретает плотность и пластичность.

Консистенция сыра зависит от:

1) От химического состава ККФК;

2) От содержания и состава влаги в сыре, кислотности сыра.

1) Содержание Са в ПККФК определяется уровнем накопления молочной кислоты, т.е. рН сыра. Если сыр вырабатывается из молока повышенной кислотности (25 – 27<sup>0</sup>T), то в процессе обработки сырной массы кислотность нарастает и ПККФК теряет Са поэтому белки плохо связывают и удерживают влагу и происходит преобразование ломкую консистенцию.

Повышенная кислотность приводит к самоколу.

Низкая кислотность задерживает, отщепление Са от ПККФК в результате сырная масса сильно набухает.

Сыр имеет резинистую ремнистую консистенцию.

2) Большое влияние оказывает состояние влаги в сыре и формы ее связи с постоянным рН в сыре увеличивается количество связанной воды, а количество свободной воды снижается. Все это способствует повышению влагоудерживающей способности сырной массы и устойчивой консистенции.

## **Рисунок сыра.**

Характер рисунка сыра определяется структурно- механическими свойствами сырной массы и интенсивностью накопления в ней газов.

**В** процессе созревания происходит выделение газов: аммиака, Н<sub>2</sub>, СО<sub>2</sub> кроме того N<sub>2</sub> и О<sub>2</sub> попадает в сырную массу из воздуха.

Газы задерживаются в сырной массе и образуют глазки (СО<sub>2</sub>, Н<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>)

$\text{NH}_3$  образуется при распаде аминокислот, часть его взаимодействует с кислотами, а часть улетучивается.

$\text{H}_2$  выделяется в результате масляно-кислого брожения, а также в ходе жизнедеятельности кишечной палочки. Он плохо растворяется в сырной массе, легко диффундирует и мало задерживается в сыре.

В сырах с нормальным рисунком  $\text{CO}_2$  выделяется в больших количествах. Чем других газов.

$\text{CO}_2 = 60-80\%$

Он образуется при сбраживании лактозы ароматообразующими, молочнокислыми, пропионовокислыми, масляно-кислыми бактериями.

$\text{CO}_2$  хорошо поглощается сырной массой, но при достижении предельной консистенции 41 мл на 100г сыра он начинает выделяться. Газ скапливается в пустотах и расширяет их, и образует глазки.

При быстром выделении  $\text{CO}_2$  глазков много и они мелкие, при медленном – мало и крупные.

Газообразное гр. кишечной палочки – рисунок сетчатый и рваный, масляно-кислое – неправильный щелевидный рисунок преобладает  $\text{H}_2$ .

### 3) Пороки вкуса и запаха.

А) **горький вкус** – накопление горьких пептидов (средне и низко-молекулярных), но по мере их расщепления может исчезать, но может и оставаться;

Б) прогорклый вкус – чаще всего в твердых сырах. Его вызывают увеличение количества низкомолекулярных жирных кислот главным образом, масляная; В мягких сырах липазы плесени.

### В) Салистый вкус и запах.

При развитии масляно-кислых бактерий и окислении жира сырной массы мягких сыров под действием света и кислорода воздуха с образованием оксикислот, альдегидов.

### Г) Аммиачный вкус и запах.

Порок возникает в сырах при участии микрофлоры сырной слизи и характеризуется острым, слегка аммиачным вкусом и запахом.

При изменении развития сырной слизи и накоплении большого количества  $\text{NH}_3$ .

### Д) Кислый вкус.

Накопление большого количества молочной кислоты. Использованное молоко большой кислотности и большой уровень кислотности после прессования;

### Е) Слабовыраженный вкус.

Причина: применение мало активных бактериальных заквасок молочно - кислых бактерий, обладающих низкой способностью к кислотообразованию и расщеплению белков.

### Пороки корки.

1) Трещины на корке – нарушение режима влажности и вентиляции при высокой температуре хранения и сквозняках. На трещинах развивается плесень. Наиболее опасна – осповидная плесень.

Ст. образование бархатисто-белых пятен, которые расширяются и углубляются во внутрь;

2) Толстая корка при низкой влажности менее  $80\% > t > 8^{\circ}\text{C}$ ;

3) Черные пятна от капель.

### Пороки сыров биохимического характера:

1. Пороки консистенции

А) Крошливая и колющаяся консистенция.

При переработке молока повышенной кислотности и вследствие чрезмерно активного брожения молочного сахара. Недостаточная связность сырного теста, параказеина плохо набухает;

Б) Резинистая и ремнистая.

Недостаток молочной кислоты, излишняя обсушка сырного зерна;

2. Пороки рисунка.

а) слепой сыр – отсутствие рисунка.

Причины: переработка незрелого молока внесение малой дозы бактериальной закваски, низкая температура посолки слабое развитие молочно-кислых и ароматообразных стрептококков;

Б) Редкий и мелкий рисунок.

При переработке молока высокой кислотности, при низкой температуре созревания, при подавлении развития пропионово-кислых бактерий вследствие пересола сыра;

В) Вспучивание сыров.

При развитии в сырах бактерий группы кишечной палочки и маслянисто-кислых бактерий, выделяющих в процессе жизнедеятельности большое количество углекислого газа и водорода.

Бактерии группы кишечной палочки – раннее вспучивание сыра.



Маслянисто-кислые – сбраживают не только лактозу, но и молочную кислоту



Позднее вспучивание.

Г) Сетчатый рисунок.

При активном разложении бактериями ... кишечной палочки.

Д) Губчатый, щелевидный и рваный рисунок.

В результате развития маслянистых бактерий, а также можно вызвать образование больших глазков «бычьего глаза». Состав газов, отличается от нормальных сыров, преобладает водород, а не углекислый газ.

**Тема: Особенности созревания отдельных видов сыров.**

**1. Особенности созревания твердых сыров с высокой температурой второго нагревания.**

**2. Особенности созревания твердых сыров с низкой температурой второго нагревания.**

**3. Особенности созревания мягких сыров.**

**4. Особенности созревания рассольных сыров.**

**5. Особенности созревания плавленых сыров.**

**1. Сыры с высокой температурой второго нагревания.** Направление и скорость биохимических процессов при созревании данной группы сыров обуславливаются

в первую очередь составом микрофлоры сырной массы и температурой второго нагревания. Применяемые при выработке сыров бактериальные закваски состоят из мезофильных молочнокислых лактококков, термофильных молочных стрептококков и палочек, а также пропионовокислых бактерий. Высокая температура второго нагревания(50-80<sup>0</sup>С) подавляет развитие лактококков и способствует росту термофильных палочек, т. Е. в созревании сыров преимущественно участвуют ферменты, выделяемые молочнокислыми палочками.

От температуры второго нагревания зависит не только качественный состав микрофлоры, но и ее объем. При значительном обезвоживании сырного зерна снижается общий объем микрофлоры, что обуславливает сравнительно высокий рН и медленное созревание сыров.

Протеолитические ферменты, выделяемые молочнокислыми палочками, вызывают глубокий распад белков, поэтому в сырах с высокой температурой второго нагревания аминокислот накапливается больше, чем пептидов (см. табл. 28).

В процессе созревания швейцарского сыра, по данным З.Х. Диланяна, количество свободных аминокислот изменяется следующим образом:

Возраст сыра, сут	Свежий	30	60	90	120	150	180
-------------------	--------	----	----	----	-----	-----	-----

Содержание							
------------	--	--	--	--	--	--	--

аминокислот, мг%	42,9	651,9	1010,9	1651,3	2011,2	2643,2	2904,6
------------------	------	-------	--------	--------	--------	--------	--------

Приведенные данные свидетельствуют о том, что уровень накопления аминокислот в швейцарском сыре выше, чем в мягких и твердых сырах с низкой температурой второго нагревания (см. таб.29). От количественного содержания некоторых аминокислот (пролина, глутаминовой кислоты, лизина, изолейцина и т. др.) во многом зависит вкус швейцарского и советского сыров. В сырах низкого качества, как правило, накапливается повышенное количество аминокислот, особенно горьких-лейцина, изолейцина и др. В сырах высокого качества происходят дальнейшие изменения части накопившихся аминокислот (дезаминирование, декарбоксилирование и т. д.) в результате которых образуются различные соединения, положительно влияющие на вкус сыра.

Принято считать, что а в твердых сырах в отличие от мягких жир подвергается незначительному липолитическому расщеплению. Однако в швейцарском и советском сырах гидролиз жира с образованием жирных кислот могут катализировать липолитические ферменты, выделяемые молочнокислыми палочками и пропионовокислыми бактериями. Правда, летучие жирные кислоты могут накапливаться также при брожении молочного сахара и лактатов. Данные сыры содержат значительное количество летучих жирных кислот: швейцарский-в среднем 565 мг%, советский-375мг%. Среди летучих жирных кислот преобладают пропионовая уксусная кислоты, затем следуют масляная и муравьиная. Перечисленные летучие кислоты существенно влияют на вкус и запах сыра. Для формирования типичного сырного, сладковато-пряного вкуса сыров отношение количества пропионовой кислоты к количеству уксусной должно составлять для швейцарского 1, для советского -0,7-0,8.

Рисунок в сырах с высокой температурой второго нагревания образуется при развитии пропионовокислых бактерий, сбраживающих молочный сахар и лактаты до пропионовой, уксусной кислоты и углекислого газа. Глазки в сыре образуются через 2-3 недели созревания. Они имеют правильную округлую форму и большие размеры (диаметр 1-1.5 см)

**2. Сыры с низкой температурой второго нагревания.** Сыры созревают в основном под действием ферментов мезофильных молочнокислых лактококков и лейкопалочек. Ферменты молочнокислых палочек участвуют только в конце созревания. В созревании самопрессующихся сыров (латвийский и др.) дополнительно участвует микрофлора сырной слизи.

Низкая температура второго нагревания (38-42<sup>0</sup>С) обуславливает относительно высокое содержание влаги в сыре после прессования, в результате чего повышаются объем микрофлоры, интенсивность молочнокислого брожения и скорость ферментативных процессов при созревании.

Сыры с чеддеризацией сырной массы (российский, чеддер) характеризуются особенно интенсивным молочнокислым брожением. При выработке российского сыра молочный сахар сбраживается полностью в течении первых 2-3 сут. Невысокий рН и частичная посолка в зерне существенно влияют на дальнейший ход созревания сыра, его консистенцию, вкус, рисунок.

В процессе созревания сыров в низкой температурой второго нагревания распаду подвергаются главным образом молочный сахар и белки, жир расщепляется незначительно. Распад белков, осуществляемый малоактивными протеолитическими ферментами молочнокислых лактококков, в твердых прессуемых сырах происходит неглубоко. Сыры содержат почти половину пептидов и свободных аминокислот (см. табл. 29). В самопрессующемся латвийском сыре наблюдается более активный гидролиз белков, содержание растворимого азота в нем выше, чем в голландском и других сырах. Однако белки распадаются в основном до растворимых пептидов.

Вкус и запах сыров этой группы зависят от продуктов распада лактозы, белков и молочного жира (органические кислоты, аминокислоты, альдегиды, кетоны и др.). Важная роль в образовании вкуса и аромата голландского сыра принадлежит летучим жирным кислотам. В сыре обнаружены уксусная, пропионовая, масляная и капроновая кислоты. Общее количество летучих жирных кислот в этих сырах ниже, чем в группе швейцарского сыра, и составляет 150-210 мг%. Образованию выраженного сырного, слегка острого и кисловатого вкуса сыров способствует уксусная кислота (ее содержание составляет 50 – 80% общего количества кислот). Развитие на поверхности латвийского сыра микрофлоры сырной слизи, расщепляющей белки, придает продукту специфические острые, слегка аммиачные вкус и запах.

Рисунок сыров образуется в результате развития ароматобразующих молочнокислых бактерий. Сыры типа голландского характеризуются наличием большого количества мелких (0,03-0,5 см) глазков круглой, слегка сплюснутой или угловатой формы. Российский сыр имеет рисунок неправильной щелевидной формы, латвийский – пустотный, сплюснутыми глазками (в период созревания головки оседают).

Для уменьшения потерь продукта при усушке и сокращению затрат труда по уходу, твердые сыры с низкой температурой второго нагревания вырабатывают в полимерных пленках. Созревание сыров в пленке принципиально не отличается от созревания сыров с коркой. Сыры, созревающие в пленке, характеризуются повышенным содержанием влаги, более высокой активной и титруемой кислотностью, несколько большим количеством летучих жирных кислот. Повышенное содержание влаги в сыре (40-42%) способствует более активному распаду белков при созревании. Так, голландский брусковый сыр, созревающий в полиэтиленцеллофановой пленке содержал больше растворимого белкового и небелкового азота, чем сыр, созревающий безупаковки (таб.30).

Таблица 30

Показатели голландского сыра, созревающего в пленке и без нее

Показатели	Сыр	
	В пленке	Без упаковки
Содержание влаги в зрелом сыре, %	40,90	38,40
Содержание растворимого азота, % от общего азота		24,20
21,38		
В том числе:		
Белкового		11,89
10,66		
Небелкового		12,31
10,72		

Мягкие и рассольные сыры

**3. Мягкие сыры.** Сыры характеризуются повышенным содержанием влаги (48-52%). Что способствует быстрому развитию молочнокислых бактерий и других необходимых микроорганизмов. В их созревании наряду с ферментами молочнокислых лактококков и палочек участвуют ферменты плесневых грибов и микрофлоры сырной слизи.

В производстве сыров русский камамбер и дорогобужский большую роль играет микрофлора слизи, находящейся на их поверхности. Их созревание протекает с поверхности внутрь. Сначала развиваются плесневые грибы и дрожжи, которые потребляют молочную кислоту, образующуюся при брожении лактозы молочнокислыми бактериями. Повышая рН среды, они создают благоприятные условия для развития палочек и микрококков, которые, в свою очередь, способствуют развитию молочнокислых лактококков и палочек. Выделяемые этими бактериями протеолитические ферменты расщепляют белки с образованием большого количества растворимых азотистых соединений, преимущественно пептидов (см. табл. 29).

Типичный острый вкус и аромат мягких сыров обуславливают продукты распада белков и молочного жира. Расщепление жира происходит под действием активных плесневых липаз. Летучие жирные кислоты (капроновая, каприловая, каприновая и тд.) и метилкетоны являются важными компонентами вкуса и аромата мягких сыров, особенно сыра рокфор. Ускорение липолитического расщепления жира в сыре рокфор достигается гомогенизацией молока, внесением чистой культуры плесени *Penicillium roqueforti* в молоко или сырную массу и

специальными приемами обработки сырной головки. В сырах, выработанных из гомогенизируемого молока, наблюдается особенно интенсивное образование летучих жирных кислот. Улучшаются вкусовые свойства сыров и сокращается продолжительность созревания.

Рисунок у мягких сыров часто отсутствует, так как газ легко диффундирует из небольших головок, а образующиеся глазки закрываются при осадке сыра. Консистенция сыров нежная, слегка мажущаяся, у рокфора иногда слегка крошливая.

**4. Рассольные сыры.** Рассольные сыры (брынза и кавказские рассольные сыры) после формования и самопрессования помещают в рассол с концентрацией хлорида натрия 16-22% для посолки и созревания. Соль, проникая в сырную массу, угнетает развитие микрофлоры, вследствие чего молочнокислый процесс протекает недостаточно активно. Молочный сахар сбраживается медленно, небольшое количество его обнаруживается в брынзе даже через 2-3 мес (в других сырах он отсутствует уже через 5-10 сут). Параказеин сырной массы набухает в растворе соли и частично переходит в растворимое состояние. Глубокого расщепления белков в сырах не происходит. Рисунка у них нет, иногда имеются в небольшом количестве глазки и пустоты неправильной формы.

#### **5. Физико-химические процессы при производстве плавленых сыров**

Плавленые сыры представляют собой концентрированные белковые продукты. Содержание растворимых белков в них выше, чем в исходных сычужных сырах, а использование при их производстве творога и сывороточных белков способствует увеличению количества незаменимых аминокислот (метионина, цистина и др.). Пищевую ценность плавленых сыров повышают жиры, минеральные соли, органические кислоты, витамины А, В и др. (табл. 31).

Плавленый сыр	Массовая доля, %					Энергетическая	
	воды	белков	жира	Органических кислот	Минеральных веществ	Ценность 100г	
						ккал	кДж
Российский 340 1428		44,0	22,0	27,0	2,4		4,6
Латвийский 50,0 1138	20,5	20,0		2,5	7,0		271
Советский 302 1268		48,5	23,0	22,5	2,0		4,0
Костромской 271 1138		50,0	20,5	20,0	2,5		7,0
Колбасный копченый 270 1134	52,0	23,0	19,0		2,0		4,0

Основной показатель качества плавленых сыров – консистенция, которая формируется в процессе плавления сырной массы. Она во многом зависит от правильности подбора сырья, солей-плавителей, рН смеси, а также от температуры плавления и давления гомогенизации (для пастообразных сыров).

В процессе плавления сырной массы с солями-плавителями изменяются физико-химические свойства параказеинового комплекса. Значительно увеличивается количество водорастворимых белковых веществ и повышается водосвязывающая способность сырной массы.

Действие солей-плавителей связано, по мнению С.М. Баркана, с адсорбцией их анионов на поверхности белка. Анионы фосфорной, лимонной и других многоосновных кислот при этом увеличивают отрицательный заряд белка и повышают его гидрофильные свойства. Кроме того, катион солей-плавителей (натрий) вступает с белками в обменные реакции, в результате чего малорастворимый параказеинат кальция переходит в легко растворимый параказеинат натрия.

Пластичная консистенция плавленых сыров и наибольшее количество растворимых белковых веществ образуются при плавлении молодых и зрелых сыров с гидрофосфатом ( $\text{NaHPO}_4 - 12\text{H}_2\text{O}$ ), пиррофосфатом, полифосфатом и цитратом натрия ( $2\text{NaC}_6\text{H}_5\text{O}_7 - 11\text{H}_2\text{O}$ ), растворы которых имеют щелочной или нейтральный характер. В последние годы рекомендуют применение пищевой добавки "Полифан".

Применение кислых солей снижает  $\text{pH}$  сыра и ухудшает консистенцию готового продукта. Это обусловлено тем, что введение солей-плавителей изменяет  $\text{pH}$  сыра – одного из главных факторов, влияющих на процесс плавления и консистенцию плавленого сыра. Оптимальные значения  $\text{pH}$  плавленых сыров в зависимости от вида соли-плавителя и зрелости исходного сырья представлены в табл. 32.

Сыры	pH сыра с солями	
	Фосфорной кислоты	Лимонной кислоты
Молодые (pH 5,35) 5,5		5,83
Зрелые (pH 5,45) 5,5		5,90
Перезрелые (pH 5,8) 5,5		6,00

Таким образом, если  $\text{pH}$  сыра меньше оптимального значения  $\text{pH}$  плавленого сыра, то следует применять соли, растворы которых имеют щелочной характер, и наоборот, если  $\text{pH}$  сыра выше оптимального, то следует употреблять соли, растворы которых имеют кислый характер.

Однако наиболее частое использование  $\text{Ca}:\text{P}$  в сторону фосфора, а также служит источником поступления тяжелых металлов и мышьяка. Поэтому в настоящее время разрешается применять вместо солей-плавителей структурообразователи (добавки) биологического происхождения. Их использование не меняет вкуса исходных сычужных сыров, в то время как фосфаты натрия придают готовому продукту щелочной привкус.

Микроструктура плавленых сыров отличается от микроструктуры натуральных сычужных сыров. При производстве плавленых сыров микроструктуры исходного сыра под воздействием механических и тепловых факторов изменяется. На фоне однородной белковой массы (без макрозерен) видны жировые микрозерна, микропустоты и отложения солей кальция. Средний диаметр микрозерен жировых капель в плавленых сырах высокого качества составляет 6 – 8 мкм. В сырах более низкого качества наблюдается жировые микрозерна диаметром 13 мкм и выше. Размер микропустот в плавленых сырах в 2 – 3 раза меньше размера микропустот исходного сыра, но они содержат вакуоли (пузырьки воздуха) размером 2 – 3 мкм. Количество отложений солей кальция зависит от зрелости сыра и вида применяемых солей-плавителей

### **Биохимические и физико-химические процессы при производстве сыра** **Контрольные вопросы и задания.**

1. Что понимают под сыропригодностью молока? 2. Расскажите о ферментативной стадии сычужного свертывания молока. 3. Объясните механизм второй стадии сычужного свертывания молока. 4. Перечислите основные факторы, влияющие на отделение сыворотки от сгустка при его обработке. 5. Как изменяется рН в процессе созревания? 6. Чем различаются процессы распада белков при созревании твердых и мягких сыров? 7. Как определяют степень зрелости сыров по Шиловичу? 8. Расскажите об изменении жира в процессе созревания сыров. 9. Дайте характеристику структурных элементов микроструктуры сыров. 10. Что необходимо иметь для изучения микроструктуры сыров? 11. Каким образом формируется консистенция сыров? 12. Расскажите о механизме образования рисунка швейцарского и голландского сыров. 13. Какие соединения участвуют в образовании вкуса и запаха сыров? 14. От каких факторов зависит формирование консистенции плавленых сыров? 15. Назовите пороки вкуса сыров.

### **Тема 1.7. Биохимические и физико-химические процессы при производстве и хранении масла.**

**Тема: Биохимические процессы, протекающие при производстве масла.**

- 1) **Состав и свойства сливок для производства масла.**
- 2) **Характеристика жировой эмульсии сливок.**
- 3) **Сущность охлаждения и созревания сливок.**
- 4) **Физико-химические процессы, протекающие при производстве масла.**

**Способы периодического и непрерывного сбивания.**

#### **1. Состав и свойства сливок для производства масла**

**Химический состав** сливок различной жирности отличается от состава молока пониженным содержанием влаги, вследствие большого количества жира.

Сливки характеризуются определенными физическими и химическими свойствами:  $\rho$ ,  $\eta$ ,  $\delta$ ,  $T$  зам., кислотностью и др.

Физические свойства изменяются в зависимости от содержания жира и  $T$  сливок.

Кислотность сливок (титруемая и активная) зависит от кислотности исходного молока и уменьшается с увеличением в них жира. Следовательно, при одной кислотности сливок, кислотность плазмы может быть различной.

Большое значение имеет кислотность плазмы т.к. от ее величины зависит выбор  $T$  пастеризации.

К сливкам идущим на производство масла предъявляются определенные требования: органолептические свойства, бактериальная обсемененность, кислотность, содержание жира.

Жир должен быть 32-37% (для преобразования высокожирных сливок в масло изготовителе периодического действия)

36-45% - непрерывного действия.

Кислотность должна быть не больше I и II сортов для сливок.

## **2.Характеристика жировой эмульсии сливок.**

**Сливки представляют собой устойчивую эмульсию жира в воде (плазме).**

Устойчивость обусловлена наличием защитных оболочек на жировых шариках.

Стабильность жировой формы сливок зависит от размеров жировых шариков и от содержания жира.

Она тем больше, чем меньше жировые шарики и меньше жирность.

Так в сливках:  $\omega = 10-62\%$  жировые шарики равномерно распределяются в  $V$  плазмы, не соприкасаются друг с другом, т.е. эмульсия обладает большой устойчивостью.

$\omega = 63-72\%$  жировые шарики сближаются, но только часть их находится в постоянном контакте, т.е. достигается довольно плотная упаковка недеформированных шариков жира.

В высококалорийных сливках 72-74%. Уплотняются все шарики соприкасаются друг с другом, поэтому они находятся в деформированном состоянии, а их оболочки растягиваются, отсюда высококалорийные сливки представляют собой достаточно стабильную жировую эмульсию, жировые шарики в которых плотно упакованы и разделены тонкими прослойками плазмы, но устойчивость ослабевает при  $t$  охлаждения.

На стабильность жировых форм сливок влияет  $T$ .

Она наиболее стабильна при  $T >$  точки отвердевания молочного жира от 40-80<sup>0</sup>С.

При  $T > 80^0\text{C}$  и менее 40<sup>0</sup>С стабильность снижается, таким образом, стабильность жировых форм меняется во время охлаждения и пастеризации.

Пастеризуют сливки при  $T > 85^0\text{C}$  чтобы уничтожить липазы.

**Во время пастеризации** происходит увеличение среднего диаметра жировых шариков, т.е. в уменьшается степень их дисперсности, происходят изменения компонентов оболочек жировых шариков, белков, что сопровождается дестабилизацией жира.

**Охлаждение** 1) в результате охлаждения происходит отвердевание молочного жира стабильность жировой эмульсии уменьшается и происходит частичное ее разрушение.

Степень дестабилизации зависит от содержания жира в сливках, чем больше жира, тем меньше стабильность.

2) В результате отвердевания шарики сжимаются и деформируются. Все это приводит к повреждению оболочек и снижению их защитных свойств.

Оболочки разрываются, и наступает частичная дестабилизация жировой фазы сливок.

3) Начинается структурообразование – возникновение связей между отвердевшими шариками с образованием агрегатов и комочков.

#### **Б) Физическое созревание сливок.**

Целью физического созревания сливок является отвердевание оптимального количества жира и формирование связей между жировыми шариками.

Оптимальной степенью отвердевания является 30-35% общего количества жира.

Наиболее интенсивно жир отвердевает в первые минуты (часы) охлаждения.

Критической температурой отвердевания считают 10-13<sup>0</sup>С

Отвердевание (кристаллизация) жира в жировых шариках происходит послойно: сначала кристаллизуется слой высокоплавких триглицеридов, расположенный около оболочек, затем, среднеплавких и т.д.

За отвердеванием жира следует агрегирование в результате агрегирования (охлаждения) повышается  $\eta$  сливок. Повышение вязкости также обуславливается набуханием белков.

Режимы физического созревания (Т и t выдержки) влияют на качество масла. Их выбор определяется химическим составом жира, видом выработанного масла, величиной жировых шариков.

Так для получения масла хорошей консистенции необходимо соотношение между легкоплавких и высокоплавких групп триглицеридов 2:1.

Длительный процесс созревания сливок можно сократить применяя механическое воздействие. Для этого сливки обрабатываются в сливкообработнике при температуре отвердевания среднеплавких триглицеридов (3-6<sup>0</sup>С).

Механические воздействия ускоряют процесс кристаллизации.

#### **Биологическое созревание сливок.**

Биологическое созревание или сквашивание сливок происходит под действием бактериальной закваски, увеличивается титруемая кислотность сливок. При этом кислотность плазмы увеличивается с 16-20 до 35-60<sup>0</sup>Т, а рН с 6,6-6,8 до 4,8-5,7. повышение кислотности сопровождается повышением вязкости.

Повышение  $\eta$  связано с изменением свойств белков плазмы.

По мере нарастания кислотности меняются свойства и состав оболочек жировых шариков. Оболочки становятся непрочными, и наступает дестабилизация эмульсии. Таким образом, в процессе сквашивания в несколько раз повышается количество дестабилизации жира. Сквашивают до кислотности плазмы 35-55<sup>0</sup>Т.

#### **3. Сущность охлаждения и созревания сливок.**

1) Происходит кристаллизация триглицеридов, в результате молочный жир отвердевает, но полного отвердевания не происходит.

Процесс отвердевания идет неравномерно т.к. молочный жир состоит из триглицеридов различной температуры плавления и отвердевания.

Сначала возникают центры кристаллизации. Отвердевают высоко и средне плавкие триглицериды отсюда легкоплавкие при этом образуются кристаллические агрегаты ( $\alpha$ -форма), имеющие различную форму, затем уплотняются и превращаются в плотные мелкие кристаллы в виде пластинок и звездочек ( $\beta$ -форма).

2) Изменяются свойства оболочек жировых шариков, они становятся менее эластичными и механически прочными т.к. часть оболочных компонентов переходит в плазму.

#### **4.Физико-химические процессы, протекающие при производстве масла. Способы периодического и непрерывного сбивания.**

В результате механической обработки сливок в маслоизготовителе жировая эмульсия полностью разрушается. Шарики жира окончательно лишаются оболочек, а агрегаты кристаллов жира (микро зерна) объединяются сначала в мелкие, а затем в крупные комочки – масляные зерна, которые подвергаются дальнейшей механической обработке.

При сбивании в маслоизготовителе периодического действия в сливки попадает воздух, который разбивается на мелкие пузырьки. Жировые шарики сталкиваются с воздушными пузырьками, воздушный пузырек, сталкиваясь с жировым шариком, втягивает его в свою поверхность, где отдельные шарики концентрируются.

Вовлечению жировых шариков в поверхность воздушных пузырьков способствует вихревое движение.

Когда воздушный пузырек, нагруженный молочным жиром, выходит из жидкости, он лопается, а жир падает в жидкость. Здесь вновь захватывается в пузырьки, это происходит до тех пор, пока комочки жира не достигнут определенной величины, и превратятся в масляные зерна.

#### **Аппарат непрерывного действия.**

Жировые шарики подвергаются большей интенсивности ударам.

Пенообразование не играет роль, главная роль принадлежит ударам при столкновении и трению жировых шариков между собой. Оболочки разрушаются и образуются масляные зерна.

#### **Тема: Физико-химические процессы, протекающие при производстве масла способом преобразования высокожирных сливок.**

- 1) Физико-химические процессы, протекающие при производстве масла способом преобразования высокожирных сливок**
- 2) Структурно-механические свойства масла, полученные различными способами;**
- 3) Биохимические и химические изменения масла в процессе его хранения.**
- 4) Факторы, влияющие на стойкость масла при хранении;**
- 5) Пороки масла;**

#### **1) Физико-химические процессы, протекающие при производстве масла способом преобразования высокожирных сливок**

Высокожирные сливки преобразовываются в масло в результате термомеханической обработки сливок в маслообразователе, где они одновременно охлаждаются и перемешиваются. При такой обработке ускоряется процесс кристаллизации и происходит почти полное разрушение оболочек шариков жира, начало 60-80 – конец 94-98%.

При этом оболочка разрывается и жир вытекает, начинается **процесс обращения фаз.**

***В процессе обращения фаз дисперсная фаза (масло) прямой эмульсии растекается охватывая дисперсионную среду (воду)***

Таким образом в результате образования фаз в высокожирных сливках непрерывной средой является жидкий жир в котором распределяются капли влаги и кристаллы триглицеридов.

Процесс обращения фаз происходит довольно быстро, но все таки в масле существует как прямая эмульсия, так и обратная последняя преобладает.

Одновременно с процессом обращением фаз происходит кристаллизация триглицеридов сначала высоко-, средне-, легкоплавкие триглицериды, процесс заканчивается во время хранения. В период массовой кристаллизации молочного жира начинается формирование структуры масла.

**2) Структурно-механические свойства масла, полученного различными способами;**

Структура масла, полученная методом сбивания, близка к маслу, выработанного преобразованием высокожирных сливок.

***Под микроскопом: масло представляет собой – в непрерывной фазе жидкого жира распределены кристаллический. и аморфный жир, капли плазмы, пузырьки воздуха, шарики жира.***

Различают 2 типа структур: коагуляционная создается силами сцепления между кристаллами триглицеридов, которые разделены прослойками жидкого жира.

<b>Коагуляционная</b>	<b>Кристаллизационная</b>
Создается силами сцепления между кристаллами триглицеридов, которые разделены прослойками жидкого жира	Каркас из сросшихся кристаллов триглицеридов.
< механическая прочность, пластичность	> прочность, твердость, хрупкость, ломкость плохо восстанавливается
<b>Размер кристаллов жира</b>	
Мелкие < 1мкм, равномерно распределены (микрозернистая), зернистая (агрегаты кр.)	Крупные > 1 мкм в результате кристаллизации жира после расплава Гомогенная структура
<b>Распределение плазмы</b>	
не равномерно капли до 9-15 мкм дестабилизации молочного жира 0,3 – 0,4%	Равномерное распределение плазмы Капли до 1-5мкм < степень дестабилизации молочного жира 2% - в эмульгированных. веществах
Больше воздуха в 2-10 раз	

Принято считать, что сливочное масло имеет смешанную структуру

Коагуляционно – кристаллизационная  
Кристаллизационно– коагуляционная

### **Влияние структуры на консистенцию масла.**

По консистенции масло не должно быть слишком твердым, ломким или мягким, должно обладать пластичностью и сохранять свою форму при 20-25<sup>0</sup>С

Следовательно, консистенция сохраняется структурно-механическими свойствами:

- 1) **твердость** – сопротивляемость внешним деформациям;
- 2) **упругость** – способность восстанавливаться после разрушения;
- 3) **термоустойчивость** – способность масла сохранять форму и др.

### **Влияние структуры на стойкость масла при хранении.**

Микробиологическая и окислительная порча жира протекает главным образом на границе фаз:

Жир-вода

Жир-воздух

Следовательно, стойкость масла будет зависеть от **дисперсности влаги и содержания воздуха** .

С увеличением степени дисперсности уменьшается устойчивость масла к окислению. Окислению способствует воздух.

Микробиологическая порча задерживается при измельчении капель, следовательно масло полученное методом преобразования высокожирных сливок характеризуется более тонким распределением влаги и < воздуха и следовательно, оно более стойко при хранении при низких Т (-5<sup>0</sup>, а также +18<sup>0</sup> при которых происходит микробиологическая порча),

но при хранении (-18<sup>0</sup>С) – нет микробиологической порчи .

## **3.Биохимические и химические изменения масла в процессе его хранения.**

### **1. Гидролитическая порча жира:**

Гидролиз – процесс расщепления жира на глицерин и жирные кислоты.

Триглицерид → диглицерид + жирная кислота → моноглицерид + жирная кислота  
→ глицерин + жирная кислота

Гидролиз вызывается липазой, а также в результате воздействия на жир O<sub>2</sub> и hν .

Гидролиз характеризуется накоплением свободных жирных кислот.

**Появление в молочном жире высокомолекулярных жирных кислот, не имеющих вкуса и запаха не влияет на органолептические свойства**

**Если низкомолекулярные кислоты (масляная, каприловая, капроновая) вызывает пороки.**

### **2. Окислительная порча (при < t в присутствии O<sub>2</sub> и hν )**

**При этом происходит глубокий распад жира с образованием перекисей, альдегидов, кетонов, оксикислот и других веществ, имеющих неприятные запахи.**

Жир окисляется через цепные реакции с образованием промежуточных продуктов перекисного типа.

**Первичные продукты окисления** (перекисн. и гидропер.) не влияют на органолептические свойства.

Следовательно, образуются продукты окисления обладающие неприятным вкусом и запахом – альдегиды, кетоны, оксикислоты.

## **2 вида порчи:**

1. **Прогоркание** – накапливание альдегидов и кетонов низкомолекулярных кислот – при этом масло приобретает прогорклый вкус и резкий неприятный запах ( $O_2$ , под действием липаз.)

2. **Осаливание** – образование оксисоединений придающих салитый привкус. ( $O_2$  и  $h\nu$ )

## **4. Факторы, влияющие на стойкость масла при хранении:**

### **1. Главным образом жир – вода, жир – воздух.**

Следовательно, стойкость масла зависит от степени дисперсности влаги и содержания воздуха

< капельки недоступны для микроорганизмов.

> воздуха способствует окислению. Масло полученного преобразованием высокожирных сливок более стойкое.

### **2. Химический состав молочного жира**

От содержания полиненасыщенных кислот (увеличивается весной) и поэтому нестойко весной. (липолевой липоленовой)

### **3. Состав и кислотность плазмы.**

## **Окислители (Ускорители окисления) – Mg, NaCl, молочная кислота.**

Cu, Fe – сильные катионы.

**Антиокислители** – SH, витамин E,  $\beta$  - каротин.

## **4. Бактериальная обсемененность и состав микрофлоры.**

Нежелательно наличие липолит-, протелит- палочки, кишечной палочки, плесеней.

Для повышенной стойкости вносят специальные культуры дрожжей.

## **5. Пороки масла.**

**Незначительная горечь** появляется в масле, выработанном из молока с горьким кормовым привкусом. Этот порок может возникнуть в масле, полученном из стародойного молока, или в соленом масле, если в поваренной соли содержатся магниезиальные соли.

**Кормовой привкус** переходит в масло из молока при скармливании коровам кормов со специфическими вкусами.

**Кислый вкус** появляется в сладкосливочном масле при недостаточной пастеризации сливок, повышенной температуре созревания сливок и неудовлетворительном охлаждении масла после выработки его.

**Салистый привкус** появляется в результате окисления ненасыщенных жирных кислот с образованием оксикислот при хранении масла.

**Олеистый привкус** связан, вероятно, с какой-то формой окисления плазмы масла.

Привкус растопленного масла объясняется вытапливанием жира при разогревании масла в пути, длительной пастеризацией жирных сливок при высокой температуре.

**Прогорклый вкус** возникает при хранении масла, когда окисленность жирных кислот доходит до стадии образования альдегидов, кетонов, оксикислот.

### **Пороки консистенции**

**1. Крошливая консистенция** характеризуется повышенным показателем твердости. Причиной появления порока считается недостаточное охлаждение в маслообразователе или неполная механическая обработка в зоне кристаллизации.

**2. Рыхлая консистенция** встречается чаще в масле, получаемом методом сбивания, когда в нем находится свыше 3% воздуха.

**3. Нетермоустойчивость масла** получается когда занижена производительность маслообразователя при нормальной или заниженной температуре охлаждения продукта. Масло получается с выраженной структурой коагуляционного типа.

**4. Слоистая консистенция** появляется в масле, когда процесс кристаллизации проходит настолько быстро, что верхние слои не успевают смешаться с нижними до окончательной потери ими текучести.

**5. Мучнистая консистенция** появляется при медленной кристаллизации молочного жира и в то же время при ограниченном числе центров кристаллизации

### **Биохимические и физико-химические процессы при производстве и хранении масла**

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

1. Расскажите о физико-химических основах производства масла методом сбивания сливок. 2. Какие процессы включает малообразованное при преобразовании высокожирных сливок в масло? 3. Расскажите о явлении «обращения фаз» жировых эмульсий. 4. Какие факторы влияют на степень отвердевания жировой фазы в маслообразователе? 5. Что происходит с жиром при физическом созревании? 6. Как формируются вкус и запах сладкосливочного и кислосливочного масла? 7. Чем отличается структура масла, выработанного сбиванием сливок, от структуры масла, полученного преобразованием высокожирных сливок? 8. Как влияет структура масла на его консистенцию? 9. Каким образом определяют термостойчивость масла? 10. Перечислите окислительные процессы, происходящие во время хранения масла. 11. Как влияет степень диспергирования плазмы и воздуха на стойкость масла при хранении? 12. Каким методом определяют дисперсность плазмы в масле? 13. Назовите

естественные антиокислители масла. 14. Расскажите о причинах прогоркания масла. 15. Что понимают под пороком «окисленный вкус» масла?

## **Тема 2.8, 2.9 Микробиология масла и сыра**

### **Тема: Микробиология масла и сыра**

#### **1. Микробиология масла .**

#### **2. Микробиология сыра**

##### **1. Микробиология масла**

Сливочное масло представляет собой высокоэнергетический пищевой продукт, обладающий специфическими, свойственными ему вкусом, запахом, цветом, консистенцией и хорошей усвояемостью. Оно представляет собой концентрат молочного жира, массовая доля которого в масле различных видов колеблется от 50 до 85 %. Кроме жира в масло частично переходят все составные части молока - белки, молочный сахар, витамины и др.

Вместе с тем сливочное масло содержит важные для человеческого организма фосфолипиды (лецитин и др.), жирорастворимые (А, Д, Е) и водорастворимые витамины (В1, В2, С, ), а также минеральные вещества.

Топленое масло - пищевой продукт, получаемый вытапливанием жировой фазы из жирсодержащих молочных продуктов, в том числе сливочного масла. Оно состоит из молочного жира (98-99%), имеет специфические, характерные для него вкус и запах, зернистую консистенцию и приятный темно-желтый цвет. Часто выработка топленого масла существует как производство, обеспечивающее утилизацию жирсодержащего сырья, непригодного для непосредственной реализации, - подсырного масла, сборного и нестандартного сливочного, зачисток масла и др.

##### **Условия развития микроорганизмов в масле**

Масло вырабатывают методами непрерывного или периодического сбивания и преобразования высокожирных сливок.

Масло сливочное вырабатывают сладкосливочное и кислосливочное. Оно имеет чистый вкус и запах. Консистенция его однородная, мажущаяся, цвет от белого до желтоватого.

Сладкосливочное масло вырабатывают из свежих (сладких) пастеризованных сливок без добавления заквасок молочнокислых бактерий.

Отличительными операциями в технологии кислосливочного масла являются приготовление бактериальной закваски и сквашивание сливок с применением чистых культур молочнокислых бактерий. Даже в случае использования сливок пониженного качества применение лактобактерий позволяет вырабатывать масло высокого качества, а в сочетании с поваренной солью способствует лучшей сохранности масла.

Молочный жир для микроорганизмов, не обладающих липолитической активностью, не является питательной средой, потому они не способны его разлагать и усваивать. Лишь флюоресцирующие бактерии, плесени, микрококки и некоторые другие микробы, обладающие липолитическими свойствами, способны усваивать жир после его гидролиза на глицерин и жирные

кислоты. Остальные микроорганизмы проявляют свою жизнедеятельность в плазме масла, которая представляет собой водный раствор белков, молочного сахара, молочной кислоты (в кисломолочном масле), солей и других пчельных веществ.

Плазма составляет небольшую часть масла (около 15 %) и распределена в нем в виде капель микроскопической величины. В каплях плазмы размером менее 10 мкм бактерии не размножаются. Задержка развития бактерий в мелких каплях плазмы обусловлена тем, что вода в них в большей степени связана с веществами оболочек жировых шариков и не может быть использована микроорганизмами. Поэтому особенно неблагоприятной средой для развития микроорганизмов являются чистый молочный жир.

Сладкомолочное масло получают без участия микроорганизмов, и развитие любых микробов в нем приводит к появлению пороков и ухудшению качества. В кисломолочном масле помимо молочнокислых бактерий могут развиваться и посторонние микроорганизмы, вызывающие появление порчи продукта. Топленое масло является неблагоприятной средой для развития микробов.

### **Источники микрофлоры масла**

Микроорганизмы могут попадать в масло вместе со сливками, с поверхности оборудования и аппаратуры, из воды, соли, воздуха, упаковочного материала, вкусовых наполнителей, а для кисломолочного масла источником микрофлоры является закваска.

Сливки - наиболее обильный источник различной микрофлоры. Они могут содержать микрококки, кишечные палочки, молочнокислые, протеолитические, психротрофные бактерии. Количество микробов может колебаться от нескольких тысяч до десятков миллионов в 1 см и зависит от санитарных условий получения молока и сливок.

В сливках после пастеризации преобладают спорообразующие гнилостные и маслянокислые бактерии.

Оборудование и аппаратура при неудовлетворительной мойке и дезинфекции могут быть источником повторного обсеменения пастеризованных сливок бактериями, дрожжами и плесенями. Количество микрофлоры зависит от санитарных условий на предприятии.

Вода, используемая для промывки масла, может содержать бактерии группы кишечных палочек, флюоресцирующие и гнилостные бактерии, которые при попадании в масло снижают его качество при хранении.

Воду, не отвечающую ГОСТу «Вода питьевая», пастеризуют или хлорируют.

Соль, хорошо очищенная, содержит в 1 г единицы клеток бактерий, чаще микрококков и споровых палочек. В соли низкого качества имеется большое количество бактерий. В 1 г соли должно содержаться не более 100 клеток микроорганизмов. Для уничтожения микробов соль прокалывают при температуре 150-180 °С в течение 1 ч, а для уничтожения плесеней растворяют в кипящей воде.

Воздух производственных помещений может служить источником обсеменения масла микрококками, флюоресцирующими, спорообразующими и бесспорными гнилостными бактериями, дрожжами и плесенями.

Упаковочный материал (пергамент, кашированная фольга и др.) может быть источником обсеменения поверхности масла плесеньями, дрожжами и бактериями. Вкусовые наполнители (кофе, какао, сахар) и белковые добавки (сухая или сгущенная пахта, сухое обезжиренное молоко), используемые в маслodelии, содержат микрофлору в разных количествах. Наиболее часто выявляют молочнокислые, протеолитические бактерии, дрожжи, бактерии группы кишечных палочек.

Закваска является источником молочнокислых стрептококков, входящих в состав закваски.

### **Бактериальная закваска для кисломолочного масла и биологическое сквашивание сливок**

Молочнокислые бактерии закваски сбрасывают молочный сахар и лимонную кислоту с образованием молочной кислоты, диацетила, летучих жирных кислот и эфиров, которые обеспечивают выраженный кисломолочный вкус и приятный запах кисломолочного масла и создают в нем неблагоприятные условия для развития посторонней микрофлоры.

Закваска включает кислотообразующие молочнокислые стрептококки (*Lac. lactis*, *Lac. Cremoris*), а также ароматообразующий с хорошей способностью к образованию молочной кислоты и диацетила.

Молочнокислые стрептококки закваски должны обеспечить хорошие вкус и запах, плотный молочный сгусток, должны иметь хорошую сочетаемость между собой и устойчивость к смеси различных фагов молочнокислых стрептококков.

Производственную закваску на предприятии готовят из сухой или жидкой закваски в основном трех пересадочным способом, а также из сухого бактериального концентрата беспересадочным или ускоренным способом.

Молоко для закваски стерилизуют при температуре 121 °C в течение 15 мин или пастеризуют при температуре 95 °C в 1 часа. Для приготовления вторичной и производственной заквасок, а ТАКЖЕ активизации сухого бактериального концентрата при выработке ускоренным способом молоко пастеризуют при температуре 95°C 30-45 мин. Молоко после пастеризации нельзя переливать в посуду во избежание повторного его обсеменения микроорганизмами.

Качество закваски контролируют по активности сквашивания, микроскопическому препарату (бактериальная чистота), наличию кишечных палочек, а также по органолептическим свойствам (вкусу, запаху).

Кислотность заквасок должна быть в пределах 90-105 °Т, в микроскопическом препарате - только клетки молочнокислых СТРЕПТОКОККОВ, расположенных в виде диплококков и цепочек разной длины. Бактерии группы кишечных палочек должны отсутствовать в 10 см закваски и активизированного концентрата.

Для биологического сквашивания сливок производственную закваску вносят в охлажденные пастеризованные сливки в объеме 2-5 % и оставляют при температуре 16-20 °C на 4-6 ч.

Затем сливки охлаждают до 4-7 °C и выдерживают 5-7 ч. Общая продолжительность подготовки сливок к сбиванию составляет 15-17 ч.

Основным показателем биологического созревания сливок, характеризующим степень их сквашивания независимо от применяемого метода подготовки, является кислотность плазмы.

Оптимальной, для получения кисломолочного масла с выраженным типичным вкусом и ароматом является кислотность плазмы 55-65 °Т. В случае выработки кисломолочного масла для длительного хранения кислотность плазмы сквашенных сливок не должна превышать 50 °Т.

### **Формирование запаха масла**

Кисломолочное масло отличается специфическим вкусом и запахом, обусловленными наличием молочной кислоты, диацетила, летучих кислот, эфиров и спиртов, образующихся в результате жизнедеятельности молочнокислых микроорганизмов, вносимых с закваской.

Обогащение кисломолочного масла ароматическими веществами может быть достигнуто различными способами.

Наиболее простой и доступный - биологический. Ароматические вещества образуются в результате жизнедеятельности молочнокислых ароматобразующих микроорганизмов, вводимых в состав бактериальной закваски.

Химический способ заключается в применении ряда химических препаратов (молочной кислоты, диацетила и др.), вводимых в сливки или масло в процессе обработки.

Для получения более ароматной закваски рекомендуют вносить в молоко лимонную кислоту и ее соли. Содержание лимонной кислоты в молоке составляет в среднем 0,18 %. Особенно необходимо вносить цитраты в зимний период, когда их содержание в молоке резко понижено.

### **Состав микрофлоры и его изменение в процессе хранения масла**

Объем первичной микрофлоры масла зависит от санитарно-гигиенических условий его производства и качества сливок, а также от способа выработки масла.

В масле, вырабатываемом из высокожирных сливок на поточных линиях и методом сбивания в маслоизготовителях непрерывного действия, содержится минимальное количество микроорганизмов. Значительно больше микробов находится в масле, вырабатываемом методом сбивания в маслоизготовителях периодического действия.

Микрофлора сладкомолочного масла состоит из остаточной микрофлоры сливок после пастеризации и микроорганизмов, попадающих в масло в процессе выработки. При этом микрофлора представлена молочнокислыми, спорообразующими протеолитическими бактериями, дрожжами, плесенями, психротрофными бактериями, особенно из рода *Pseudomonas* и БГКП.

Общее количество микроорганизмов может колебаться в свежем масле от нескольких тысяч до 1 млн клеток в 1 г.

Микрофлора кисломолочного масла состоит в основном из заквасочных молочнокислых бактерий. В масле с длительным сквашиванием сливок содержание молочнокислых бактерий больше, чем при использовании сливок краткого сквашивания.

Скорость изменения микрофлоры в масле зависит от содержания в нем плазмы и ее дисперсности в монолите, температуры хранения и т. п.

При хранении сладкосливочного масла в условиях высокой температуры (15 °С) возрастает в основном содержание МОЛОЧНОКИСЛЫХ бактерий, максимальное количество которых достигается через 5 дней и составляет десятки миллионов клеток в 1 г, после чего наблюдается их уменьшение.

При хранении масла при низких положительных температурах (5 °С) - увеличение количества микроорганизмов в масле происходит в основном за счет протеолитических спорообразующих и бесспорных бактерий, микрококков, дрожжей и плесеней.

В сладкосливочном масле, охлажденном после выработки до отрицательной температуры, количество микробов при хранении не повышается, тогда как в масле той же выработки, но охлажденном после трех дней хранения при 6-8 °С, количество микробов повышается в несколько сотен раз по сравнению с первоначальным.

При температуре ниже минус 11 °С микробиологические процессы в масле прекращаются. Поэтому сладкосливочное масло после выработки направляют в холодильник на хранение при температуре от -15 до -18 С.

В кислосливочном масле независимо от метода производства и температуры хранения происходит отмирание молочнокислых бактерий. При температуре хранения 15 °С микрофлора отмирает значительно быстрее, чем при более низких температурах. В кислосливочном масле, хранившемся при температуре 0-5 °С, количество молочнокислых бактерий через 3 мес хранения снижается на 60 %, а через 5 мес составляет 7 % количества в свежем масле.

При хранении кислосливочного масла при температуре от -12 до -15 °С через 6-9 мес отмирает 95-99 % молочнокислой микрофлоры. Уменьшается также содержание бактерий группы кишечных палочек, протеолитических бактерий, дрожжей, плесеней.

После двухлетнего хранения при отрицательных температурах в масле обоих видов общее количество микроорганизмов, количество дрожжей и плесеней практически равно нулю.

### **Пороки масла**

Под пороками масла понимают отклонение его органолептических показателей от предусмотренных стандартом.

Пороки масла, обусловленные развитием микроорганизмов, чаще возникают во время его хранения. При этом микробиологическая порча масла происходит в основном вследствие порчи плазмы, являющейся хорошей средой для развития микрофлоры. К порокам микробиологического происхождения относят кислый, сырный, дрожжевой вкус, нечистые вкус и запах, прогорклый, горький вкус, плесневение и поверхностное окисление масла (штафф).

**Кислый вкус** (для сладкосливочного масла) появляется при использовании сырья повышенной кислотности и хранении масла при температуре выше 10 °С, что обуславливает развитие молочнокислых бактерий.

Для сладкосливочного масла излишне кислый вкус отмечается при кислотности плазмы выше 23 °Т, для кислосливочного масла – выше 55 Т.

**Нечистые (затхлые, гниlostные) вкус и запах** чаще встречаются в сладкосливочном масле. Причиной является развитие в масле посторонних протеолитических микроорганизмов, которые расщепляют белки плазмы до аминокислот с отделением от них углекислого газа и образованием аминов, сернистого водорода и других промежуточных продуктов. При глубоком распаде белков плазмы ощущаются сырный и гниlostный привкусы. Начальной стадии изменения белков плазмы соответствует нечистый вкус.

Развитию пороков способствуют длительное хранение сливок на заводе до начала их переработки, недостаточно высокая температура пастеризации, плохое диспергирование влаги в масле, низкий санитарно-гигиенический уровень производства.

**Сырный вкус** вызывается протеолитическими бактериями и плесенями при разложении белка и жира. Он наблюдается только в старом масле. Сырный привкус развивается во время хранения масла при положительных температурах.

**Дрожжевой вкус** образуется в результате сбраживания лактозы дрожжами родов *Torula*, *Saccharomycetes* и др., а также при разложении аминокислот с образованием спиртов. Характерен для кислосливочного несоленого масла.

**Пророгорклый вкус** возникает при гидролизе молочного жира липазой флюорисцирующих бактерий, плесеней, дрожжей. Процесс разложения жира протекает в две стадии. Вначале идет гидролиз жира с образованием масляной, капроновой и каприловой кислот, которые придают маслу прогорклый вкус и повышают кислотность масла. Затем происходит окисление жирных кислот с образованием кетокислот, кетонов, альдегидов, эфиров и других веществ, усиливающих выраженность порока.

**Горький вкус** обусловлен разложением белков плазмы до пептонов при развитии протеолитических бактерий и особенно флюоресцирующих палочек, обладающих протеолитическими и липолитическими свойствами. Причиной данного порока могут быть также некоторые виды дрожжей и плесеней. Горький вкус появляется при хранении масла в холодильниках при низких положительных температурах. Для предупреждения порока необходимо проводить тепловую обработку сливок при температуре не ниже 85-90 С и строго соблюдать санитарно-гигиенические режимы производства.

**Плесневение масла** обусловлено развитием кистевидной молочной, гроздевидной и других плесеней на поверхности масла и воздушных прослоек. Одновременно наблюдаются пороки вкуса и запаха. Рост плесеней прекращается при хранении масла при минусовых температурах (-11).

Для предупреждения плесневения масла необходимо предупреждать обсеменение сырья и продукта плесенями, соблюдать санитарно-гигиенические и технологические условия производства и хранения масла.

**Штафф** (поверхностное окисление масла) проявляется образованием на монолите полупрозрачного слоя, имеющего специфический запах и неприятный горьковатый вкус, который расценивают как гниlostный или затхлый. Окраска масла в слое штаффа значительно темнее остальной массы продукта.

Штафф вызывается окислением молочного жира при развитии психротрофных липолитических, протеолитических бактерий и плесеней. При этом катализаторами являются солнечный свет, высокая жир-, влаго- и воздухопроницаемость упаковочных материалов.

Предупреждение появления порока: улучшение распределения влаги в монолите масла, уменьшение количества воздуха в масле, хранение масла при отрицательных температурах.

### Микробиологический контроль производства масла

На маслозаводах проводят микробиологический контроль поступающих молока, сливок, сливок в процессе производства масла, закваски, вспомогательных материалов и готовой продукции, а также контроль санитарно-гигиенических условий производства в цехах, складах, маслохранилищах, заквасочной.

Поступающее сырье (молоко, сливки) контролируют на общую бактериальную обсемененность по редуктазной пробе.

В сливках после пастеризации определяют общую бактериальную обсемененность и БГКП не реже одного раза в месяц. Общее количество бактерий **после пастеризатора:** в 1 см<sup>3</sup> сливок хорошего качества допускается до 1 000, а сливок удовлетворительного та до 5 000 колониеобразующих единиц. Бактерии группы кишечных палочек должны отсутствовать в 10 см<sup>3</sup>.

В кисломолочном масле (в готовой продукции) 2 раза в месяц определяют наличие кишечных палочек, патогенных бактерий, а в сладкомолочном кроме того, общее количество микроорганизмов и по возможности количество протеолитических бактерий, дрожжей плесеней.

Качество масла оценивают согласно показателям, приведенным в таблице.

При проведении контроля санитарно-гигиенического состояния Производства масла определяют микробиологическую чистоту оборудования, трубопроводов, инвентаря, фляг, ушатов, деревянной тары, рук работников, воздуха, воды, пергамента, соли.

### Микробиологические показатели оценки сливочного масла

Масло	Количество мезофильных эробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ в 1 г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются		Примечание
		БГКП	патогенные микроорганизмы в том числе сальмонеллы	
Масло вологодское	1x10 <sup>4</sup>	0,1	25	

Масло сладкосливочное любительское и крестьянское	$1 \times 10^5$	0,01	25	
Масло кисломолочное любительское и крестьянское	-	0,01	25	
Масло шоколадное	$1 \times 10^5$	0.01	25	
Масло сливочное бутербродное	$5 \times 10^5$	0,001	25	
Масло коровье топленое	$1 \times 10^3$	1,0	25	Плесени 200 КОЕ/г, не болт

## 2. Микробиология сыра

Сыр получают из молока путем ферментативного свертывания белков, выделения сырной массы с последующей обработкой и созреванием.

Пищевая ценность сыра обусловлена высоким содержанием белка и жира, наличием незаменимых аминокислот, витаминов, солей кальция и фосфора, необходимых для нормального развития человека. Значительная часть белка в сыре находится в растворимой форме, поэтому он хорошо усваивается организмом. Энергетическая ценность сыра составляет от 10 до 18 кДж.

Ассортимент сыров в нашей стране насчитывает более 150 наименований. Вырабатывают сыры твердые, мягкие, кисломолочные рассольные и плавленые.

Твердые, или прессованные, сыры (швейцарский, советский, российский, голландский и др.) содержат в сухом веществе от 20 до 50 % жира, от 42 до 55 % влаги, от 1 до 3,5 % соли. Сырное тесто формируется и прессуется для удаления сыворотки. Созревают сыры от 1 до 6 месяцев.

Мягкие, или непрессованные сыры (рокфор, пятигорский, останкинский, русский камамбер, адыгейский, любительский и др.) вырабатывают с содержанием в сухом веществе от 40 до 50 % жира, от 46 до 80 % влаги, от 1 до 5 % соли. Сырное тесто не прессуется, влага из него уходит естественным путем. Сыры не бывают больших размеров, иначе сырное тесто слишком спрессуется под давлением собственной тяжести. Часто сыры производят с добавлением особых видов плесени, которые придают этим сырам пряный, аммиачный запах и образуют естественную съедобную корочку. Иногда их готовят с применением овечьего или козьего молока. Продолжительность созревания от 7 до 60 суток или без созревания.

Кисломолочные, или свежие, сыры (сливочный, чайный, геленджикский). После заквашивания и введения кисломолочных бактерий сырное тесто не подвергают никакой дополнительной обработке, но иногда смешивают с пряностями, травами или измельченными орехами. Эти сыры имеют пастообразную консистенцию. Часто готовят из овечьего или козьего молока.

Рассольные сыры (грузинский, осетинский, чанах, брынза, сулугуни и др.) производят с содержанием в сухом веществе от 40 до 45 % жира, от 35 до 53 % влаги, от 1 до 7 % соли. Отжимают и прессуют, некоторые раскатывают и прессуют слоями. Затем выдерживают в рассоле, после чего можно подсушивать или коптить. Как правило, готовят из овечьего молока. Сулугуни в процессе приготовления подогревают, и он становится волокнистым. Продолжительность созревания от 1 до 60 суток.

Плавленные сыры (советский, голландский, российский, «Янтарь», «Дружба», «Волна» и др.) вырабатывают с содержанием в сухом веществе от 20 до 55 % жира, от 40 до 52 % влаги, от 2 до 3 % соли. Сладкие плавленные сыры содержат до 16 % сахара.

Для производства плавленных сыров используют сычужные сыры, творог, сливочное масло, различные наполнители и специи.

### **Значение микроорганизмов в сыроделии**

Формирование каждого вида сыра обуславливается качественным и количественным составом микрофлоры.

В формировании твердых сыров принимают участие ферменты молочнокислых стрептококков и палочек, а также пропионовокислых бактерий. Эти микроорганизмы обладают протеолитическими и липолитическими свойствами.

Молочнокислые бактерии благодаря образованию молочной кислоты, медленному и ограниченному расщеплению белка, а также минимальному расщеплению жира значительно влияют на консистенцию, вкус и запах сыра. Последние обусловлены наличием свободных жирных кислот, молочной кислоты, диацетила, метилкетонов, альдегидов, аммиака и др.

Пропионовокислые бактерии образуют витамин В<sub>12</sub>, пропионовую кислоту, пропионат кальция и пролин, что способствует улучшению вкуса сыра.

На поверхности некоторых мягких сыров с желтовато-коричневой слизью обнаруживают большие скопления микроорганизмов. Наряду с дрожжами в слизи находится пигментообразующие бактерии. При выработке этих сыров используют плесени рода *Penicillium* как на корке, так и внутри сыра.

Технически вредными микроорганизмами в сыроделии являются маслянокислые бактерии, кишечные и флюоресцирующие палочки, плесени и гнилостные микроорганизмы.

### **Источники первичной микрофлоры сыра**

Микрофлора сыра складывается из микрофлоры молока, сычужного порошка и закваски, приготовленной из чистых культур микроорганизмов.

Качество сыра определяется микробиологическим составом молока. На образование вкуса влияет не только микрофлора заквасок, но и посторонние микроорганизмы. Ферменты этих бактерий часто выдерживают режимы пастеризации и влияют в дальнейшем на созревание сыра. В связи с этим нельзя

получить сыр высокого качества, если в исходном молоке количество бактерий превышает  $10^6 - 10^7$  в  $1 \text{ см}^3$ .

Сычужный порошок содержит преимущественно споры гнилостных бацилл. Общая микробная обсемененность его не превышает 100 тыс. клеток в 1г, что в расчете на  $1 \text{ см}^3$  заквашенного молока составляет не более 2-3 клеток, поэтому на микрофлору сыра эти микроорганизмы действия не оказывают.

Бактериальная закваска при производстве сыров является главным источником микрофлоры сыра, так как количество заквасочных микроорганизмов, вносимых с закваской, достигает десятков миллионов клеток в  $1 \text{ см}^3$  молока.

При использовании пастеризованного молока практически единственным источником микрофлоры, участвующей в созревании сыра, является закваска. Роль других источников попадания микроорганизмов в сыр – воздуха, посуды и инструментов – незначительна.

### **Сыропригодность молока**

**Факторы, определяющие сыропригодность.** Под сыропригодностью понимают способность молока к свертыванию под действием сычужного фермента, обработке сырной массы и поддержанию жизнедеятельности микроорганизмов, необходимых для производства и созревания сыра.

Пригодность молока для производства сыра определяют по органолептическим, физико-химическим показателям, а также по составу микрофлоры. Молоко признается сыропригодным, если имеет хорошие вкус, запах, цвет и консистенцию, нормальное содержание и свойства составных частей, в частности белка, жира, солей, полезную для выработки сыра микрофлору. Органолептические свойства молока очень важны для сыроделия, так как пороки его вкуса, цвета и запаха вызывают соответствующие пороки и сыра.

Биологическую ценность молока обуславливают, с одной стороны, вещества, стимулирующие развитие молочнокислых бактерий, - витамины, азотистые вещества, продукты автолиза бактерий; с другой – вещества, задерживающие развитие микроорганизмов в молоке, - ингибиторы. Сыропригодное молоко не должно содержать патогенных микробов, бактерий группы кишечных палочек и маслянокислых бактерий. Его получают от здоровых коров, находящиеся на нормированном кормлении.

Одним из главных методов определения сыропригодности молока является проба на скорость свертывания его сычужным ферментом (сычужная проба).

Молоко, которое плохо свертывается под действием сычужного фермента, называют сычужновялым. Из такого молока образуется непрочный сгусток, сырная масса обезвоживается медленно, процесс выработки сыра удлиняется, микрофлора развивается плохо и сыр получается низкого качества.

Одним из наиболее важных условий, определяющих сыропригодность молока, является наличие в нем ингибиторов. Наряду с собственно молочными ингибиторами (факторами бактерицидности молока) в молоке могут присутствовать различные антибиотики и другие лекарственные препараты, применяемые для лечения животных, остатки моющих и дезинфицирующих средств, консервирующие средства и бактериофаги. Ингибиторы могут

содержаться в кормовых травах (в виде пестицидов и остаточных количеств удобрений) или появляться в результате обмена веществ микроорганизмов.

При использовании молока, содержащего ингибиторы, применяемая закваска развивается неудовлетворительно, кислотообразование и образование ароматических веществ тормозится или полностью прекращается. При этом продолжается развитие грамотрицательной микрофлоры молока, которая становится доминирующей, сыр получается с ранним вспучиванием, трещинами, образованием пористого теста с гнилостным привкусом. Так, при содержании в молоке пенициллина больше  $0,018 \text{ ME/cm}^3$  происходит развитие более устойчивых к антибиотикам бактерий группы кишечных палочек, что приводит к вспучиванию выработанного сыра через 36-48 ч.

Присутствие моющих средств в молоке в концентрации от  $0,025$  до  $0,6 \text{ г/дм}^3$  приводит к невозможности его использования для производства сыра и кисломолочных продуктов.

Молозиво также оказывает ингибирующее воздействие, и тормозит размножение молочнокислых бактерий. В связи с этим оно не должно содержаться в сборном молоке. Молоко разрешается использовать через 6 дней после отела.

Сыры, приготовленные из молока, содержащего более 5-6 % примеси аномального молока, имеют пороки вкуса и запаха (горечь, прогорклость), концентрации (мажущаяся, крошливая), цвета (неравномерный), рисунка (рваный, щелевидный), в связи с чем такое молоко считают непригодным для сыроделия.

**Исправление несиропригодного молока.** Эффективными методами улучшения сыропригодности молока и качества сыров являются созревание молока и пастеризация. Внося в пастеризованное молоко молочнокислые бактерии, соли кальция, можно довести его зрелость до степени, необходимой для каждого вида сыра.

В сыроделии применяют кратковременную пастеризацию молока при температуре  $71-72^\circ\text{C}$  с выдержкой 20-25 с. При высокой бактериальной обсемененности молоко пастеризуют при  $74-76^\circ\text{C}$  с выдержкой 20-25 с. После пастеризации молоко охлаждают до температуры созревания.

В результате пастеризации ускоряется процесс созревания и увеличивается выход сыра вследствие лучшего использования жира и большего удержания влаги сырной массой.

Некоторым недостатком пастеризации является ухудшение свертываемости молока, но это компенсируется внесением соответствующего количества солей кальция и чистых культур молочнокислых бактерий.

Для улучшения сыропригодности молока эффективным методом является его бактофугирование.

### **Развитие микробиологических процессов при выработке сыра**

Технология сыров включает следующие основные операции: созревание и пастеризацию молока, подготовку к свертыванию и свертывание молока, обработку и второе нагревание сгустка, формование, прессование, посолку и созревание сыра.

Все технологические приемы, применяемые для производства сыров (разные степень зрелости молока, температуры свертывания и второго нагревания,

размеры сырного зерна, степень обезвоживания сырной массы и т.п.), предназначены для создания оптимальных условий развития определенных групп микроорганизмов.

**Созревание молока.** Свежевыдоенное молоко (парное и охлажденное) нельзя перерабатывать в сыр, так как оно плохо свертывается под действием ферментов и, находясь в бактерицидной фазе, представляет собой неблагоприятную среду для развития молочнокислых бактерий. В связи с этим при выработке сыров молоко подвергают предварительному созреванию, т.е. выдержке с использованием закваски и без нее.

Оптимальным режимом молока является выдержка его при температуре  $(10 \pm 2)^\circ\text{C}$  в течение  $(12 \pm 2)$  ч. На созревание может быть направлено молоко высшего сорта созревает без добавления или с добавлением бактериальной закваски в количестве 0,005-0,01 %. Молоко с повышенной бактериальной обсемененностью (второго класса по редуктазной пробе) направляют на созревание после пастеризации с добавлением бактериальной закваски в количестве от 0,05 до 0,3 %.

Во время созревания молока заканчивается бактерицидная фаза и начинают развитие молочнокислые бактерии, сопровождающиеся ферментацией лактозы с образованием молочной кислоты, которая вступает во взаимодействие с фосфорно- и лимоннокислыми солями кальция. При этом фосфаты и цитраты преобразуются в лактозы, которые в отличие от первых хорошо растворяются в воде и обогащают молоко растворимыми солями кальция. Кислотность молока за период созревания увеличивается не более чем на  $1-2^\circ\text{T}$ .

Все эти изменения способствуют улучшению сыропригодности молока.

При выработке сыра используют не только молоко, которое подвергали созреванию, но и смесь несозревшего и зрелого молока. Зрелое молоко обычно добавляют к свежему в количестве от 15 до 40 %. Если зрелое молоко не используют немедленно, то его охлаждают и хранят при температуре  $8^\circ\text{C}$ .

Для выработки различных сыров требуется молоко неодинаковой степени зрелости, которую определяют по титруемой кислотности. Кислотность молока перед свертыванием для твердых сыров с низкой температурой второго нагревания должна быть  $18-20^\circ\text{T}$ , для сыров с высокой температурой второго нагревания –  $17-19$ , для рассольных сыров –  $20-21$ , для брынзы –  $22-23^\circ\text{T}$ . В зрелом молоке, подготовленном для производства сыра, должно содержаться от 3 до 15 млн клеток в  $1\text{ см}^3$  молочнокислых бактерий.

**Подготовка молока к свертыванию.** При подготовке молока к свертыванию в него вносят бактериальную закваску. Закваски, используемые в виде бактериальных концентратов вносят, как правило, в молоко в дозе 0,5-1,5 % массы молока.

В отличие от заквасок для кисломолочных продуктов и масла все штаммы закваски для сыров должны обладать протеолитической активностью, т.е. способностью разлагать белок.

В сыроделии используют многоштаммовые закваски для групп сыров: мелких и крупных. Однако практика сыроделия показала, что применения для всех мелких сыров одних и тех же заквасок часто приводит к получению одинаковых по

органолептическим свойствам сыров. В связи с этим желательно для каждого вида сыра иметь свою отдельную закваску.

Для мелких сыров с низкой температурой второго нагревания в закваску вносят в качестве основного бактериального фона несколько штаммов *Lac. Lastis*, *cremoris*, *Lac. diacetyiactis*, в качестве обязательных компонентов – ароматобразующие бактерии *Lac. diacetyiactis*, *Leu. dextranicum*. Для крупных сыров с высокой температурой второго нагревания (швейцарского и советского) применяют обычно две закваски: первую составляют так же, как и для мелких сыров, а вторую – из термофильных молочнокислых палочек (*Lbm.heiveticum*, *Lbm. lactis*) и термофильных стрептококков. Помимо этого прибавляют культуры пропионовокислых бактерий – *Propionibacterium shermanii*.

При производстве мягких плесневых сыров помимо молочнокислых мезофильных стрептококков используют плесень *Penicillium album* и *Penicillium candidum* (для закусочного, смоленского, камамбер). При этом конидии плесеней наносят на поверхность сыра путем его орошения. Для сыров пита рокфора вносят микроаэрофильную плесень *Penicillium roqueforti*. В целях создания условий для развития плесени внутри сыра головку прокалывают специальными иглами, делая 30-60 сквозных проколов.

Закваска для сыров со слизиевой поверхностью (дорогобужский, латвийский, пикантный) состоит из мезофильных молочнокислых стрептококков. Однако в созревании данных сыров важную роль играет микрофлора слизи поверхности сыра, которую составляют *Brevibacterium lanens*, плесени, спорообразующие молочные дрожжи и дрожжи вида *Candida mycoderma*. Эти микроорганизмы в виде заквасок в сырную массу не вносят, они попадают на поверхность из внешней среды.

**Свертывание молока.** Сыры, приготовляемые свертыванием молока сычужным ферментом, называют сычужными в отличие от кисломолочных, при выработке которых сгусток образуется под влиянием молочной кислоты, выделяемой при молочнокислом брожении. Применяют главным образом сычужное свертывание молока. Продолжительность свертывания при выработке свежих сычужных сыров составляет от 20 до 60 мин, а для большинства видов – от 30 до 40 мин. Расход сычужного фермента составляет 2,5г на 100 кг смеси молока. Фермент вносят в виде 1 или 2,5 %-ных растворов.

Для ускорения свертывания молока его нагревают до 32-35°C, а пастеризованное молоко охлаждают до этой температуры. При этом быстро размножаются мезофильные молочнокислые бактерии, увеличивается кислотность молока и ускоряется его свертывание. Так как оптимальным значением рН для действия сычужного фермента является 5,9-6,0.

**Обработка сгустка и второе нагревание.** Сгусток обрабатывают в целях удаления сыворотки (влаги) и создания оптимальных условий для развития микробиологических и биохимических процессов в сгустке, зерне и сыре в первый период его созревания. Процесс выделения сыворотки (влаги) сгустком называют **синерезисом**.

Для ускорения и более полного выделения сыворотки сгусток разрезают, вымешивают полученное сырное зерно и вторично нагревают.

Особенно сильно развивается молочнокислое брожение в зерне сыра и гораздо слабее – в сыворотке. Зерно обогащается микробами, которые захватываются белком при свертывании молока. При этом концентрация молочнокислых бактерий в сгустке в 4-8 раз больше, чем в сыворотке. В дальнейшем разница между концентрациями увеличивается, так как в сырных зернах они размножаются гораздо быстрее, чем в сыворотке. Это объясняется буферными свойствами белка, который защищает бактерии от вредного воздействия накопившейся молочной кислоты.

Для более полного удаления сыворотки проводят второе нагревание сырной массы при низкой температуре (40-43°C) (для мелких твердых сыров типа голландского) или при высокой температуре 56-60°C (для крупных сыров типа швейцарского и советского). Продолжительность второго нагревания при выработке крупных твердых сыров составляет 25-40 минут, мелких – 10-20 минут.

Во время второго нагревания усиливается выделение сыворотки из зерна. При низкой температуре количество мезофильных молочнокислых стрептококков практически не изменяется, и при последующих технологических операциях они продолжают быстро размножаться. При нагревании сырного зерна до 56-60°C развитие мезофильных молочнокислых стрептококков подавляется, часть их отмирает, при дальнейшей выработке сыра активизируется развитие термофильных молочнокислых палочек и стрептококков.

**Формование и прессование сыра.** Формирование сырной массы проводят для придания сыру формы., соответствующей тому или иному виду.

Прессованием удаляют остатки сыворотки и добиваются определенной плотности сыра. Продолжительность прессования 2-3 часа.

Во время формования и прессования в сырной массе продолжают процессы брожения молочного сахара с постепенным нарастанием кислотности и дальнейшего обезвоживания сырной массы с одновременным ее уплотнением.

Очень важным фактором, влияющим на качество сыра и в период формования и прессования, является температура сырной массы. Выбор температуры помещения зависит от качества исходного молока и вида вырабатываемого сыра. Ее поддерживают на уровне 18-20°C при формовании и 16-20°C при прессовании сыра.

Мягкие и самопрессующиеся сыры прессуют при высокой температуре (20°C). Твердые сыры можно прессовать при более умеренной температуре (15-16°C). Однако, если качество молока хорошее, рекомендуется прессовать сыры при высокой температуре, чтобы усилить микробиологические процессы. При низкой температуре прессуют сыры, изготовляемые из незрелого, а также менее доброкачественного молока, когда возможно вспучивание сырной массы.

В процессе прессования под действием сычужного фермента и бактериальных экзопротеаз происходит частичный протеолиз казеина, что приводит к увеличению количества растворимых азотистых соединений, являющихся источником азотного питания молочнокислых бактерий и стимулирующих их размножение.

**Посолка сыра.** Поваренная соль влияет на формирование вкуса, запаха и консистенции. Содержание поваренной соли в различных зрелых сырах колеблется от 1,2 до 7 %.

При посолке сыра в рассоле происходит удаление молочного сахара из сыра, сначала с его поверхностного слоя, а затем из более глубоких слоев, а в сырную массу поступает соль. В результате этого бактериологические процессы замедляются, что имеет важное значение для борьбы с ранним вспучиванием сыра, вызываемым бактериями группы кишечных палочек.

При частичной посолке в зерне и досаливании в рассоле наблюдается задержка роста микроорганизмов уже в первые 2ч после внесения соли.

В случае высокой концентрации соли (выше 3,7 %) может полностью подавляться развитие молочнокислых бактерий и снижаться кислотность сыра, т.е. повышается величина рН. В такой среде могут развиваться опасные для человека токсигенные стафилококки. Поэтому для предотвращения их развития рекомендуют использовать в составе заквасок солеустойчивые штаммы молочнокислых бактерий, которые могут развиваться при концентрации соли до 6 %. После равномерного распределения соли в сырной массе бактериологические процессы вновь восстанавливаются.

Мягкие сыры солят в рассолах меньшей концентрации (18-20 %) и менее продолжительное время – от 40 до 50 мин до 12ч, твердые сыры солят в рассоле с большей концентрацией (20-22 %) в течение нескольких суток.

**Созревание сыра.** Сыр после прессования и посолки представляет собой резинистую массу без вкуса и выраженного рисунка. Свойственные данному сыру химический состав и органолептические показатели он приобретает только в результате глубоких биохимических и физических изменений его компонентов в процессе созревания.

Принято считать, что созревание сыров начинается с момента посолки. Изменения, начавшиеся в молоке, продолжаются во время свертывания и обработки сырной массы в ванне вплоть до формования и прессования.

Микрофлора большинства видов свежих сыров почти полностью состоит из молочных бактерий. При этом в первой стадии созревания преобладают молочные стрептококки, а во второй – палочки.

### **Особенности микробиологических процессов при созревании различных сыров**

**Твердые сыры с низкой температурой второго нагревания.** К этой группе относятся жирные сыры: голландский, костромской, Пошехонский, степной, буковинский, эстонский, ярославский и др., а также сыры, с пониженной жирностью: литовский, прибалтийский и др.

В составе микрофлоры этих сыров приобретают мезофильные молочнокислые стрептококки, развитию которых способствует высокая влажность сырной массы и относительно низкая температура созревания (12-15°C). При такой температуре не могут развиваться термофильные бактерии. Продолжительность созревания сыров данной группы составляет 2-3 мес.

При выработке твердых сыров с низкой температурой второго нагревания (мелких сыров) количество молочнокислых стрептококков уже в первые 5-10 дней созревания достигает максимального значения – 2,5 – 3,5 млрд клеток и более в 1г. После этого в связи с полным сбраживанием лактозы и ее отсутствием в сырной массе происходит постепенное отмирание молочнокислых стрептококков.

В течение 1-2 мес основная масса стрептококков погибает, одновременно происходит увеличение количества мезофильных молочнокислых стрептобактерий *Lbm. plantarum* и *Lbm. casei subsp. rhammosus*, которое достигает максимума через 1,5 – 2 мес. При дальнейшем созревании сыра постепенно отмирают и молочнокислые палочки. Развивающиеся стрептобактерии не являются заквасочными микроорганизмами. Они попадают в сыр с молоком. Их размножение на второй стадии созревания сыра обусловлено способностью усваивать в качестве источника углерода соли молочной кислоты (лактат кальция и др.).

Такая закономерность динамики микрофлоры характерна при созревании всех сыров данного типа.

**Твердые сыры с высокой температурой второго нагревания.** По составу микрофлоры они существенно отличаются от сыров с низкой температурой второго нагревания. Типичной для данной группы твердых крупных сыров является динамика развития молочнокислых бактерий в швейцарском сыре. Созревают они при температуре 22 - 25°C.

В сыром зерне перед вторым нагреванием преобладают молочнокислые стрептококки. Под действием высокой температуры второго нагревания (56-60°C) уменьшается объем микрофлоры в сырой массе за счет частичной гибели мезофильных молочнокислых стрептококков, в то время как термофильные молочнокислые палочки остаются жизнеспособными. В связи с этим уже в односуточном сыре количество палочек составляет 50-80%. Через 2-5 суток созревания отмечается максимальное накопление молочнокислых бактерий, которое составляет от 1 млрд. клеток в 1г сыра.

В дальнейшем происходит уменьшение в сыре общего объема микрофлоры и количества молочнокислых палочек, что объясняется полным сбраживанием лактозы и отмиранием клеток *Lbm. helveticum*, как наиболее чувствительных к отсутствию углеводов. В это же время отмечается относительное увеличение количества молочнокислых стрептококков. Такое преобладание молочнокислых стрептококков можно объяснить их большей устойчивостью к недостатку лактозы, а также воздействию поваренной соли.

К 30-му дню количество молочнокислых палочек снова увеличивается при продолжающемся уменьшении количества стрептококков. Это происходит за счет размножения мезофильных стрептобактерий *Lbm. casei subsp. rhamnosus* и *Lbm. plantarum*, способных усваивать лактаты. Способностью усваивать лактаты обладают также пропионовокислые бактерии, которые начинают развиваться в сыре после сбраживания лактозы. Размножаясь, эти микроорганизмы выделяют углекислый газ, в результате чего через 2-3 недели в сыре появляется рисунок, т.е. немногочисленные глазки диаметром 1-1,5 см.

Сыры типа швейцарского созревают относительно медленно (до 6 мес.) воздействие небольшого объема микрофлоры, который уменьшается под действием высокой температуры второго нагревания.

**Твердые сыры, созревающие при участии микрофлоры сырной слизи.** К этой группе относятся жирные сыры (латвийский, пикантный, новоукраинский, и др.), а также сыры с пониженной жирностью (каунасский, клайпедский, наурис и др.).

При созревании сыров отмечается бурное развитие молочнокислых стрептококков, количество которых в латвийском сыре в первые дни достигает 8-9 млрд клеток в 1г. Такое интенсивное размножение молочнокислых бактерий обусловлено слабым образованием (температура второго нагревания 36-38°C) и содержанием большого количества лактозы, а также развитием микрофлоры сырной слизи на поверхности сыра, под действием которой образуются продукты щелочного характера, нейтрализующие поверхностные слои сырной массы. Благодаря такому большому объему микрофлоры созревание латвийского сыра завершается к 2 мес.

Микроорганизмы располагаются на корке сыра в виде тонкого слоя слизи желто-коричневого цвета и сообщает сыру острый, слегка аммиачный запах.

**Мягкие сыры.** В зависимости от применяемых микроорганизмов, участвующих в созревании, мягкие сыры подразделяют на следующие группы:

- сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и поверхностной микрофлоры сырной слизи (дорогобужский, калининский, пятигорский);
- сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий, белой плесени и микрофлоры сырной слизи, развивающейся на поверхности сыра (смоленский, любительский зрелый, невшатель и др.);
- сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и белой плесени, развивающейся на поверхности сыра (русский камамбер, белый десертный и др.);
- сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и голубой плесени, развивающейся в тесте сыра (рокфор, армянский рокфор и др.);
- сыры, свежие, созревающие при участии молочнокислых бактерий (любительский свежий, нарочь, геленджикский, сливочный, домашний, адыгейский и др.).

Мягкие сыры содержат большое количество сыворотки и лактозы, поскольку при их выработке не проводят второго нагревания и прессования. Это способствует быстрому развитию молочнокислых стрептококков, максимальное количество (5,0-6,0 млрд в 1г) которых накапливается уже в первые дни созревания.

Затем они отмирают, и через 5-10 дней количество молочных стрептококков уменьшается в несколько десятков раз. Отмирание стрептококков обусловлено недостатком лактозы, а также интенсивным накоплением молочной кислоты, особенно в первые дни созревания сыра.

В дальнейшем уменьшается кислотность сырной массы за счет щелочных продуктов, образующих при распаде белковых веществ под действием протеаз, выделяемых плесенями, находящимися внутри сыра, а также микрофлоры слизи на корке. Это создает благоприятные условия для развития молочных бактерий.

Развитие молочнокислых стрептобактерий в этих сырах происходит значительно раньше, чем в других сырах, что обусловлено быстрым расходом лактозы, и

через 10 дней их содержание уже превышает количество молочнокислых стрептококков, а через 15 дней достигает максимума – нескольких миллиардов в 1г.

**Рассольные сыры.** Созревание и хранение сыров этой группы осуществляются в рассоле, концентрация соли в сыре достигает 8 %.

Интенсивное развитие микробиологических процессов в рассольных сырах происходит во время выработки, самопрессования и в первые дни созревания. Так, наибольшее содержание микроорганизмов 5 млрд/г в сырных чанах наблюдается на 4 сутки. При этом на долю стрептококков приходится 99%. Затем под действием соли общее количество молочнокислых бактерий снижается, при этом в течение 12 дней на долю стрептококков приходится 99%.

Через 40-50 сут количество молочнокислых стрептобактерий достигает 50%, после чего отмечается дальнейшее относительное увеличение содержания молочнокислых палочек. При этом снижается общее количество молочнокислых бактерий, которое составляет около 100 млн/г, т.е. уменьшается в 50 раз.

**Плавленные сыры.** В состав микрофлоры сыров входят микроорганизмы, выдержавшие температурный режим плавления (75-80°C 15-20 мин или 90-95°C 10-12 мин): термофильные молочнокислые палочки, стрептококки, энтерококки, маслянокислые бактерии и другие спорообразующие микроорганизмы. Количество микроорганизмов составляет сотни и тысячи клеток в 1г.

В связи с тем, что в плавленых сырах нет лактозы, в них могут развиваться только микроорганизмы, способные усваивать лактаты. Этим свойством обладают маслянокислые бактерии, вызывающие порок – позднее вспучивание сыра. Поэтому плавленные сыры необходимо хранить при температуре не выше 8°C.

## **Тема 1.8. Физико-химические процессы при производстве молочных консервов и ЗЦМ.**

**Тема: Физико-химические процессы при выработке сгущенного молока с сахаром. Физико-химические показатели сгущенного молока с сахаром.**

- 1. Научные основы производства молочных консервов. Термостойкость молока.**
- 2. Физико-химические процессы, происходящие при выработке сгущенного молока с сахаром.**
- 3. Физико-химические показатели сгущенного молока с сахаром.**

### **1. Научные основы производства молочных консервов. Термостойкость молока**

Производство молочных консервов основано на принципе ограничения микробной и в какой-то степени химической порчи во время длительного хранения. Этому способствует:

- 1) Снижения в продукте активной воды  $a_w$  осуществляемое, путем сгущения , добавления в молоко сахарозы или удаления большей части воды с помощью сушки.
- 2) Подавление развития микроорганизмов (**анабиоз**) или полное уничтожение микроорганизмов (**абиоз**)

Это осуществляется **физическим способом**:

1) Увеличением осмотического давления, высушивание.

**Химическими способами:**

2) Внесение консервантов (сорбиновая кислота, антиокислители жира и антибиотики)

Качество сгущенного молока и его стойкость зависят от термоустойчивости.

**Термоустойчивость молока и факторы ее обуславливающие.**

Термоустойчивость молока – способность при высокой температуре сохранять первоначальное коллоидное состояние.

Таким образом, термоустойчивость зависит от устойчивости мицелл казеина т.к. сывороточные денатурируют уже при  $T\ 60-100^{\circ}C$ , но в силу увеличения дисперсности не осаждаются.

**Факторы устойчивости мицелл казеина:**

**1. Солевой состав молока**

Т.е. соотношение солей Са и Mg и фосфатов и нитратов с другой стороны.

1) **При увеличении Са** Са + к ККФК - заряд казеина → крупные агрегаты и коагулируют при нагревании.

2) **При увеличением фосфатов и цитратов** Са отщепляется, что способствует устойчивости.

**2. Размер казеиновых мицелл.**

Чем больше мицеллы, тем менее устойчива система.

**3. Содержание сывороточных белков** не влияет на концентрацию сывороточных белков 0,9% выше снижает термоустойчивость

**4. Титруемая кислотность и рН молока**

Основные причины – 1) 4)

**2. Физико-химические процессы, происходящие при выработке сгущенного молока с сахаром**

При выработке молока сгущенного с сахаром физико-химические изменения компонентов молока проходят при пастеризации и гомогенизации сырья, сгущения и сушке молочной смеси.

Изменения составных частей молока при пастеризации и гомогенизации мы рассматривали ранее.

**Изменение компонентов молока и сгущении и сушке.**

Физико-химические процессы изменения липидов, белков, лактозы солей и др. компонентов начинается при пастеризации прод-ся. в процессе сгущения и сушки.

**Липиды.**

Во время сгущения происходит диспергирование жировой фазы с увеличением количества мелких шариков жира  $< 2\text{мкм}$ . Снижается количество дестабилизированного жира. Но при увеличении продолжительности сгущения наблюдается укрупнение шариков жира.

При сгущении происходит частичный гидролиз триглицеридов молочного жира и уменьшение в их составе количества ненасыщенных жирных кислот. При этом в продуктах повышается содержание летучих жирных кислот и др.

### **Белки и лактоза**

Во время сгущения.

изменяется структура и свойства белков молока. При сгущении увеличивается концентрация солей  $\text{Ca}^{2+}$ , изменяется структура ККФК, происходит укрупнение мицелл казеина. Часть белков и свободных аминокислот + с лактозой с образованием меланоидинов. Свободные аминокислоты могут подвергаться термическому разложению.

При сгущении молока увеличивается концентрация лактозы, ее раствор переходит в состояние, близкое к насыщенному, следующее охлаждение приводит к кристаллизации ее.

### **Соли и витамины.**

В процессе сгущения концентрируются минеральные вещества молока, изменяются соотношения между катионами и анионами.

Снижается количество витаминов

При сгущении уменьшается

Витамин А на 10-19%

Витамин В<sub>2</sub> на 8-21%

Витамин С на 20%

Витамины В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub> на 40%

Витамин Е на 3-12%

### **3. Физико-химические показатели сгущенного молока с сахаром.**

Основными физико-химическими показателями молока сгущенного с сахаром определяющими их качество являются **вязкость размер кристаллов лактозы например, по ГОСТ 2903-78  $\eta$  до 2-х месяцев д.б. 3-10Па . е от 2-12 мес. 15Па . е**

**размеры кристаллов лактозы не более 15 мкм.**

**Вязкость (консистенция) зависит от состава молока, кислотности, режимов пастеризации и сгущения.**

1) Состав молока, главным образом, белково-солевой состав.

Соотношение между жиром и СОМО = 1,4%

Оптимальное содержание Са 125 мг%

Зависит от времени года, стадии лактации, породы и др.

2) Кислотность

Увеличение кислотности нарушает солевой баланс молока, снижает термоустойчивость и отрицательно сказывается на консистенции молока.

3) Температура пастеризации влияет на белково-солевой состав молока и следовательно на вязкость сгущенного молока и его стойкость против загустевания при хранении.

Например, при Т 104-112<sup>0</sup>С – сгущенное молоко жидкой консистенции 85-95<sup>0</sup> продукт с высокой вязкостью.

**Тема: Процессы, протекающие при производстве сгущенного стерилизованного молока, сухого молока и ЗЦМ. Физико-химические показатели сухих молочных продуктов. Пороки** Тема: **Физико-химические процессы, происходящие при выработке сгущенного стерилизованного молока, сухого молока, ЗЦМ.**

**1. Физико-химические процессы при пастеризации, сгущении и стерилизации молока.**

**2. Физико-химические процессы, происходящие при выработке сухих молочных продуктов.**

**3. Физико-химические процессы при пастеризации, сгущении, гомогенизации молока.**

**4. Физико-химические процессы при сушке молока**

**5. Физико-химические показатели сухих молочных продуктов**

**6. Пороки молочных консервов**

При производстве сгущенного стерилизованного молока консервирование путем повышения концентрации сухих веществ сочетают с высокотемпературной обработкой продукта.

Сгущенное стерилизованное молоко согласно требованиям ГОСТ должно содержать не менее 25,5% сухих веществ, в том числе не менее 7,8% жира.

Качество сгущенного стерилизованного молока и его стойкость при хранении во многом зависят от качества исходного молока и в первую очередь от его термоустойчивости.

**1. Физико-химические процессы при пастеризации, сгущении и стерилизации молока.**

Физико-химические процессы при пастеризации, сгущении и стерилизации при выработке сгущенного стерилизованного молока не отличаются от аналогичных процессов при выработке сгущенного молока с сахаром и стерилизации молока. При выработки режимов тепловой обработки должна преследоваться цель – минимальное тепловое воздействие на белки и другие составные части молока, т.е. сохранение или даже повышение термоустойчивости исходного молока.

Предварительная пастеризация молока перед стерилизацией является одним из путей стабилизации белковой системы молока, т.е. повышение его термоустойчивости. Она достигается осаждением при пастеризации избытка фосфата кальция и термолабильных сывороточных белков. Кроме того, происходит повышение термоустойчивости казеиновых мицелл благодаря их комплексообразованию с  $\beta$ -лактоглобулином. Степень влияния предварительной пастеризации молока на его составные части зависит от температуры и продолжительности нагревания.

Хорошие результаты дает пастеризация молока при 95<sup>0</sup>С в течение 10мин. Лучший эффект получается при нагреве молока до 120<sup>0</sup>С с выдержкой 3-4 мин или до 125-140<sup>0</sup>С с выдержкой 3-10с.

При длительном хранении особенно при повышенных температурах в сгущенном стерилизованном молоке нередко отстает жирной слой, который содержит свободный жир, склонный к окислению. Для предотвращения выделения жира

перед стерилизацией сгущенное молоко гомогенизируют (оптимальные режимы гомогенизации: давление 15-25Мпа, температура 50-60<sup>0</sup>С) в целях сохранения термоустойчивости сгущенного молока рекомендуется применять двухступенчатую гомогенизацию со снижением давления на второй ступени.

Для повышения термоустойчивости в молоко вносят соли-стабилизаторы (в количестве 0,05-0,3%, исходя из результатов пробной стерилизации). Для этой цели применяют следующие соли: гидрофосфат натрия ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ), гидрофосфат калия ( $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ), ортофосфат натрия ( $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ), цитрат натрия ( $2\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$ ), цитрат калия ( $\text{K}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) и др. Лучшие результаты дает использование двух- и четырехкомпонентных фосфатно-цитратных смесей калия и натрия. Повышение термоустойчивости молока при внесении солей происходит вследствие снижения количества ионов кальция.

В настоящее время при производстве сгущенного стерилизованного молока стали применять антибиотик низин. Использование низина позволяет уменьшить температуру стерилизации и продолжительность ее воздействия. Как известно, низин снижает терморезистентность споровых бактерий – возбудителей микробиологической порчи сгущенного стерилизованного молока (бомбаж, свертывание).

## **2. Физико-химические процессы, происходящие при выработке сухих молочных продуктов.**

Сухие молочные продукты обладают высокой пищевой ценностью, хорошо сохраняются в обычных условиях, транспортабельны, широко используются для питания детей, при выращивании молодняка сельскохозяйственных животных, в молочной и других отраслях пищевой промышленности (хлебопекарной, кондитерской и др.)

Качество свежеработанных сухих молочных продуктов (растворимость, консистенция, цвет, вкус) зависит от состава и свойств исходного молока (молочной смеси), а также физико-химических изменений белков, жиров, углеводов, солей во время пастеризации, сгущения, гомогенизации и сушки. В процессе хранения возможны дальнейшие физико-химические изменения составных частей молока, в результате которых изменяется растворимость, цвет, вкус, биологическая ценность продуктов.

## **3. Физико-химические процессы при пастеризации, сгущении, гомогенизации молока.**

Физико-химические процессы, происходящие при пастеризации, сгущении и гомогенизации молока, аналогичны данным процессам, происходящим при изготовлении сгущенного молока с сахаром. Режимы пастеризации, сгущения и гомогенизации влияют на физико-химические процессы, происходящие в молоке при сушке, и на качество готовых продуктов. Так, от режима пастеризации зависит стабильность белков и солей молока при дальнейшей тепловой обработке. При выработке сухих молочных продуктов пастеризация должна гарантировать инактивацию липазы при возможно минимальном тепловом воздействии на белки и соли молока.

При вальцовой сушке температура вальцов достигает 106-128<sup>0</sup>С, поэтому пастеризацию молока следует проводить (для уменьшения теплового воздействия на белки и соли) при 72-75<sup>0</sup>С. при распылительной сушке, проводимой в более мягких условиях (температура молока в зоне распыления 60-75<sup>0</sup>С), рекомендуется в целях полной инактивации липазы температуру пастеризации цельного или обезжиренного молока повысить до 85-87<sup>0</sup>С (при выработке ЗЦМ – до 85-90<sup>0</sup>С). дальнейшее повышение температуры способствует денатурации сывороточных белков и выпадению фосфата кальция, что вызывает понижение растворимости сухих молочных продуктов.

Степень сгущения цельного и обезжиренного молока и режим сгущения влияет на качество готового продукта. От степени сгущения зависит вязкость направляемого на сушку молока или молочной смеси. При выработке сухих продуктов распылительным способом концентрация сухих веществ в молоке (смеси) влияет на размер капель при распылении, следовательно, на размер частиц готового продукта. При повышении концентрации сухих веществ (до определенного предела) увеличивается размер частиц и улучшается растворимость порошка. Низкая концентрация сухих веществ в поступающем на распыление сырье способствует получению готового продукта с мелкими частицами, повышению гидроскопичности и количества свободного жира, плохой смачиваемости. Высокая концентрация сухих веществ (например, выше 55% при получении сухого цельного молока) способствует резкому повышению вязкости молока и получению продукта с чрезмерно крупными частицами. Это приводит к слеживаемости порошка, образованию комочков и понижению его растворимости.

При выработке сухого цельного молока распылительным способом молоко сгущают до концентрации сухих веществ 43-48%. При производстве молочных смесей для детей и ЗЦМ степень сгущения цельного и обезжиренного молока снижают до содержания сухих веществ 40-43%.

Режим сгущения влияет на вязкость молока и дисперсность жира: с увеличением температуры и продолжительности сгущения продолжительности сгущения повышается вязкость и уменьшается дисперсность жира. Наличие в сгущенном молоке значительного количества крупных жировых шариков (диаметром более 8 мкм) приводит к появлению в процессе последующей сушки свободного жира. Свободный жир ухудшает смачиваемость сухого порошка и снижает скорость его растворения.

Для уменьшения количества свободного жира необходимо перед сушкой проводить гомогенизацию сгущенного молока. Гомогенизация способствует снижению содержания свободного жира в сухих молочных продуктах в 3 раза.

Низкая температура гомогенизации (ниже 50<sup>0</sup>С) способствует повышению вязкости смеси и не обеспечивает качественное ее эмульгирование. Высокая температура (выше 55-60<sup>0</sup>С) и высокое давление (более 15 МПа) вызывают наряду с диспергированием укрупнение жировых шариков и необратимые физико-химические изменения белков, что приводит к снижению стабильности жировой эмульсии и растворимости готового продукта.

#### **4. Физико-химические процессы при сушке молока**

При сушке (особенно пленочным способом) в результате физико-химических процессов первоначальные свойства молока изменяются. Происходит денатурация сывороточных белков, выпадение фосфата кальция, выделение из жировых шариков свободного жира. Эти изменения приводят к частичному снижению растворимости продукта. Во время сушки также наблюдается разрушение ферментов и части витаминов. Витамин С разрушается на 20-60%, витамин В<sub>12</sub> – на 10-35%, витамин В<sub>6</sub> – на 34% (остальные витамины изменяются незначительно).

Физико-химические свойства сухих молочных продуктов распылительной сушки зависят от способа распыления и режимов сушки.

При распылении сгущенного молока в сушильной камере желательно получить однородные по размеру капли. Неравномерно распыленное молоко может содержать недосушенные комочки слипшихся частиц, что снижает растворимость порошка.

Существенное влияние на качество продуктов оказывают температура горячего воздуха на входе в сушильную камеру, его скорость, место ввода и т.д. Нарушение оптимальных температурных режимов сушки приводит к увеличению размера частиц сухого продукта, содержания в них воздуха и свободного жира, что снижает растворимость продукта и его стойкость при хранении.

Отрицательно влияет на растворимость продукта длительное тепловое воздействие на распыленные частицы молока в процессе сушки и после нее. При воздействии высоких температур происходят значительная денатурация белков и повышение содержания свободного жира. Важным условием повышения качества продукта является быстрое его охлаждение после выхода из сушильной камеры до температуры ниже точки плавления жира. Точка плавления жира 18-25<sup>0</sup>С.

## **5. Физико-химические показатели сухих молочных продуктов**

***Основные физико-химические показатели сухих молочных продуктов – содержание влаги, растворимость, относительная скорость растворения, смачиваемость, насыпная масса – обуславливаются технологическими режимами производства.***

1) ***Содержание влаги в сухих молочных продуктах*** определяется способом сушки и составляет 4-7%. Высокая влажность продукта (более 4%) может привести к ухудшению его растворимости, изменению цвета во время хранения.

2) ***Растворимость***, измеряемая количеством сухого вещества, перешедшего при восстановлении продукта в раствор. Растворимость по ГОСТ 8764-73 выражают в миллилитрах нерастворившегося сырого осадка (объем сырого осадка, равный 0,1мл, соответствует 1% сухого нерастворимого остатка продукта). Лучшую растворимость имеют сухие молочные продукты, полученные при распылительной сушке, растворимость продуктов пленочной сушки значительно ниже.

Растворимость продукта, а также смачиваемость и скорость растворения зависят от размеров, формы, внутренней структуры частиц, количества на их поверхности свободного жира, содержание в порошке воздуха и т.д.

Эти показатели определяются способом сушки. Так, сухое молоко, полученное пленочным способом, состоит из угловатых пластинок размером 20-80мкм, сухое молоко, изготовленное методом распылительной сушки – из одиночных круглых частиц средним диаметром 15-20мкм. Некоторая часть частиц может быть объединена между собой в группы – небольшие агломераты размером до 250мкм. Быстрорастворимое сухое молоко содержит в основном агломераты размером от 250 до 1000мкм (0,25-1мм). Только около 30% агломератов имеют размер менее 250мкм, а одиночные частицы практически в молоке отсутствуют.

ЗЦМ, полученный способом распылительной сушки, имеет средний размер частиц 30-40мкм.

Частицы сухих молочных продуктов распылительной сушки имеют следующую структуру. Каждая отдельная частица содержит белок и жировые шарики (со средним диаметром для сухого цельного молока 0,0401,0мкм; для ЗЦМ 1,2-1,7мкм), равномерно распределенные в аморфной лактозе, представляющей собой непрерывную фазу. Денатурированный белок (в виде тонких пленок) и свободный жир могут находиться на поверхности частицы. Аморфная лактоза очень гидроскопична, поэтому сухие молочные продукты способны поглощать влагу из воздуха. Происходящая при этом кристаллизация лактозы вызывает образование в частицах трещин и капилляров, что, с одной стороны, улучшает растворимость продукта, так как влага по ним проникает внутрь частиц, а, с другой стороны, при хранении продуктов по трещинам на поверхности частиц выходит свободный жир, который ухудшает их смачиваемость. Кроме того, свободный жир на поверхности частиц легко окисляется в присутствии воздуха и вызывает пороки вкуса сухого молока.

## **6. Пороки молочных консервов**

В зависимости от характера физико-химических изменений состав молочных частей молока в процессе изготовления и хранения в продуктах появляются те или иные пороки.

**Загустевание** относится к основным порокам сгущенного молока с сахаром. Оно появляется во время хранения продукта. В результате самопроизвольного загустевания продукт приобретает излишне вязкую консистенцию и становится нестандартным (продукт, хранившийся от 2 до 12 мес, должен иметь вязкость не более 15 Па·с). Реже порок наблюдается при хранении сгущенного стерилизованного молока. Основные причины порока – изменение физико-химических свойств белков и нарушение устойчивости коллоидной системы молока. Механизм загустевания сгущенного молока заключается в следующем. Казеиновые мицеллы под воздействием высоких температур и нарушенного солевого равновесия теряют стабильность, взаимодействуют друг с другом и коагулируют (образуя структурную сетку). Процесс агрегирования казеиновых мицелл усиливают денатурированные сывороточные белки, которые выполняют роль сшивающих мостиков между частицами. В сгущенном стерилизованном молоке роль сшивающих мостиков могут выполнять также карбонильные соединения (продукты реакции Майяра). Загустевание молочных консервов, по последним данным, может вызвать термостабильная нативная протеиназа молока (плазмин), расщепляющая  $\beta$ -казеин молочных смесей.

Возникновение порока зависит от времени года, рационов кормления, периода лактации, болезней животных. Как правило, сгущенное молоко с сахаром загустевает весной и в начале лета. Появлению порока способствуют повышенное содержание белков, изменение солевого состава, высокая кислотность молока и нарушение технологических режимом производства молочных консервов (тепловой обработки, гомогенизации и т.п.). Порок можно предупредить, применяя высокотемпературную пастеризацию (выше 100°C), внося соли-стабилизаторы и т.д.

**Комковатая и хлопьевидная консистенция сгущенного молока с сахаром** характеризуется наличием мелких хлопьев и комочков казеина, образующихся при частичной коагуляции белка. Появляется в продукте, выработанном из молока повышенной кислотности (например, из молока с примесью молозива и т.д.).

**Мучнистая и песчанистая консистенция сгущенных молочных консервов** вызывается нарушением процесса кристаллизации лактозы в сгущенном молоке с сахаром. Допускаемые размеры кристаллов лактозы в продукте составляют не более 15 мкм. Медленное нерегулируемое охлаждение продукта может привести к образованию кристаллов размером 16-20 мкм или более (см. табл. 35) и, как следствие, появлению порока. Необходимо строго соблюдать режимы охлаждения сгущенного молока с сахаром.

**Пониженная растворимость сухих молочных продуктов** наблюдается при сильной денатурации сывороточных белков в процессе сушки. Порок также возникает при хранении продукта с увеличенным содержанием свободного жира, который переходит на поверхность сухих частиц и снижает смачиваемость. Выделению свободного жира способствует повышенное содержание влаги в продукте (более 7 %). Влага вызывает кристаллизацию лактозы с одновременной дестабилизацией жира. Повышенная влажность сухих молочных продуктов, а также хранение в негерметической упаковке приводят к уменьшению растворимости за счет денатурации белков и образования плохо растворимых меланоидинов. Белки денатурируют при наличии в продуктах свободной влаги (связанная влага не изменяет коллоидные свойства белка). В связи с этим содержание влаги в сухом молоке не должно превышать 4-5 %.

**Потемнение молочных консервов** возникает при образовании большого количества меланоидинов в результате реакции между аминокетонами белков и альдегидной группой лактозы и глюкозы. Порок образуется в результате длительного хранения сгущенного молока с сахаром при высокой температуре (35-40°C) и сухих молочных продуктов в негерметичной таре (в условиях повышенной влажности). В сгущенном молоке с сахаром изменяется цвет, появляется сильный привкус карамели, повышается кислотность (до 53-67°Т), возрастает вязкость. Образование меланоидинов в сухом молоке сопровождается потемнением продукта, появлением неприятных специфических привкуса и запаха и понижением растворимости.

Реакции меланоидинообразования в сгущенном молоке с сахаром способствует инвертный сахар. Поэтому необходимо принимать меры к устранению причин, вызывающих инверсию сахарозы. Предохранение продукта от потемнения

достигается путем снижения количества сахарозы, увеличения содержания СОМО, внесения в сгущенное молоко аскорбиновой кислоты и других добавок. Для предупреждения потемнения сухого молока необходимо соблюдать требования по содержанию влаги (3-4 %) и герметичности упаковки.

Потемнение сгущенного стерилизованного молока возникает в результате длительного воздействия высоких температур при стерилизации. Пороку способствует увеличение содержания сухих веществ, повышения кислотности сырья, некоторые соли-стабилизаторы, наличие меди и железа.

**Прогорклый вкус** обусловлен гидролизом жира под действием оставшейся после пастеризации лактозы. Встречается в сухих молочных продуктах распылительной сушки и в сгущенном молоке с сахаром низкой вязкости. В сгущенном молоке с сахаром фермент действует на отстоявшийся слой жира. Для предупреждения порока молоко следует пастеризовать при температуре выше 95°C и вырабатывать сгущенное молоко с сахаром вязкостью не ниже 3,0 Па·с. Вязкость продукта можно повысить, увеличивая содержание СОМО или осуществляя гомогенизацию молока при давлении 2-2,5 МПа после сгущения.

**Салистый и другие (рыбный, металлический и др.) привкусы** возникают при хранении сухих молочных продуктов и ЗЦМ. При порче в первую очередь окисляется свободный жир, находящийся на поверхности частиц сухих продуктов. Появлению салистого и других привкусов способствует наличие в сухом молоке 9-16 % и более дестабилизированного жира. Порок возникает в результате окисления ненасыщенных жирных кислот под действием кислорода воздуха. Окисление ускоряют воздействие света, наличие солей меди и железа, повышение температуры хранения и влажности воздуха.

Для предохранения сухого молока от порчи необходимо устранить причины, способствующие повышению в продукте количества свободного жира.

Устойчивость сухих молочных продуктов к окислению увеличивается при добавлении антиокислителей жира: при производстве сухого молока – аскорбиновой кислоты, кверцетина и додецилгаллата; при производстве ЗЦМ – бутилокситолуола и сантохина.

**Физико-химические процессы при производстве молочных консервов и ЗЦМ**

***Контрольные вопросы и задания.***

1. Какие методы консервирования используют при производстве молочных консервов? 2. От каких факторов зависит устойчивость белков при сгущении молока? 3. Как влияют режимы пастеризации на вязкость сгущенного молока с сахаром? 4. Как изменяется жировая фаза при сгущении молока с сахаром? 5. Для чего необходимо быстро охлаждать сгущенное молоко с сахаром? 6. Что мы понимаем под «термоустойчивостью» молока, и как ее определяют? 7. Какие процессы происходят при выработке сгущенного стерилизованного молока? 8. Расскажите об изменении жира в процессе сушки масла. 9. Опишите структуру частиц сухого молока, полученного методом распылительной сушки. 10. Каковы причины загустевания сгущенного молока с сахаром и меры его предупреждения? 11. Почему может меняться цвет молочных консервов? 12. Можно ли избежать салистого вкуса сухого молока?

## Тема 2.10. Микробиология молочных консервов

### Тема Микробиология консервированных молочных продуктов и мороженого

1. Принципы консервирования молочных продуктов
2. Стерилизованные молочные консервы
3. Сгущенные молочные консервы с сахаром
4. Сухие молочные продукты
5. Микробиология мороженого

Молочные консервы – это продукты из натурального молока или молока и пищевых наполнителей (компонентов), которые в результате специальной обработки могут длительное время сохранять свои свойства без изменений.

Изменение свойств и порча пищевых продуктов вызываются главным образом действием микроорганизмов, обуславливающих гниение, гидролиз, липолиз, изменение цвета, запаха, консистенции и другие пороки.

Для того чтобы надежно предохранить продукты от порчи, необходимо создать, такие условия хранения либо так видоизменить их свойства, чтобы попавшие в них микробы были уничтожены или не могли развиваться.

Используют биологические принципы, все методы консервирования можно разделить на три основные группы:

методы, основанные на принципе биоза, т.е. поддержания жизненных процессов в сырье (молоке) и использования его естественного иммунитета;

методы, основанные на принципе анабиоза, т.е. на подавлении (замедлении) жизнедеятельности микроорганизмов при помощи различных физических, химических и биологических факторов;

методы, основанные на принципе абиоза, т.е. на полном прекращении всех жизненных процессов, как в сырье, так и в микроорганизмах.

Ни один из принципов, положенных в основу этой классификации, не может быть осуществлен на практике в чистом виде. Однако каждый метод консервирования характеризуется преобладанием какого-либо одного принципа, и поэтому приведенная классификация помогает лучше уяснить сущность этих методов.

**Биоз** – поддержание в продукте или сырье жизненных процессов, препятствующих развитию микроорганизмов, а также использование естественного иммунитета сырья. Так, в свежесвыдоенном молоке содержатся бактерицидные вещества, губительные для микроорганизмов, которые в течение определенного отрезка времени не могут размножаться (бактерицидная фаза молока).

**Анабиоз** – подавление биологических и физико-химических процессов, протекающих в сырье, пищевых продуктах и населяющей их микрофлоре. Различают несколько разновидностей анабиоза: термоанабиоз, ксероанабиоз, осмоанабиоз, наркоанабиоз и ценоанабиоз.

Термоанабиоз – охлаждение (психроанабиоз) и замораживание (криоанабиоз). При охлаждении молока (2-10°C) снижается биологическая и биохимическая активность микрофлоры и ферментов молока. При замораживании (-12 - -25°C) ферментные процессы прекращаются и микробиальная клетка не размножается. В

замороженном состоянии можно хранить сырое молоко, сливки, творог, сгущенное молоко.

Ксероанабиоз – прекращение развития микробов путем удаления из продукта воды или доведения ее до минимального количества, при котором микробиологические и ферментные процессы максимально подавляются.

В молочной промышленности применяют сушку молока и молочных продуктов, в которых погибает часть вегетативных форм микробов, а жизнеспособность спор сохраняется. При увлажнении продукта микроорганизмы начинают развиваться, что приводит к его порче.

Осмоанабиоз – подавление развития микроорганизмов созданием высоких концентраций сухих осмотически деятельных веществ в продукте, в результате чего происходит плазмолиз клетки.

Используют консервирующее действие сахарозы, глюкофруктозных сиропов, галактозы в производстве сгущенных молочных консервов с сахаром. Требуемое для эффективного консервирования осмотическое давление 16-18 МПа обеспечивается при концентрации в сгущенном молоке сахарозы 62,5 -63,3 % или глюкозы 35-36%, поскольку молярность растворов глюкозы почти вдвое больше, чем сахарозы. Осмотическое давление 1%-ного раствора сахарозы около 0,07 МПа, глюкозы 0,12 МПа.

Некоторые микроорганизмы адаптируются к повышенному осмотическому давлению и могут развиваться в сгущенных молочных продуктах с сахаром. В связи с этим для предупреждения порчи их необходимо хранить при низких температурах.

Наркоанабиоз – ингибирующее воздействие на микроорганизмы кислорода, углекислого газа, азота. Молоко и сухие продукты хранят в среде азота или углекислого газа.

Ценоанабиоз – подавление жизнедеятельности вредной микрофлоры путем введения полезных микроорганизмов и соединения благоприятных условий для их развития. Используются при производстве кисломолочных продуктов, сыра, кисломолочного мала, а также заменителей цельного молока с применением заквасок молочнокислых бактерий, подавляющих развитие гнилостных микробов.

**Абиоз** – полное прекращение жизненных процессов в сырье, продукте и микрофлоре. Наблюдается при стерилизации продуктов.

Тепловая стерилизация – действие высокой температуры, вызывающей гибель клеток микробов в результате денатурации белка и других необратимых изменений в цитоплазме.

Молоко стерилизуют при высокой температуре (105-107, 130-150°C).

Лучевая стерилизация осуществляется под действием ультрафиолетовых лучей. Наибольшим бактерицидным свойством обладают лучи с длиной волны 200-295 нм. Применяют для обеззараживания тары, воздуха, поверхности стен, упаковочного материала, поверхности головок сыра и др.

Радиационная стерилизация (радиационная) – применение ионизирующих излучений для уменьшения количества микроорганизмов, инактивации ферментов, дезинсекции пищевых продуктов и сырья.

Облучение молока интенсивностью 1 кДж/кг способствует более продолжительному сохранению его при низких температурах. Однако при выработке молочных продуктов  $\gamma$ -лучами в них появляются посторонние запахи и привкусы, разлагается аскорбиновая кислота и быстро окисляется жир. Все это ограничивает применение ионизирующих излучений в молочной промышленности.

Химическая стерилизация – применение антисептиков и антибиотиков в целях подавления развития микроорганизмов в молочных продуктах.

Антисептики (сорбиновая кислота, сарбаты калия и натрия) добавляют в сгущенные молочные продукты с сахаром для подавления развития плесеней. Так, для подавления шоколадно-коричневой плесени сорбиновую кислоту в количестве 0,02% массы продукта добавляют на стадии его охлаждения или в сахарный сироп.

Антибиотик низин используют при производстве стерилизованных молочных продуктов. Одновременно с тепловой обработкой он эффективно воздействует на спорообразующие бактерии при относительно мягких режимах. Стерилизацию проводят при 112°C вместо 118°C с выдержкой 10-12 мин вместо 18-20 мин.

По принципам консервирования молочные консервы разделяют на три основные группы: по принципу абиоза – стерилизованные молочные консервы; по принципу осмоанабиоза – сгущенные молочные консервы с сахаром; по принципу ксероанабиоза – сухие молочные продукты.

## **2. Стерилизованные молочные консервы**

Среди этой группы консервированных молочных продуктов наибольшее распространение имеет сгущенное стерилизованное молоко, представляющее собой продукт, приготовленный путем сгущения молока цельного, а также смеси его с молоком обезжиренным или сливками и подвергнутый стерилизации в банках.

К сырому молоку, предназначенному для производства сгущенного стерилизованного молока, предъявляют особые требования по кислотности и степени обсеменения его спорообразующими бактериями.

**Изменение микрофлоры в процессе производства.** Сгущенное стерилизованное молоко вырабатывают двумя способами: путем ультравысокотемпературной обработки (УВТ) сгущенного молока с последующей асептической закаткой банок и иногда окончательной стерилизацией; путем розлива подготовленного сгущенного молока в жестяные банки с последующей их закаткой и стерилизацией.

При производстве стерилизованного сгущенного молока первым способом размножение сохранившихся спорообразующих бактерий может происходить на участке накопления молока между УВТ-установкой и розливом. Это в первую очередь термофильные спорообразующие *Bac. stearothermophilus*, способные размножаться при 50-55°C.

При производстве вторым способом стерилизация сгущенного молока в жестяных банках приводит к уничтожению практически всех микроорганизмов. Единичные споры могут сохраняться в отдельных банках вследствие обильного обсеменения и неравномерного прогрева продукта в процессе стерилизации при малейших

нарушениях режимов. Могут выживать в молоке после стерилизации споры следующих бацилл: *Bac. megatherium*, *Bac. cereus*, *Bac. coagulans*, *Bac. circulans*, *Bac. licheniformis* и др.

**Пороки сгущенного стерилизованного молока.** При последующем хранении консервов в благоприятных условиях споры могут прорасти и вызывать порчу продукта в отдельные банки. В табл. приведены данные о роли отдельных видов микроорганизмов в порче сгущенного молока.

Микроорганизмы	Вызываемые пороки	Условия, способствующие возникновению пороков
<i>Bac. subtilis</i>	Сладкое свертывание, горечь	Наличие кислорода, температура до 37°C
Анаэробные клостридии, маслянокислые бактерии	Створаживание сгустка, бомбаж	Нарушение режимов стерилизации
<i>Bac. coagulans</i>	Сырный привкус, свертывание	Наличие кислорода
<i>Bac. cereus</i>	Коагуляция на поверхности, образование токсинов	То же
<i>Bac. stearothermophilus</i>	Свертывание, горечь	Температура выше 50°C

**Контроль производства стерилизованного сгущенного молока.**

По ходу технологического процесса отбирают пробы следующих объектов исследования: сырое молоко, пастеризованное молоко, молоко из емкостей для хранения, нормализованное молоко из бака перед вакуум-выпарной установки, сгущенное молоко после вакуум-выпарной установки (после гомогенизатора), из емкости перед фасованием, сгущенное молоко из незакатанной банки после разливочно-укупорочного автомата, из 3-5 закатанных банок с продукцией перед стерилизацией.

Сырое молоко по общей бактериальной обсемененности по редуктазной пробе должно быть не ниже 1-го класса. Количество спор мезофильных и термофильных бацилл и клостридий не должно превышать 100 в 1 см<sup>3</sup>.

В случае повышенного бактериального обсеменения сгущенного молока перед стерилизацией необходимо дополнительно проверить все стадии технологических процессов в целях выяснения мест загрязнения. Одновременно контролируют санитарно-гигиеническое состояние оборудования.

Молоко сгущенное стерилизованное в банках должно удовлетворять требованиям промышленной стерильности и не содержать патогенных микроорганизмов или их токсинов.

Готовую продукцию для бактериологического контроля отбирают от каждой партии по 5 банок (образцов), проверенных на герметичность. Образцы термостатируют при 37°C в течение 6 сут. После этого банки осматривают. При вздутии крышки или доньшка, не опадающего при нажиме пальцами, банка с

продуктом считается бомбажной. Банки без дефектов вскрывают и анализируют органолептически, по титруемой кислотности, по микроскопическому препарату. В сгущенном молоке после термостатирования не должно происходить изменений органолептических и физико-химических свойств, а в микроскопическом препарате клетки и споры микробов не должны обнаруживаться. Кислотность сгущенного стерилизованного молока в банках должна составлять не более 50°Т.

### **3. Сгущенные молочные консервы с сахаром**

Это пищевые продукты, получаемые из пастеризованного коровьего цельного или обезжиренного молока, пахты или молока с добавлением сливок путем выпаривания из молока некоторой части воды и консервирования его сахарозой (свекловичным или тростниковым сахаром). В качестве вкусовых наполнителей используют также какао, кофейный напиток. Среди этих продуктов наиболее высокой пищевой ценностью отличается сгущенное молоко с сахаром. По степени сбалансированности белков, жиров и углеводов оно несколько уступает цельному молоку, но зато хорошо сохраняется при комнатных условиях.

**Источники обсеменения и изменение микрофлоры в процессе производства сгущенного молока с сахаром.** В процессе производства сырое молоко нагревают до 95-120°С, смешивают с сахарным сиропом (растворенным в воде сахаром) при 95°С, чтобы обеспечить содержание 41,5-42% сахара в готовом продукте, и выпаривают под вакуумом до соотношения сгущенного молока и сахара 2,5:1, затем быстро охлаждают для кристаллизации лактозы.

В вакуум-выпарной установке может происходить размножение термофильных спорообразующих микроорганизмов, находящихся на оборудовании после плохой мойки и дезинфекции. В процессе охлаждения и кристаллизации может произойти вторичное обсеменение. При розливе молока с сахаром может также происходить обсеменение продукта из воздуха, особенно если помещение для варки сиропа сообщается с цехом розлива.

Сгущенное молоко с сахаром не является стерильным продуктом. Наиболее опасными микроорганизмами являются дрожжи, микрококки и плесневые грибы, спорообразующие бактерии и другие осмофильные микроорганизмы, способные размножаться при высоких концентрациях сахара.

Микрококки могут выживать при пастеризации, поэтому во время хранения консервов их количество в первые 1,0-1,5 мес может увеличиваться от  $10^2$  до  $10^6$  в  $1 \text{ см}^3$  продукта. Затем начинается отмирание, и к концу года их содержание приближается к первоначальному. В сгущенном молоке с сахаром могут развиваться таким же образом и коагулазоположительные стафилококки.

Бактерии группы кишечных палочек могут попадать в консервы на последней стадии производства – в момент фасования, но в дальнейшем не находят благоприятных условий для развития и при хранении продукта отмирают.

Спорообразующие термофильные бактерии, выживая в процессе пастеризации, могут в последствии размножаться при длительном процессе сгущения. Однако в дальнейшем условий для их размножения не создается и они редко рассматриваются как возбудители пороков сгущенного молока с сахаром.

Дрожжи, сбраживающие сахарозу, интенсивнее размножаются при повышенной кислотности молока и пониженной концентрации сахара. Переносчиками дрожжей чаще всего служат непроваренный сахарный сироп, воздух, тара и руки рабочих. Развитие дрожжей в готовом продукте особенно интенсивно происходит в первые 15-30 дней после выработки. Впоследствии дрожжи постепенно отмирают, поэтому в старых банках с явно выраженным бомбажом дрожжи могут быть не обнаружены.

Плесени развиваются на поверхности продукта или на внутренней поверхности крышки банки. Для предупреждения плесневения рекомендуется мыть и обсушивать банки и крышки, закрывать банки под вакуумом (при разрежении), хранить молоко при низкой температуре. Рекомендуется также устанавливать бактерицидные лампы над конвейером в тех местах, где проходят открытые банки со сгущенным молоком.

### **Пороки сгущенного молока с сахаром.**

Основные виды микроорганизмов, обнаруживаемые в сгущенном молоке с сахаром, источники их попадания, условия, способствующие размножению, и влияние на качество приведены в табл.

Микроорганизмы	Условия, способствующие размножению	Вызываемые пороки
Термофильные спорообразующие бактерии	Длительное пребывание в вакуум-выпарной установке	Горький вкус, коагуляция
Микрококки, стафилококки	Накопление на оборудовании, размножение при хранении	Прогорклый и горький вкус, Загустевание
Дрожжи	Длительное хранение	Бомбаж
Плесневые грибы рода <i>Catenularia</i>	То же	Плесневение, образование «пуговиц»

### **Контроль производства сгущенного молока с сахаром.**

Не реже одного раза в декаду контролируют сырье, направляемое на выработку сгущенного молока с сахаром, какао, кофе.

В каждой партии выпускаемых молочных консервов определяют содержание бактерий группы кишечных палочек. Общее количество бактерий в готовом продукте и по ходу технологического процесса устанавливают 1 раз в месяц.

По микробиологическим показателям продукты должны отвечать следующим нормативным требованиям:

- сгущенное цельное молоко с сахаром – бактерии группы кишечных палочек не допускаются в 1 г продукта, фасованного в транспортную тару. Общая бактериальная обсемененность не должна превышать 25 тыс. клеток в 1 г;
- какао со сгущенным молоком и сахаром, кофе натуральный со сгущенным молоком и сахаром – бактерии группы кишечных палочек не должны содержаться в 1 г продукта, общее количество не должно превышать 35 тыс. клеток в 1 г.

Для всех видов продуктов патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, не допускаются в 25 г.

Кроме того, сгущенное молоко с сахаром проверяют 1 раз в 5 дней на наличие дрожжей и плесеней. Иногда в свежеработанном продукте из исследуемых объемом (0,1 см<sup>3</sup> и меньше) не удается высеять дрожжи, а при хранении консервов, особенно при повышенных температурах (25-30°C), обнаруживается бомбаж. Поэтому партии сгущенного молока с сахаром, экспортируемые в зарубежные страны или в районы с жарким климатом, рекомендуется выдерживать в течение 10 дней при 25°C, а затем определять в этих образцах содержание дрожжей. Если при посеве обнаружены дрожжи, то появляется опасность, что при дальнейшем хранении консервов возникает бомбаж.

Сгущенные молочные консервы следует периодически проверять на содержание протеолитической и липолитической микрофлоры, которая биохимически очень активна и может вызывать в процессе хранения различные пороки готового продукта. Это в основном относится к микрококкам, обладающим высокой протеолитической и липолитической активностью. В процессе хранения сгущенных молочных консервов, содержащих микрококки, могут развиваться пороки вкуса в связи с липолизом жира и протеолизом белка.

Одновременно с отбором проб для контроля технологического процесса отбирают пробы для контроля санитарно-гигиенического состояния оборудования и цеха. При контроле чистоты мойки оборудования определяют общее количество бактерий, БГКП, а также периодически количество дрожжей, протеолитических и липолитических бактерий.

#### **4. Сгущенные молочные продукты**

Продукты получают из сгущенного цельного или обезжиренного молока, сливок и пахты высушиванием на распылительных или вальцовых сушильных установках.

К основным видам сухих молочных продуктов относят молоко коровье цельное сухое 20%-ной и 25%-ной жирности, молоко сухое «Домашнее», молоко коровье обезжиренное сухое, сливки сухие, сливки сухие высокожирные, продукты сухие кисломолочные, пахту сухую. Изготавливают также сухие молочные продукты с растительными компонентами.

#### **Источники обсеменения и измерение микрофлоры в процессе производства сухого молока.**

При производстве сухого молока не достигается полного уничтожения микроорганизмов. Сохраняемость продукта обусловлена низким содержанием влаги (не более 5%), поэтому увлажнение сухого молока приводит к быстрой его порче. Из микрофлоры сырого молока после пастеризации остаются споры бактерий родов *Bacillus* и *Clostridium*, а также термоустойчивые клетки энтерококков, микрококков, стафилококков.

Психотрофные бактерии погибают при низкой термической обработке молока, однако вырабатываемые ими в сыром молоке протеолитические ферменты при пастеризации не разрушаются и впоследствии при хранении готового продукта могут отрицательно влиять на его вкус вследствие разложения белков.

Это обусловлено тем, что при сушке распылением температура капелек молока достигает лишь 60-90°C, которая оказывает относительно небольшое губительное действие на микроорганизмы. При последующих операциях – охлаждении, транспортировании, упаковывании – может происходить дополнительное вторичное обсеменение продукта, в том числе и бактериями группы кишечных палочек, спорами плесеней и др.

Особенно опасны при производстве сухого молока патогенные и энтеротоксичные микроорганизмы, которые могут в дальнейшем размножиться при восстановлении сухого молока. К таким бактериям относят сальмонеллы, патогенные стафилококки и *Vac. Cereus*, являющиеся возбудителями пищевых отравлений.

Термофильные молочнокислые стрептококки и энтерококки могут развиваться в молоке в процессе выпаривания, особенно при пониженных температурах. При распылительной сушке в готовом продукте они составляют основную часть общей бактериальной обсемененности.

В 1 г сухого молока допускается до 100 клеток коагулазоположительных стафилококков, а в 1 г восстановленного молока –  $5 \times 10^5$  клеток.

Бактерии группы кишечных палочек в процессе производства практически не размножаются и могут служить показателем санитарно-гигиенического состояния производства при контроле свежеработанной продукции, так как при хранении эти микроорганизмы в сухом молоке отмирают.

Споры плесневых грибов попадают в продукт из воздуха и главным образом с транспортирующего и упаковочного оборудования. Впоследствии они вызывают плесневение готового продукта при хранении, если он подвергается увлажнению.

### **Пороки сухого молока.**

При нарушении условий хранения и повышенной влажности воздуха в складском помещении возможны увлажнение сухого молока и возникновение пороков. Основные виды микроорганизмов, обнаруживаемые в сухом молоке, и влияние их на качество продукта показаны в табл.

#### **Пороки сухого молока**

Микроорганизмы	Условия, способствующие размножению	Вызываемые пороки
<i>Vac. subtilis.</i> <i>Vac. cereus</i>	При восстановлении сухого молока	Нечистый вкус
<i>Vac. stearothermophilus</i>	Длительное пребывание в вакуум-выпарной установке	Пороки вкуса
<i>Str. thermophilis,</i> <i>Ent. durans,</i> <i>Ent. faecalis</i>	Задержка в трубопроводах, длительное пребывание в вакуум-выпарных установках при пониженных температурах	Образование кислоты, горький вкус
Стафилококки	Задержка в трубопроводах, резервуарах	Горький вкус
Психотропные бактерии	Низкие температуры и длительные сроки хранения	Распад белка при хранении, горький,

		прогорклый вкус
Плесневые грибы (Mucor, Penicillium, Aspergillus)	Увлажнение продукта в процессе хранения	Плесневение

### **Контроль производства**

Контроль технологического процесса производства сухих молочных консервов проводят не реже одного раза в месяц. Каждую партию контролируют по двум показателям: содержание общего количества бактерий и бактерий группы кишечных палочек. При контроле детских сухих смесей также определяют количество дрожжей, плесеней, *E. coli*, *Bac. cereus*, *Staph. aureus*, патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы.

Общее количество бактерий в 1 г сухого цельного молока высшего сорта должно составлять до 50 тыс., а первого сорта – 70 тыс. клеток. В обезжиренном сухом молоке для непосредственного потребления общая бактериальная обсемененность должна составлять до 50 тыс., а для промышленной переработки – 100 тыс. клеток в 1 г.

Бактерии группы кишечных палочек в сухих молочных продуктах не должны обнаруживаться в 0,1 г. Наличие патогенных микроорганизмов не допускается в 25 г продукта.

Наряду с контролем технологического процесса производства сухого молока также контролируют санитарно-гигиеническое состояние производства (оборудования, цеха и др).

### **5. Микробиология мороженого**

#### **Источники обсеменения мороженого микроорганизмами.**

Под мороженым понимают твердые или пастообразные молочные продукты, получаемые из пастеризованной массы, замороженной при сильном взбивании, в результате которого объем массы за счет насыщения воздухом увеличивается на 20-120%.

Основным сырьем для приготовления мороженого являются молоко, сухое молоко и сливки. Кроме того, используют другие продукты растительного или животного происхождения, а также различного рода добавки.

В зависимости от исходных компонентов различают следующие виды мороженого: цельномолочное (цельное молоко или сухое цельное молоко), пломбир (с высоким содержанием яиц), фруктовое (фрукты или изделия из фруктов в качестве добавок), простое (обезжиренное молоко или сухое обезжиренное молоко), сливочное (минимально 10% молочного жира), сливочное простое с растительным жиром (минимально 3% жира) и др.

Во всех видах мороженого важной составной частью является сахароза (10-15%). Добавками могут быть свежий белок, сухой лед, питьевая вода, масло, молочный белок, кофе, какао, шоколад, миндаль, орехи, вино, природные эссенции, ванилин, глюкоза, фруктоза, лактоза, пищевые органические кислоты, связующие вещества (эфир, целлюлоза, пектин, агар-агар, желатин, крахмал, амилопектин), жиродержащая глазурь, пищевые красители и др.

Большое разнообразие сырья и добавок, используемых для изготовления смеси для мороженого, приводят к содержанию в ней многих видов микроорганизмов.

Основными источниками обсеменения мороженого могут служить сырье и добавки, оборудование, вода, воздух, обслуживающий персонал, упаковочные материалы и др. Длительное таяние мороженого перед употреблением может привести к интенсивному размножению микроорганизмов, имеющих в перерабатываемой массе.

Пригодность компонентов для производства мороженого определяется количеством в них микроорганизмов и качественным составом микрофлоры. В используемых для приготовления мороженого молоке и молочных продуктах до пастеризации могут накапливаться ферменты микробов и продукты их обмена, обуславливающие изменение органолептических свойств мороженого (прогорклый, кислый привкус).

Из оставшихся после пастеризации молока жизнеспособных микробов на качество мороженого могут влиять бациллы, термоустойчивые микрококки и энтерококки, а после вторичного обсеменения – клетки *E. coli*.

В яйцах и яичных продуктах, используемых при производстве мороженого, могут присутствовать сальмонеллы и  $\beta$ -гемолитические стрептококки, которые сохраняются при нарушении режимов пастеризации смеси или вследствие вторичного обсеменения, особенно при совместном хранении сырья и готовых продуктов.

Шоколад и какао-порошок в значительной степени свободны от влаги, и поэтому развития микроорганизмов в них не наблюдается.

В них часто выявляются споры бацилл и реже – осмофильные дрожжи и плесневые грибы.

Сахароза в кристаллической форме не является средой для развития микроорганизмов, но часто загрязнена осмофильными дрожжами.

Из следующих веществ наибольшее количество микроорганизмов содержит желатин, получаемый из отходов животного происхождения. В нем часто находятся споры бацилл и клостридий, бактерии группы кишечных палочек и др.

Плоды, плодовые изделия, орехи часто бывают заражены дрожжами и плесневыми грибами. Последние способны продуцировать афлатоксин и другие микотоксины, обладающие канцерогенным действием, т.е. влиянием, способствующим возникновению опухолей.

Вода, используемая в производстве мороженого, должна отвечать стандартам на питьевую воду. Упаковочный материал также может служить источником загрязнения.

При сбыте мороженого к числу источников загрязнения, подлежащих контролю, относят фасовочные устройства (шипцы, дозаторы), воду, в которую кладут порционирующие приспособления в 1,5%-ный раствор лимонной или винной кислоты.

### **Контроль производства мороженого**

Контроль производства мороженого включает контроль санитарно-гигиенических условий производства, технологического процесса и готового продукта.

Санитарно-гигиенические условия производства мороженого контролируют по общей схеме с учетом специфики производства, оборудования, инвентаря и материалов. Для контроля эффективности мойки и дезинфекции оборудования,

инвентаря и рук производственного персонала проводят санитарно-микробиологическое исследование смывов на выявление бактерий группы кишечных палочек.

Контроль технологического процесса производства мороженого предусматривает контроль сырья, смеси для мороженого – до и после пастеризации, различных наполнителей (сиропов, гарниров, джемов и др.). В пробах из всех названных объектов определяют общее количество бактерий и содержание бактерий группы кишечных палочек.

В молочных продуктах, используемых для изготовления мороженого, могут содержаться различные микроорганизмы в количестве от десятков до сотен тысяч в 1 см<sup>3</sup>.

В смеси для мороженого после пастеризации общее количество бактерий не превышает 1 тыс. клеток в 1 см<sup>3</sup>, а бактерии группы кишечных палочек не обнаруживаются в 0,01г.

Каждую партию желатина, используемого для производства мороженого, контролируют на общую бактериальную обсемененность, содержание БГКП и аэробных спорообразователей.

В других связующих веществах обычно обнаруживают бактерии группы кишечных палочек, дрожжи, плесени и другие микроорганизмы, общее количество которых составляет десятки тысяч в 1 см<sup>3</sup>.

В готовом продукте определяют общую бактериальную обсемененность, содержание БГКП, *Staph. aureus*, а при необходимости – наличие патогенных микробов. Общая обсемененность должна составлять не более 100 тыс. клеток в 1 г, присутствие БГКП не допускается в 0,01-0,1 г, а золотистого стафилококка – в 1 г. Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, не должны выявляться в 25 г мороженого.

Микробиологические показатели мороженого

Виды продукта	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г, см <sup>3</sup> ), в котором не допускается		
		БГКП (колиформы)	Патогенные, в том числе сальмонеллы	<i>Staph. aureus</i>
Мороженое на молочной основе	1x10 <sup>5</sup>	0,01	25	1,0
Мороженое мягкое из жидких смесей	1x10 <sup>5</sup>	0,1	25	1,0
Мороженое мягкое из сухих смесей	1x10 <sup>5</sup>	0,1	25	1,0
Жидкие смеси для мягкого мороженого	3x10 <sup>4</sup>	0,1	25	1,0

## **Тема 1.9. Биохимические основы производства детских молочных продуктов**

### **Тема: Физиолого-биохимические обоснования производства детских молочных продуктов.**

#### **1. Состав и свойства женского молока.**

#### **2. Методы приближения женского молока к коровьему.**

Молоко всех видов млекопитающих представляет собой идеальный продукт питания для новорожденных. Его состав отвечает особенностям пищеварения и метаболических процессов в организме детеныша и удовлетворяет все его потребности в пищевых веществах и энергии.

В связи с увеличением в последние годы гипо- и агалактии возникла необходимость создания заменителей женского молока, по составу максимально приближенному к последнему. Основным сырьем для производства молочных продуктов является коровье молоко. Оно, естественно, не подходит для питания грудных детей, так как его состав отвечает особенностям развития теленка, удваивающего свой вес за 7-10 нед, в то время как ребенок удваивает вес за 4-5 мес. Следовательно, необходимо адаптировать состав коровьего молока к составу женского.

#### **I. Сравнение состава женского и коровьего молока.**

Состав женского молока в отличие от состава коровьего молока изучен в настоящее время еще мало. Он сильно меняется в течение лактации и даже суток, зависит от режимов питания матери, ее индивидуальных особенностей и т.д. Общее количество белков в женском молоке в 3-3,5 раза меньше, чем в коровьем, углеводов в 1,5 раза больше, содержание жира примерно одинаково, минеральных веществ в 3 раза меньше.

Имеются и качественные различия основных пищевых компонентов молока.

#### **Белки.**

В белковой фракции женского молока, относящегося к альбуминовому типу, преобладают сывороточные белки (65%), в коровьем молоке – казеин (80%). При этом имеются различия во фракционном составе, структуре и размере частиц казеина – в коровьем молоке преобладают  $\alpha_2$ -казеины, в женском –  $\beta$ - и  $\gamma$ -казеины, мицеллы казеина женского молока мельче мицелл казеина коровьего молока. Основным сывороточным белком коровьего молока является  $\beta$ -лактоглобулин, женского молока –  $\alpha$ -лактальбумин и иммуноглобулины.

Вследствие превалирования в женском молоке мелкодисперсных сывороточных белков над казеином и сравнительно малых размеров мицелл казеина при свертывании в желудке оно образует мелкие легкоперевариваемые хлопья (эффективность утилизации белков материнского молока составляет выше 90%).

Белки коровьего молока, наоборот, дают плотный, труднодоступный для воздействия ферментов желудочного сока сгусток.

Белки женского молока содержат по сравнению с белками коровьего молока почти в 2 раза больше таких дефицитных аминокислот, как цистеин и триптофан, но меньше метионина.

В последние годы в женском молоке обнаружено производное цистеина – таурин. Как известно, таурин образует парное соединение с желчными кислотами

(таурохолевую кислоту), которое стабилизирует эмульсию липидов пищи и способствует их всасыванию в кишечнике.

### **Липиды.**

Жир женского молока содержит больше легкоплавких триглицеридов и более тонкодиспергирован, чем жир коровьего молока, размер шариков жира колеблется от 0,5 до 5 мкм, в то время как коровьего – преимущественно от 1 до 10 мкм. Все это способствует лучшему всасыванию молочного жира организмом ребенка. Так, в организме детей в возрасте одной недели абсорбируется более 90% жира женского молока и лишь 60-70% жира коровьего молока.

Различен жирнокислотный состав молочного жира. Жир женского молока содержит в 1,5-2 раза больше ненасыщенных жирных кислот, чем жир коровьего молока, их количество составляет 41-52% всех кислот в отличие от 35% в коровьем молоке. Среди насыщенных жирных кислот в нем преобладает пальмитиновая кислота, которая в триглицеридах занимает главным образом второе положение и поэтому лучше усваивается организмом.

В женском молоке также больше фосфолипидов и холестерина, которые имеют существенное значение для формирования нервной ткани грудного ребенка.

### **Углеводы.**

Главным углеводным компонентом женского молока, как и коровьего, является дисахарид – лактоза (6-6,6%). Наряду с лактозой в нем содержится небольшое количество лактулозы и 0,3 – 1% других (более сложных) олигосахаридов. Лактоза находится в женском молоке преимущественно в форме  $\beta$ -лактозы (73-77%), которая расщепляется, медленнее, чем  $\alpha$ -лактоза, благодаря чему достигает толстого отдела кишечника грудного ребенка и стимулирует в нем рост бифидобактерий. Развитие в кишечнике бифидобактерий также стимулирует лактулоза и многие олигосахариды женского молока. Бифидобактерии играют важную роль для детского организма – являются антагонистами ряда гнилостных и патогенных бактерий и синтезируют некоторые водорастворимые бактерии.

### **Минеральные вещества.**

В женском молоке в 3-4 раза меньше по сравнению с коровьим основных макроэлементов - кальция, натрия, калия – и в 6 раз меньше фосфора. Имеется довольно большая разница в соотношении между кальцием и фосфором: в женском молоке оно равно 2-2,2 в коровьем – 1-1,26.

Соотношение калия и натрия в женском и коровьем молоке почти одинаково и составляет 3:1, но абсолютное количество элементов в коровьем молоке много выше, что необходимо учитывать при производстве детских продуктов.

Женское молоко несколько богаче коровьего молока некоторыми микроэлементами, медью и йодом. Правда, концентрация биологически важного железа низкая в обоих видах молока, но степень усвоения его детским организмом выше при кормлении женским молоком (50% по сравнению с 10% при вскармливании препаратами из коровьего молока). Предполагают, что это связано с различием видов соединений, в которых железо находится в молоке. В молочные смеси из коровьего молока обычно добавляют соли железа.

### **Витамины и ферменты.**

Женское молоко богаче коровьего витаминами E<sup>1</sup>, A, C, ниацином, но беднее тиамином, рибофлавином, B<sub>6</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>12</sub> и биотином.

В женском молоке обнаружено свыше 20 нативных ферментов, активность большинства которых выше, чем в коровьем молоке. К ним относятся липаза, амилаза, протеиназы, лизоцим, каталаза, лактозосинтаза, а также некоторые дегидрогеназы и аминотрансферазы.

В отличие от коровьего молока в нем почти отсутствует ксантиноксидаза и менее активны пероксидаза и щелочная фосфатаза. Вероятно, гидролитические ферменты женского молока (липаза, протеиназы и амилазы) помогают новорожденному в переваривании пищевых веществ, а лизоцим вместе с другими антибактериальными факторами выполняет защитную роль.

### **Факторы иммунобиологической защиты.**

Педиатры отмечают, что дети, находящиеся на естественном вскармливании, реже подвергаются инфекционным заболеваниям, чем дети, вскармливаемые искусственно. Это объясняется более высокой концентрацией антибактериальных веществ (факторов иммунобиологической защиты) в материнском молоке по сравнению с молочными смесями из коровьего молока. Главными факторами специфического иммунитета в женском молоке являются иммуноглобулины A и жизнеспособные лейкоциты, факторами неспецифического иммунитета – лизоцим и лактоферрин. Кроме того, оно содержит термоустойчивый антистафилакковый фактор (возможно, C<sub>18:2</sub> или другую жирную кислоту), большое количество бифидус-факторов, способствующих развитию в кишечнике ребенка бифидобактерий, и некоторые другие защитные факторы.

Женское молозиво содержит в 1мл около  $2 \cdot 10^6$  лейкоцитов, 80-90% которых представлено макрофагами, обладающими способностями к фагоцитозу, в зрелом молоке их в 50 раз меньше.

Методы адаптации молочных смесей из коровьего молока к составу женского молока в молочных смесях для детей необходимо снизить количество белков, изменить соотношения белковых фракций, сбалансировать их по незаменимым аминокислотам, ПНЖК, минеральным веществам (прежде всего по кальцию, фосфору и натрию), витаминами и защитным факторам.

### **II. Адаптация белкового и минерального состава.**

При разработке молочных продуктов для детского питания в первую очередь важно изменить характер свертывания молочных белков в желудке, который зависит от концентрации белковых веществ и содержится в молоке солей кальция. Для увеличения продолжительности свертывания белков и смягчения сычужного сгустка при выработке сухих молочных продуктов «Малютка» из молочной смеси частично удаляют ионы кальция путем внесения цитратов натрия и калия. В смеси «Малыш» с этой целью добавляют муку (гречневую, овсяную, рисовую). В результате продолжительность свертывания казеина увеличивается до 5-6ч. Однако в восстановленных продуктах «Малютка» и «Малыш» содержится несколько повышенное количество белков, кальция и фосфора и хуже состав незаменимых аминокислот по сравнению с женским молоком.

Для модификации белкового и минерального состава молочных смесей в настоящее время широко применяют молочную сыворотку, обладающую высокой

пищевой и биологической ценностью. Однако использовать в качестве источника сывороточных белков натуральную молочную сыворотку нецелесообразно из-за высокого содержания в ней минеральных веществ и лактозы. Поэтому проводят декальцинирование сыворотки или комплексную ее деминерализацию, а в некоторых случаях уменьшают в ней количество лактозы.

В последние годы в нашей стране расширяется производство жидких детских молочных смесей. По мнению педиатров, такие смеси наиболее предпочтительны для детей. Как показала сравнительная биологическая оценка сухих и жидких молочных смесей, белки жидких смесей лучше усваиваются детским организмом (выше их переваримость и процент утилизации), чем белки сухих восстановленных смесей. Белковые компоненты сухих смесей денатурированы в большей степени, а образующиеся в процессе пастеризации, сгущения и сушки белково-углеводные комплексы не расщепляются и не усваиваются детским организмом. Кроме того, сухие смеси вследствие денатурации сывороточных белков обладают более низкими антибактериальными и иммунобиологическими свойствами и в них в большей степени разрушены витамины исходного молока (С, А, В<sub>12</sub> и др.). Вместе с тем для сохранения пищевой и биологической ценности белков и других компонентов жидких молочных смесей следует разработать максимально щадящие способы термической обработки, ибо даже наиболее совершенная кратковременная УВТ-обработка влияет на свойства белков.

#### **Корректировка состава и свойств жиров.**

Для адаптации жирокислотного состава липидов к молочному жиру молочных смесей добавляют растительные масла (25% общего количества жира). В нашей стране для этой цели используют кукурузное и подсолнечное масло, в других странах – соевое, хлопковое, кокосовое и др. Введение в молочные смеси растительных масел, содержащих высокое количество олеиновой кислоты и ПНЖК, способствует повышению соотношения ненасыщенных и насыщенных жирных кислот и сбалансированности смесей по линолевой кислоте. Кроме того, с растительными маслами вводятся токоферолы и фосфолипиды.

Эмульгирование растительного масла в молочной основе и дополнительное диспергирование жировой фазы с помощью двухступенчатой гомогенизации приближают агрегатное состояние жира молочных смесей к состоянию в женском молоке, повышают его переваримость и устойчивость против окислительной порчи при хранении смесей.

Вследствие высокого содержания ненасыщенных жирных кислот сухие молочные смеси в процессе длительного хранения подвергаются окислительной порче, в результате которой могут меняться соотношения жирных кислот и органолептические показатели детских продуктов.

#### **Изменение углеводного и витаминного состава.**

Содержание углеводов в молочных смесях до его уровня в женском молоке обычно доводят, внося лактозу, сахарозу, глюкозу, декстринмальтозу и другие углеводные добавки. Вместе с тем углеводы молочных смесей должны обладать подобно углеводам женского молока бифидогенными свойствами – способствовать развитию в кишечнике детей бифидобактерий, которые составляют 80-90% микрофлоры при естественном вскармливании. В

присутствии бифидобактерий в кишечнике подавляется рост патогенных и условно-патогенных микроорганизмов: стафилококков, дизентерийной и кишечной палочек, сальмонелл, протей и др. В нашей стране при производстве молочных смесей в качестве бифидогенных факторов широко используют декстринмальтозу (солодовый экстракт) и лакто-лактозу, содержащую 50% лактозы и 50% лактулозы.

Корректировку витаминного состава сухих и жидких молочных смесей «Малютка», «Малыш», «Виталакт», «Ладушка» и других продуктов до рекомендуемых норм осуществляют за счет витаминов молока, муки, сухих гуманизирующих добавок и концентратов сыворотки (витамины группы В), растительного масла (токоферолы), а также препаратов витаминов А, D<sub>2</sub>, Е, С, В<sub>6</sub>, ниацина, В<sub>3</sub>, тиамин и др.

В некоторых странах в заменители женского молока помимо витаминов вносят ферменты, например липазу.

### **Обогащение защитными факторами.**

Молочные смеси из коровьего молока содержат по сравнению с женским молоком значительно меньше защитных факторов, количество которых уменьшается еще и вследствие технологической обработки. В последние годы при производстве некоторых кисломолочных продуктов для детей («Биолакт-2», «Балдырган» и др.) стали вносить в молочные смеси фермент лизоцим, выделенный из белков куриных яиц. Кроме того, кисломолочные продукты вырабатывают с добавлением бифидус-факторов, бифидобактерий и специально подобранных культур молочнокислых бактерий, обладающих высокой антибиотической активностью.

Перспективно получение молока, обогащенного соответствующими антителами после иммунизации коров антигенами *E. coli* и других наиболее распространенных детских инфекций.

В молоке, поступающем на производство детских продуктов, должны отсутствовать посторонние вредные вещества – мышьяк и тяжелые металлы (ртуть, свинец, кадмий), а содержание меди, олова должно строго регламентироваться, пестициды, антибиотики пенициллинового ряда, микотоксины (афлатоксины и др.), бензпирен, нитраты, нитриты, нитрозамины и др.

При изготовлении продуктов питания для детей запрещено вносить в качестве консерванта бензойную кислоту, в качестве стабилизатора – глицериды молочной кислоты, содержащие D-изомеры, для усиления вкуса – глютаминовую кислоту и другие пищевые добавки.

### **Физиолого-биохимические обоснования разработки лечебных продуктов.**

Одной из важных проблем детского питания является разработка жидких и сухих лечебных продуктов для детей с заболеваниями органов пищеварения и наследственными нарушениями обмена веществ (галактоземия, лактазная недостаточность, фенилкетонурия, гистидинемия и др.). В последние годы разработан целый ряд специальных лечебных и диетических молочных продуктов.

### **Кисломолочные продукты на адаптированной молочной основе.**

Кисломолочные лечебные продукты предназначены для вскармливания детей при острых желудочно-кишечных заболеваниях, дисбактериозах, при нарушении пищеварительных функций и новорожденных детей, а также для кормления здоровых детей. Они должны отвечать следующим специфическим требованиям: содержать достаточное количество клеток жизнеспособных микроорганизмов, вводимых с заквасками, иметь умеренную кислотность, повышенную пищевую и биологическую ценность, высокую усвояемость белка и кальция. Поэтому при подборе микроорганизмов помимо биохимических признаков (скорость свертывания белков молока, предел кислотообразования, протеолитическая активность и др.) дополнительно учитываются их способность приживаться в кишечнике (устойчивость к фенолу, индолу и желчи), антибиотическая активность по отношению к *E. coli* и другим бактериям группы кишечной палочки и вид оптической конфигурации образуемой ими молочной кислоты.

Сотрудниками ВНИМИ подобраны штаммы ацидофильных бактерий и бифидобактерий, удовлетворяющие всем перечисленным требованиям, и на их основе вырабатываются адаптированные кисломолочные продукты «Малютка» и «Малыш». Кроме них в последние годы разработаны биологически полноценные кисломолочные детские продукты «Биолакт», «Бакдырган», «Лактобактерин», детский творог и др.

### **Сухие низколактозные молочные смеси.**

Молочные смеси с низким содержанием лактозы, разработанные Институтом питания АМН и ВНИМИ, используются при лечении лактазной недостаточности и галактоземии.

Для вскармливания больных детей до 2-х мес рекомендуются молочные смеси с солодовым экстрактом, для детей от 2 до 6 мес – смеси с мукой (рисовой, гречневой, овсяной) или толокном и для детей старше 6 мес – низколактозное молоко (пищевая ценность низколактозных молочных смесей, по данным ВНИМИ и Института питания АМН, представлена.

В качестве белкового компонента в низколактозных молочных смесях для детского и диетического питания используют сухой водорастворимый молочный белок казецит.

### **Сухие молочные смеси «Энпиты» и другие лечебные продукты.**

На основе казецита наряду низколактозными смесями вырабатывают новые сухие молочные смеси «Энпиты» - белковый, жировой, обезжиренный и противоанемический. Они представляют собой легкоусвояемые, биологически сбалансированные продукты с повышенным содержанием полноценных белков, витаминов, минеральных веществ, ПНЖК и хорошо усвояемого железа. «Энпиты» применяют при питании детей, больных гипотрофией, а также ожирением, сахарным диабетом, панкреатитом и другими заболеваниями органов пищеварения и нарушениями обмена веществ.

Большую важность приобретает разработка специализированных продуктов для питания детей, страдающих аллергией к коровьему молоку, фенилкетонурией, гистидинемией и другими наследственными заболеваниями обмена веществ. Их

основой могут служить лактальбуминовый концентрат и гидролизаты молочных белков.

**Биохимические основы производства детских молочных продуктов**  
**Контрольные вопросы и задания.**

1. В чем состоят основные различия состава и свойств белков женского и коровьего молока? 2. Чем отличаются жир и углеводы женского молока от таковых коровьего? 3. Назовите защитные вещества женского молока. 4. Каким образом приближают белковый состав коровьего молока к составу женского? 5. Какие стимуляторы развития бифидобактерий вносят при создании заменителей женского молока? 6. Перечислите лечебно-диетические молочные продукты для питания больных детей.

**Тема 1.10. Физико-химические процессы при производстве молочно-белковых концентратов и лактозы.**

**Тема: Физико-химические процессы при производстве казеина, молочно-белковых концентратов и молочного сахара.**

1. Характеристика обраты и пахты.
2. Процессы, происходящие при выработке казеина.
3. Процессы, происходящие при выработке молочно-белковых концентратов.
4. Процессы, происходящие при выработке молочного сахара.

**1. Характеристика обраты и пахты**

Одной из главных задач, стоящих перед молочной промышленностью, является комплексное использование всех составных частей молока. В связи с этим необходимо максимально использовать обезжиренное молоко, пахту и сыворотку в пищевых целях. Данные продукты обладают высокой пищевой и биологической ценностью.

В обезжиренное молоко и пахту переходит до 97% белков, значительная часть углеводов молока, минеральных веществ, витамины (см. таблицу). В сыворотке остается почти весь молочный сахар и водорастворимые витамины молока, большая часть минеральных веществ,

**Таблица**

Продукт	Содержание, %								
	жир а	белка	лак тоз ы	Мин. веще ств	фосф атидо в	Витаминов			
						В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	С	холин а
Молоко цельное	3,20	3,00	4,70	0,62	0,034	0,45	1,33	13,7	313
обезжиренное	0,05	3,16	4,80	0,70	0,017	0,35	1,78	2,9	328
Пахта, полученная при производстве масла способами сбивания	0,50	2,99	4,57	0,75	0,210	0,35	2,01	1,7	466
преобразования высокожирных сливок	0,50	2,66	4,93	0,62	0,150	0,35	2,01	1,7	466

Сыворотка									
подсырная	0,30	0,70	4,90	0,70	-	0,31	1,40	4,7	160
творожная	0,10	0,60	4,30	0,80	-	0,26	1,10	4,7	140

Содержание витаминов приведено в мг/кг

значительное количество азотистых соединений, в том числе почти полностью сывороточные белки.

Биологическая ценность данных продуктов заключается в том, что при низкой калорийности они содержат биологически активные соединения – более 20 водорастворимых витаминов, фосфатиды, незаменимые аминокислоты, микроэлементы. В биологическом отношении особенно ценным продуктом является пахта. Она содержит в 6 раз больше, чем цельное молоко, важных для организма человека фосфатидов. Лецитин, входящий в состав оболочек жировых шариков и переходящий в пахту, как известно, нормализует жировой и холестериновый обмен. Жир пахты по сравнению с жиром молока содержит больше полиненасыщенных жирных кислот, обладающий липотропными и противосклеротическими свойствами.

## 2. Процессы, происходящие при выработке казеина.

Из обезжиренного молока вырабатывают технический и пищевой казеин. Технический казеин используют в бумажном производстве, для получения клея, красок и т.д. Он должен удовлетворять требованиям ГОСТ 17626-72, указанным в таблице.

Показатели	Технический казеин					
	кислотный, сорта			сычужный, сорта		
	высше го	I	II	высше го	I	II
Содержание, % не более						
Влаги	12	12	12	12	12	12
Жиры	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Зола	2,5	3,0	4,0	7-8,5	7-8,5	6-6,9
Кислотность, °Т, не более	50	90	150	50	70	120
Растворимость, объем осадка, мл на 1г казеина, не более	0,2	0,4	0,8	0,6	1	2

Пищевой казеин в виде казеинатов широко применяют в производстве молочных и других пищевых продуктов.

Физико-химические процессы при выработке технического и пищевого казеина в основном протекают при осаждении казеина, его обработке и сушке.

**В зависимости от способа коагуляции казеин подразделяют на:**

*А) кислотный*

*Б) сычужный*

Наиболее распространенный кислотный способ коагуляции. Коагуляция казеина может осуществляться под действием молочной кислоты, образующейся в результате молочнокислого брожения лактозы.

Важными показателями качества казеина, особенно технического, являются кислотность и содержание в нем золы, от которых зависят растворимость и влагоудерживающая способность казеина. Основным компонентом золы казеина – кальций. Его источниками являются минеральная часть осажденного казеинового комплекса и коллоидные соли кальция, захваченные сгустком и не удаленные при промывке казеина.

В кислотном казеине содержание кальция (золы) ниже, чем в сычужном. Это объясняется различиями в механизме коагуляции казеина. При действии сычужного фермента казеиновый комплекс осаждается без потерь кальция. При кислотной коагуляции под действием молочной кислоты от казеинат-кальций-фосфатного комплекса отщепляются фосфат кальция и часть органического кальция. В результате этого ККФК разрушается и освобождается казеин, содержащий незначительное количество кальция.

Основное количество кальция отщепляется от ККФК при pH ниже 5,3, но близком к изоэлектрической точке (pH 4,6 и титруемая кислотность сыворотки 60<sup>0</sup>C). Для получения казеина с низким содержанием золы рекомендуется повысить титруемую кислотность сыворотки до 70-75<sup>0</sup>C (pH 4,3 – 4,4).

Наряду с кислотностью и содержанием золы растворимость казеина обусловлена режимом сушки. Наблюдаемое иногда снижение растворимости и изменение цвета казеина могут быть результатом денатурации белка при слишком высоких температурах сушки.

### **3. Процессы, происходящие при выработке молочно-белковых концентратов.**

#### **Казеинаты**

Казеинат натрия и казеинат кальция изготавливают растворением кислотного казеина в щелочах.

Казеинаты используют в различных отраслях пищевой, мясной и молочной промышленности – в производстве колбас, хлебных и крупяных изделий, в качестве стабилизатора при выработке мороженого, сгущенного молока, сметаны и т.д.

Физико-химические процессы при выработке казеинатов протекают во время кислотной коагуляции казеина, обработки казеина щелочами и сушки коллоидных растворов казеинатов. Основной операцией, определяющей качество казеинатов, является их распыление перед сушкой. Растворы казеинатов имеют высокую вязкость, что затрудняет процесс распыления. Вязкость растворов казеинатов зависит от концентрации, pH и температуры.

#### **Копреципитаты**

Их получают из обезжиренного молока (или смеси обезжиренного молока и пахты) путем совместного осаждения казеина и сывороточных белков при одновременном действии высоких температур и коагулянта (хлорида кальция или кислоты). Комплексное осаждение белков позволяет увеличить степень использования белковых веществ молока и повысить биологическую ценность продукта (за счет улучшения сбалансированности незаменимых аминокислот)

Основным физико-химическим процессом определяющим качество копреципитатов, является процесс осаждения казеина и сывороточных белков. В

зависимости от нужного содержания в копреципитате кальция белки осаждают с помощью термокальциевой или термокислотной коагуляции.

Термокальциевая коагуляция белков обезжиренного молока (коагуляция ионами кальция при нагревании) впервые разработана и теоретически объяснена проф. П.Ф. Дьяченко. Механизм действия кальция заключается в связывании свободных ОН- групп фосфорной кислоты казеиновых мицелл, в результате чего снижается их отрицательный заряд и электронеутральные белковые частицы агрегируют. Хлорид кальция является сильным дегидратирующим соединением, поэтому вызывает дополнительную дестабилизацию казеина, уменьшая его гидрофильность. Внесение в нагретое до 80-95<sup>0</sup>С обезжиренное молоко определенных количеств хлорида кальция приводит к коагуляции казеина, вместе с которым осаждаются денатурированные сывороточные белки (термокальциевая коагуляция).

### **Молочный белок**

Его широко применяют для повышения биологической ценности хлебобулочных и макаронных изделий. Копреципитат с меньшим содержанием кальция (1-2%) и высокой влагосвязывающей способностью (для мясной и ряда других отраслей промышленности) можно получить, уменьшая количество вносимого хлорида кальция и регулируя рН коагуляции с помощью соляной кислоты.

При поточном производстве молочного белка применяют термокислотную коагуляцию.

### **Концентраты сывороточных белков**

Их используют в качестве белковых добавок при производстве детских и др. пищевых продуктов. Концентраты сывороточных белков получают с помощью ультрафильтрации. Ультрафильтрация позволяет выделить из сыворотки белки в неденатурированном нативном состоянии, что повышает их биологическую ценность.

Мембранные методы обработки (ультрафильтрация, обратный осмос и электродиализ) – это методы разделения смесей с помощью специальных полупроницаемых перегородок-мембран, изготовленных из полимерных материалов.

Ультрафильтрация и обратный осмос, определяемые общим термином «гиперфильтрация», являются способами фильтрации растворов через фильтры с размерами пор не менее 0,5 мкм. Процесс гиперфильтрации основан на принципе обратного осмоса. Однако если над раствором создать давление, то растворитель (вода) начнет переходить из раствора в секцию чистого растворителя. Это явление носит название обратного осмоса.

В процессе ультрафильтрации задерживаются только высокомолекулярные вещества, а низкомолекулярные соединения и растворитель свободно проходят через его поры.

## **4. Процессы, происходящие при выработке молочного сахара**

Молочный сахар используют в различных отраслях промышленности.

Рафинированный молочный сахар используют при получении медицинских препаратов и углеводного препарата для продуктов детского питания, сахар-сырец – в производстве антибиотиков, пищевой – при выработке сгущенного

молока, сухого молока для детей грудного возраста, изготовления кондитерских изделий и т.д.

Молочный сахар вырабатывают из подсырной, творожной и казеиновой сыворотки.

Основными физико-химическими процессами при выработке молочного сахара являются очистка сыворотки от несахаров и кристаллизация лактозы.

### **Процессы при очистке сыворотки от несахаров**

Для очистки сыворотки от балластных веществ, или несахаров, применяют химические и физические методы.

Несахара (жир, белки, минеральные вещества, пигменты)

Для выделения белков в промышленности используют тепловую денатурацию в сочетании с кислотным или кислотнo-щелочным способами коагуляции. Степень выделения белков при тепловой денатурации незначительна и составляет лишь около 25% от всех белков сыворотки. Поэтому тепловая обработка сыворотки с подкислением (соляной кислотой или кислой сывороткой) дает лучшие результаты.

Для предупреждения образования пороков вкуса и цвета молочного сахара подсырную сыворотку следует подкислить до кислотности не выше 35<sup>0</sup>С.

Максимальное выделение белков наблюдается при тепловой денатурации с кислотнo-щелочным способом коагуляции.

Белки из сыворотки можно удалить также методом тепловой коагуляции с внесением раствора хлорида кальция. Наиболее совершенным методом выделения белков является метод ультрафильтрации.

Деминерализацию (обессолевание) исходной сыворотки можно осуществлять с помощью ионообмена на смолах, например при обработке на катионите КУ-2 и анионите АВ-16. Лучшие результаты получаются при использовании электродиализа.

### **Процессы при кристаллизации лактозы**

Кристаллизация лактозы из пересыщенного сывороточного сиропа проходит (аналогично кристаллизации молочного сахара при выработке сгущенного молока с сахаром).

Величина кристаллов и полнота выкристаллизации лактозы зависит от степени сгущения сиропа и режима кристаллизации лактозы (скорости охлаждения сиропа, режима перемешивания).

По мере повышения концентрации сухих веществ в сыворотке увеличивается степень выкристаллизации лактозы. Однако одновременно с этим уменьшается средний размер кристаллов лактозы. При производстве молочного сахара важно получить однородные по форме и размеру (100-150мкм) кристаллы.

Для получения крупных кристаллов кристаллизацию рекомендуется проводить при медленном охлаждении сиропа до 10-15<sup>0</sup>С с периодическим его перемешиванием.

Промытые кристаллы лактозы необходимо сушить при 60-65<sup>0</sup>С (до содержания влаги 1,5%). Температура выше 70<sup>0</sup>С может вызвать потемнение молочного сахара вследствие реакции лактозы с оставшимися белками (образование меланоидинов)

## **Физико-химические процессы при производстве молочно-белковых концентратов**

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

1. Почему важно комплексно использовать обезжиренное молоко, молочную сыворотку и пахту на пищевые цели? 2. как влияют способы коагуляции белков на содержание минеральных веществ в казеине? 3. Где применяют казеинат натрия и казеинаты? 4. Расскажите о механизме термокальциевой и термокислотной коагуляции белков обезжиренного молока. 5. Почему ультрафильтрация имеет больше преимуществ по сравнению с другими методами выделения белков молока? 6. Назовите основные методы очистки сыворотки от белков при получении молочного сахара. 7. Каким образом осуществляют кристаллизацию лактозы из сывороточного сиропа?

### **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 II

**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. 6,97. Тираж 20 экз. Изд. № 3196.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ