

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

О. В. Анистратова, К. А. Холобова

## **ПРОИЗВОДСТВО МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

Утверждено редакционно-издательским советом ФГБОУ ВО «КГТУ»  
в качестве учебного пособия по дисциплине «Производство продукции из мяса  
и молока» для студентов магистратуры по направлению подготовки 19.04.03  
Продукты питания животного происхождения

Калининград  
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»  
2022

УДК 637.13

Рецензенты

кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов питания  
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

Д. Л. Альшевский

главный технолог ООО «Гусевмолоко» А. С. Евдокимова

Анистратова, О. В., Холобова, К. А.

Производство молочных продуктов: учебное пособие для студентов магистратуры по направлению подготовки 19.04.03 Продукты питания животного происхождения /О. В. Анистратова, К. А. Холобова. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 177 с.

ISBN 978-5-94826-620-6

В учебном пособии представлены теоретические вопросы технологии производства молока и молочных продуктов, включая требования к молоку как сырью, технологические схемы и технологические параметры обработки молока и выработки молочной продукции. Лабораторно-практические занятия содержат основные методики расчетов для контроля производства, регулирования состава молочной продукции, установления производственных потерь и методы анализа ее качества.

Рис. – 28, табл. – 31, список лит. – 18 наименований

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой технологии продуктов питания 12 ноября 2021 г., протокол № 4

Учебное пособие рекомендовано к изданию методической комиссией механико-технологического факультета ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 18 ноября 2021 г., протокол № 2

ISBN 978-5-94826-620-6

УДК 637.13

© Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Калининградский государственный  
технический университет», 2022 г.

© Анистратова О. В., Холобова К. А., 2022 г.

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 ОБЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ .....	5
1.1 Молоко как сырье для молочной продукции .....	5
1.2 Органолептические, физико-химические и технологические свойства молока .....	18
2 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИТЬЕВОГО МОЛОКА И СЛИВОК.....	45
2.1 Технология производства пастеризованного молока .....	45
2.2 Технология производства стерилизованного молока .....	48
2.3 Технология производства питьевых сливок.....	52
3 ПРОИЗВОДСТВО КИСЛОМОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ.....	57
3.1 Основные физико-химические процессы, происходящие при производстве кисломолочных продуктов.....	57
3.2 Технология производства заквасок .....	61
3.3 Технология производства кисломолочных напитков .....	67
3.4 Технология производства сметаны .....	75
3.5 Технология производства творога.....	80
4 ПРОИЗВОДСТВО МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ .....	89
4.1 Теоретические основы консервирования.....	89
4.2 Общие технологические операции производства молочных консервов .....	92
4.3 Технология производства сгущенного цельного молока .....	93
4.4 Технология производства сухих молочных консервов.....	100
5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ .....	106
5.1 Практическое занятие № 1 «Общие принципы продуктовых расчетов в молочной промышленности» .....	106
5.2 Практическое занятие № 2 «Расчеты по нормализации сырья» .....	108
5.3 Практическое занятие № 3 «Производственные расчеты при выработке питьевого молока, кисломолочной продукции» .....	112
6 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	127
6.1 Лабораторная работа № 1 «Изучение технологии производства кисломолочных напитков» .....	128
6.2 Лабораторная работа № 2«Изучение технологии производства сметаны» .....	142
6.3 Лабораторная работа № 3 «Изучение технологии производства творога» .....	150
6.4 Лабораторная работа № 4 «Изучение технологии производства сухих молочных консервов» .....	160
7 ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	171
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	175

## ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Производство продукции из мяса и молока» базируется на глубоком знании физической и биологической химии животного сырья, микробиологии, процессов и аппаратов пищевой промышленности. Она формирует у обучающихся необходимый объем знаний, умений, навыков в освоении вопросов технологии производства продукции из мяса и молока, отвечающей современным стандартам безопасности и качества.

В первой части учебного пособия представлены теоретические вопросы технологии производства молока и молочных продуктов, включая требования к молоку как сырью, технологические схемы и технологические параметры его обработки и выработки молочной продукции: цельномолочной (молоко и сливки питьевые), жидких кисломолочных продуктов (кефир, ряженка, варенец, йогурт, простокваша и т. п.), кисломолочных с высоким содержанием жира (сметана) и белка (творог и творожные изделия), молочных консервов – сгущенные и сухие молочные продукты, формирование товарных и пищевых свойств продукции, условия ее фасования, хранения и транспортирования, контроль и оценку ее качества.

Целью лабораторно-практических занятий, представленных в данном пособии, является формирование умений и навыков студентов к решению технологических вопросов по совершенствованию производственных схем предприятий молочной отрасли, изучение методик продуктовых расчетов различных молочных продуктов, их производства и оценка качественных показателей.

Для успешного усвоения дисциплины «Производство продукции из мяса и молока» в учебном пособии представлен перечень вопросов для самоконтроля после каждой изучаемой темы.

Материал содержит перечень примерных тестовых вопросов для подготовки студентов к промежуточной аттестации

Пособие иллюстрировано 31 таблицей и 28 рисунками. Оно предназначено для студентов очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 19.04.03 Продукты питания животного происхождения.

# 1 ОБЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

## 1.1 Молоко как сырье для молочной продукции

Молоко – это биологическая жидкость, выделяемая молочной железой млекопитающих, обладающая высокими питательными, иммунологическими, бактерицидными свойствами, предназначенная для поддержания жизни и роста новорожденного. Оно образуется в молочной железе из составных частей крови при участии различных гормонов (например, пролактина, окситоцина), а также ферментов. Для образования 1 л молока через вымя коровы должно пройти 400–500 л крови.

Коровье молоко – основное сырье для промышленной переработки. Его показателями как объекта технологической переработки являются химический состав, степень чистоты, органолептические, биохимические, физико-механические свойства, а также наличие токсических и нейтрализующих веществ.

Молоко является сложной полидисперсной системой. Молочный сахар – лактоза растворен в дисперсной среде (воде – 85-89 %) молока, величина его молекул 1,0–1,5 нм. Соли содержатся в виде коллоидных частиц, белковые вещества образуют коллоидные растворы. Жир находится в теплом состоянии в виде эмульсии, в холодном – в виде суспензии.

Молоко состоит из воды и распределенных в ней пищевых веществ – жиров, белков, углеводов, ферментов, витаминов, минеральных веществ, газов (таблица 1.1, рисунок 1.1).

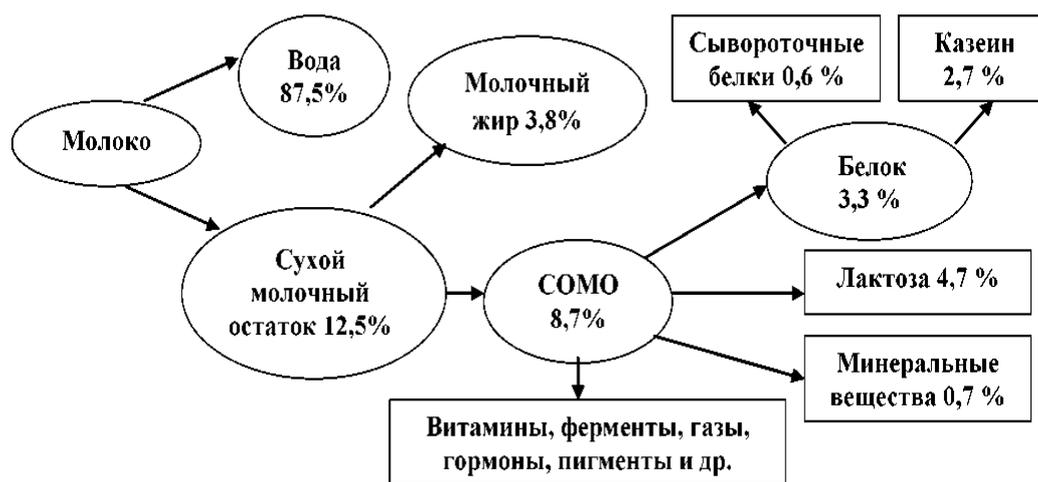


Рисунок 1.1 – Основные химические компоненты молока

**Вода.** В молоке содержится 87–88 % воды, большая часть которой находится в свободном состоянии. Свободная вода является растворителем органических и неорганических веществ (лактозы, минеральных веществ,

кислот), доступна для развития микроорганизмов, играет важную роль в химических и биохимических процессах, протекающих при производстве молочных продуктов, но именно она является причиной их порчи. Свободную влагу можно удалить высушиванием, сгущением, замораживанием. Она замерзает при температурах, близких к 0 °С, имеет максимальную плотность при 4 °С, а при 100 °С переходит в парообразное состояние.

Связанная вода (содержание в молоке составляет 3,0–3,5 %) – это вода, которая удерживается силами межмолекулярного притяжения около поверхности белков, фосфолипидов, полисахаридов за счет наличия в них гидрофильных групп (–NH<sub>2</sub>, –COOH, –OH, –CO–, SH– и др.). Ее называют еще адсорбционно–связанной, она значительно отличается по свойствам от свободной: не замерзает при низких температурах (ниже минус 40 °С), ее плотность почти в два раза превышает плотность свободной воды.

Связанная вода не участвует в биохимических процессах, не является растворителем, недоступна для микроорганизмов, не удаляется при сгущении и сушке. Особая форма связанной воды – это химически связанная, или кристаллизационная, вода. В молоке она представлена водой кристаллогидратов молочного сахара (лактозы). Удалить кристаллизационную воду можно лишь при нагревании до 125–130 °С.

Таблица 1.1 – Химический состав коровьего молока

Компонент	Среднее значение, %	Массовая доля, %
Вода	87,5	85,0-89,0
Сухие вещества, всего	12,5	11,0-15,0
Липиды:	3,8	2,9-5,0
– триглицерины	0,04	0,03-0,05
– фосфолипиды		
Белки, всего,	3,3	2,8-3,6
в том числе:		
– казеин	2,6	2,3-2,09
– сывороточные белки (альбумин и глобулин)	0,7	0,6-0,8
Небелковые азотистые соединения	0,05	0,02-0,08
Углеводы:	4,7	4,5-5,0
– лактоза	0,55	0,01-0,1
– галактоза, глюкоза		
Зола (минеральные вещества)	0,73	0,6-0,85
Соли неорганических кислот	0,8	0,5-0,8
Газы, мл %	6,5	5,0-8,0

**Сухие вещества** молока, или сухой молочный остаток (СМО) – это его составные части, остающиеся после удаления из него влаги. На их долю приходится 12–13 %.

Содержание СОМО (сухого обезжиренного молочного остатка) более постоянно, чем содержание СМО, и составляет 8–9 %. По величине СОМО (она не должна быть ниже 8 %) судят о натуральности молока.

Молоко представляет собой сложную полидисперсную систему, дисперсионной средой в которой служит вода, а дисперсные фазы молока находятся в различном состоянии в зависимости от размера частиц: минеральные соли и лактоза – в ионно-молекулярном состоянии (размер частиц 1 нм и менее); белки – в коллоидно-дисперсном (размеры частиц от 15 до 300 нм); жир – в грубодисперсном (диаметр жировых шариков от 500 до 10000 нм).

**Белки** являются наиболее важной составной частью молока. Они представляют собой высокомолекулярные соединения, состоящие из  $\alpha$ -аминокислот, соединенных между собой пептидной связью ( $-\text{CONH}-$ ) и образующих полипептидные цепи. В состав одной молекулы белка может входить несколько сотен или даже тысяч аминокислотных остатков. В молочном белке обнаружены 18 аминокислот, в том числе 8 незаменимых, т. е. не синтезируемых в организме человека (валин, лизин, лейцин, изолейцин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин). По содержанию незаменимых аминокислот и соотношению между ними белки молока относят к биологически полноценным белкам.

Среди белковых компонентов коровьего молока основными с технологической точки зрения принято считать казеин и сывороточные белки. Их соотношение составляет примерно 80:20.

Согласно последней редакции общепринятой номенклатуры белков молока коровье молоко содержит 6 главных белков:  $\alpha_{s1}$ -казеин,  $\alpha_{s2}$ -казеин,  $\beta$ -казеин,  $\kappa$ -казеин,  $\beta$ -лактоглобулин и  $\alpha$ -лактальбумин, проявляющих генетический полиморфизм. Кроме этого, в коровьем молоке содержатся такие белки, как альбумин сыворотки крови, иммуноглобулины, лактоферрин и некоторые другие.

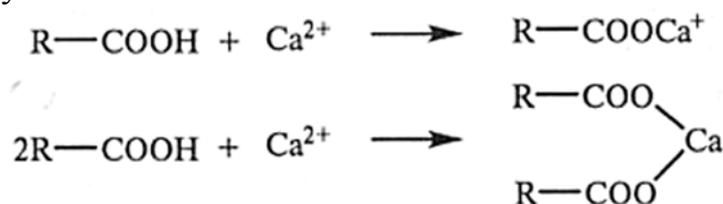
Казеин – основной белок молока, его содержание колеблется от 2,3 до 2,9 %. В очищенном виде это белый аморфный порошок, без запаха и вкуса, практически не растворимый в воде, растворимый в слабых растворах щелочей, некоторых солей и минеральных кислот. Казеин представляет собой комплекс нескольких фракций, способных к мицеллообразованию.

Главные компоненты:  $\alpha_{s1}$ -,  $\alpha_{s2}$ -,  $\beta$ - и  $\kappa$ -казеины – имеют молекулярную массу от 19000 до 25000, различаются по аминокислотному составу, содержанию фосфора и серы и составляют 38; 10; 39 и 13 % от общего количества казеина соответственно. Каждый может существовать в нескольких генетических вариантах.

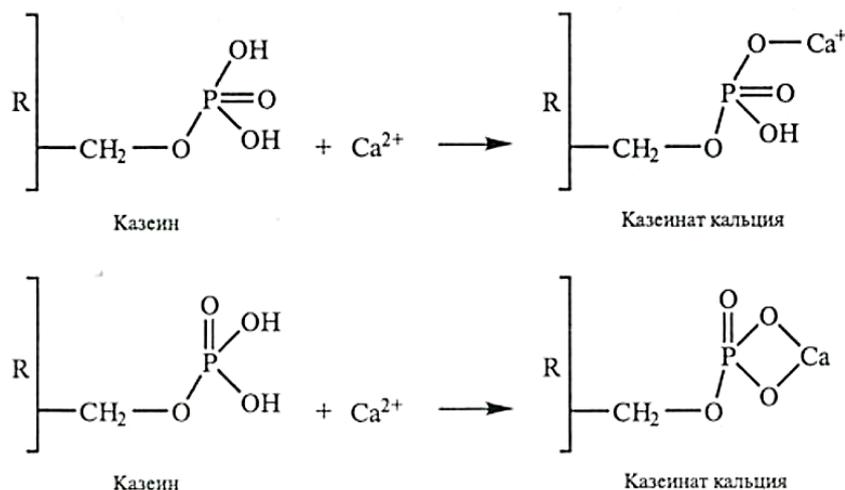
Мицеллы казеина представляют собой рыхлые, пористые, сильно гидратированные частицы почти сферической формы со средним диаметром

около 100 нм (1нм = 10<sup>-9</sup>м) и средней молекулярной массой 10<sup>8</sup>. Структурными компонентами мицелл являются сферические субмицеллы диаметром 10–20 нм и молекулярной массой 250000–300000, образованные фракциями казеина и соединенные друг с другом с помощью коллоидного фосфата, гидрофобных взаимодействий, электростатических и других связей.

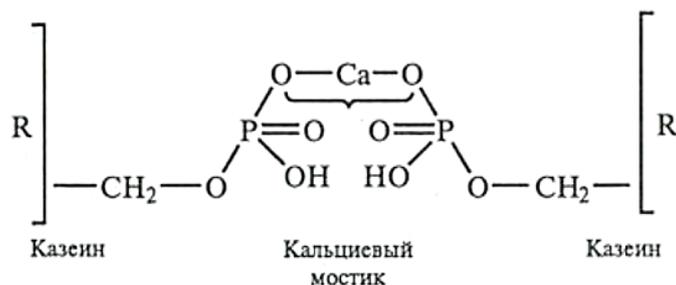
**Казеинат-кальций-фосфатный комплекс, его состав и структура.** В молоке казеин содержится в виде казеинатов кальция, соединенных с коллоидным фосфатом кальция. Ионы кальция могут присоединяться к карбоксильным группам казеина:



Но, вероятно, в первую очередь они взаимодействуют с остатками фосфорной кислоты казеина. При этом кальций может соединяться с одной или двумя OH-группами кислоты:



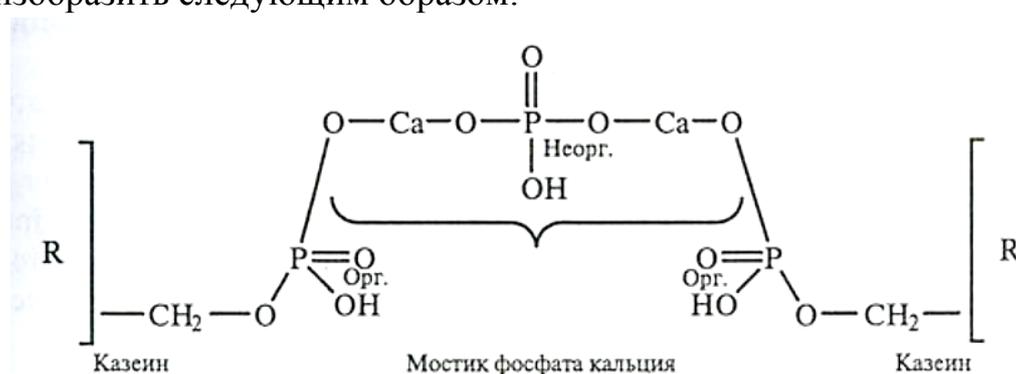
В первом случае он имеет свободную связь и может образовывать кальциевый мостик между расположенными друг против друга серинфосфатными группами двух молекул казеина. Такой кальций играет определенную роль при образовании казеиновых мицелл и называется структурообразующим.



Кальциевые мостики способствуют агрегации коллоидных частиц

казеина при сычужной и кальциевой коагуляции.

К серинфосфатным группам казеиновых молекул наряду с ионами кальция может присоединяться коллоидный фосфат кальция молока в виде  $(\text{CaHPO}_4)_n$  или  $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]_n$ . Фосфор коллоидного фосфата кальция в отличие от фосфора органического (входящего в состав казеина) называют неорганическим. Фосфат кальция, по-видимому, может соединять молекулы казеина между собой наподобие кальциевых мостиков. В упрощенном виде это можно изобразить следующим образом:



Следовательно, исходя из состава казеина, можно предположить, что казеин в молоке содержится в виде сложного комплекса казеината кальция с коллоидным фосфатом кальция, так называемого казеинат-кальций-фосфатного комплекса (ККФК). В состав ККФК также входит небольшое количество лимонной кислоты, магния, калия и натрия.

Группу сывороточных белков составляют белковые компоненты молока, оставшиеся в сыворотке после осаждения казеина при pH 4,6. Эта группа белков также неоднородна и включает в себя глобулярные белки, различающиеся по структуре и свойствам. Основными представителями сывороточных белков являются  $\beta$ -лактоглобулин ( $\beta$ -Лг) и  $\alpha$ -лактальбумин ( $\alpha$ -Ла). Кроме них в эту группу входят: альбумин сыворотки крови, иммуноглобулины,  $\beta$ -микроглобулин и некоторые другие минорные компоненты.

Сывороточные белки в отличие от казеина не образуют ассоциатов и не осаждаются в изоэлектрической точке. Им также присущ генетический полиморфизм. Молекулярная масса колеблется в широком интервале – от 14000 до 66000. Сывороточные белки характеризуются большим количеством серосодержащих аминокислот и низким содержанием остатков пролина. Они не гидролизуются сычужным ферментом, менее чувствительны к кальцию по сравнению с казеином, но более чувствительны к нагреванию.

**Молочный жир** – это сложный эфир трехатомного спирта глицерина и жирных кислот. Он неоднороден по составу и представляет собой смесь триглицеридов (триацилглицеринов), диглицеридов (диацилглицеринов) и моноглицеридов (моноацилглицеринов). Преобладают триглицериды – до

98 %, на долю ди- и моноглицеридов в сумме приходится 1,5 %. В молочном жире содержатся также фосфолипиды; вещества, сопутствующие ему (жирорастворимые витамины, стерины, каротиноиды); свободные жирные кислоты.

Свойства молочного жира определяются составом и структурой жирных кислот. В триглицеридах молочного жира обнаружено более 200 жирных кислот, однако лишь 10–12 из них содержатся в количестве более 1–5 % каждая. Их называют главными. В составе триглицеридов молочного жира преобладают насыщенные жирные кислоты (их среднее содержание составляет 65 против 35 % ненасыщенных). Среди насыщенных жирных кислот бóльшую часть составляют пальмитиновая, миристиновая и стеариновая, среди ненасыщенных – олеиновая.

Особенностью молочного жира является наличие большого числа низкомолекулярных летучих насыщенных жирных кислот: масляная, капроновая, каприловая и каприновая (4–10 %). Они обуславливают его специфический вкус. Более низкое содержание низкомолекулярных кислот является признаком фальсификации молочного жира другими жирами.

Содержание ненасыщенных и насыщенных жирных кислот в триглицеридах молочного жира определяет его консистенцию, температуру плавления и отвердевания. Температура плавления, при которой он переходит в жидкое состояние, колеблется от 28 до 36 °С, температура отвердевания – от 18 до 23 °С.

В молоке жир находится в виде жировых шариков диаметром от 0,5 до 10 мкм и образует эмульсию.

**Жировой шарик** окружает двухслойная лецитино-белковая оболочка, состоящая из внутреннего (6-10 нм) и внешнего (30-300 нм) слоев. Оболочка определяет устойчивость (стабильность) жировой эмульсии в молоке. Нарушение устойчивости является причиной окисления, гидролиза, осаливания и прогоркания молочных продуктов при производстве и хранении.

Число и размер жировых шариков зависят от периода лактации, породы скота, рациона кормления, условий содержания.

Содержание фосфолипидов в молоке составляет 0,01–0,04 %. Основные из них: лецитин (фосфатидилхолин) и кефалин (фосфатидилэтанолламин). Фосфолипиды входят в состав оболочек жировых шариков, являются источником высокомолекулярных жирных кислот. Молекулы фосфолипидов состоят из двух частей – полярной и неполярной, что обуславливает их поверхностно-активные свойства и способность стабилизировать эмульсии.

Стерины молока представлены в основном холестерином. Он выполняет в организме важные физиологические функции, однако при избыточном количестве вследствие нарушения его обмена может стать причиной возникновения атеросклероза. В молоке содержится также эргостерин,

являющийся провитамином D.

**Углеводы.** Основным углеводом молока является лактоза (молочный сахар). Это дисахарид, менее сладкий, чем сахароза, состоящий из остатков D-глюкозы и D-галактозы. Содержание лактозы в молоке составляет 4,5–5,0 %. В молоке она находится в растворенном состоянии в двух формах –  $\alpha$  и  $\beta$ , различающихся пространственным расположением групп –ОН у первого углеродного атома молекулы глюкозы и способных переходить одна в другую.

Лактоза является хорошим субстратом для молочнокислых бактерий и сбраживается ими до молочной кислоты, под действием которой казеин молока выпадает в осадок (производство кисломолочных напитков и продуктов).

Нагревание молока при высоких температурах в течение длительного времени приводит к его потемнению за счет образования меланоидиновых соединений в результате реакции между лактозой и белками молока. При нагревании водных растворов лактозы до температуры около 100 °С возможно образование лактулозы, содержащей вместо остатка глюкозы остаток фруктозы. Она хорошо растворима в воде, имеет более сладкий вкус по сравнению с лактозой и способна активизировать развитие пробиотических микроорганизмов, в связи с чем препараты лактулозы применяются для обогащения молочных продуктов.

**Минеральные вещества.** В молоке содержится 0,6–0,8 % (от массы сухого остатка) минеральных веществ, которые делят на макроэлементы и микроэлементы. Минеральные вещества молока представлены катионами и анионами, обуславливающими его солевой состав. К основным макроэлементам относят катионы – кальций, магний, калий, натрий и анионы – фосфаты, цитраты, хлориды, сульфаты и карбонаты. В молоке преобладают фосфаты, цитраты и хлориды кальция, калия, натрия и магния, которые могут находиться в виде истинного или коллоидного растворов. Они обуславливают пищевую ценность молока и стабилизируют его коллоидную систему. Нарушение солевого равновесия может привести к выпадению белков молока в осадок.

К микроэлементам молока относятся медь, железо, цинк, кобальт, марганец, йод, фтор, молибден, хром, алюминий, селен, олово, свинец, кремний и др. Они связаны с его белками (йод, селен, цинк и др.) и оболочками жировых шариков (медь, железо), входят в состав многих ферментов (железо, молибден, марганец и др.) и витаминов (кобальт). Микроэлементы вносят определенный вклад в пищевую ценность молока, однако избыточное количество некоторых из них может послужить причиной возникновения пороков качества сырья и готовых продуктов.

**Витамины.** Необходимы для нормальной жизнедеятельности человека, животных, растений, микроорганизмов. В молоке содержатся практически все жизненно необходимые витамины, хотя и в небольших количествах, а также

их провитамины. Различают жирорастворимые и водорастворимые витамины. К жирорастворимым относятся витамин А (ретинол), витамин D (кальциферол), витамин Е (токоферол), витамин К (филлохинон). Они содержатся преимущественно в молочном жире и, соответственно, в жиросодержащих продуктах (сливочном масле, сметане, сливках). Из жирорастворимых витаминов в молоке содержится, в основном, витамин А. Он образуется из каротина, содержащегося в зеленых кормах, поэтому летом его в молоке значительно больше, чем зимой. Этим обусловлена более интенсивная желтая окраска сливочного масла, выработанного в летний период.

К водорастворимым витаминам молока относятся витамины группы В: витамин В<sub>1</sub> (тиамин), В<sub>2</sub> (рибофлавин), В<sub>3</sub> (пантотеновая кислота), ниацин (РР, никотиновая кислота), В<sub>6</sub> (пиридоксин) В<sub>9</sub> (фолацин, фолиевая кислота), В<sub>12</sub> (цианкобаламин); витамин С; биотин (витамин Н).

Большинство витаминов чувствительны к действию температур, кислот, щелочей, кислорода воздуха, ультрафиолетового излучения. Это следует учитывать при выборе режимов технологической обработки молока. Поскольку исходное содержание витаминов в молоке сравнительно невелико, а избежать их потерь при переработке не удастся, в настоящее время применяется витаминизация молочных продуктов с целью повышения их пищевой и биологической ценности.

**Ферменты.** В молоке содержится более 20 истинных, или нативных ферментов, которые образуются в клетках молочной железы или поступают в молоко из крови животного. Кроме нативных ферментов присутствуют микробные ферменты (их более 50), продуцируемые микрофлорой молока и бактериальных заквасок.

Наибольшее практическое значение имеют оксидоредуктазы, катализирующие окислительно-восстановительные процессы, и гидролазы, катализирующие расщепление белков, жиров и углеводов. К первой группе относятся редуктаза, пероксидаза, каталаза, и др.; ко второй – протеазы, липаза, фосфатаза, лактаза, амилаза.

Нативные и микробные ферменты молока играют важную роль в технологии. Например, по активности некоторых из них судят о санитарно-гигиеническом состоянии сырого молока, эффективности его пастеризации. Ценным свойством нативной пероксидазы коровьего молока (лактопероксидазы) является участие в создании антибактериальной системы, которая подавляет развитие ряда условно-патогенных и патогенных микроорганизмов. Каталаза – фермент, повышенное количество которого может свидетельствовать о наличии в молоке примеси молозива, или маститного молока, поэтому ее активность определяют при контроле молока, полученного от больных животных.

Многие липолитические и протеолитические ферменты могут стать причиной порчи молочных продуктов при их производстве и хранении. В молоке присутствуют нативная и бактериальная липазы. Количество нативной липазы невелико: плазменная – связана с казеином, и мембранная – адсорбирована оболочками жировых шариков. В свежем молоке липаза неактивна, но может активизироваться при его хранении, перекачивании, замораживании и т. п. Бактериальные липазы, особенно продуцируемые плесневыми грибами и психротрофными бактериями, обладают высокой активностью и могут вызвать прогорклый вкус молочных продуктов. Некоторые плесневые липазы обуславливают специфический вкус и аромат сыров, созревающих с участием плесени и слизи (например, рокфор, камамбер и др.). Нативная липаза инактивируется при температуре 80 °С, бактериальная липаза более термоустойчива и разрушается при температуре примерно 90 °С.

Лактаза ( $\beta$ -галактозидаза) катализирует реакцию расщепления лактозы на моносахариды – глюкозу и галактозу. Основным источником лактазы – молочнокислые бактерии и некоторые дрожжи, клетками молочной железы практически не синтезируется. Ферментативный гидролиз лактозы  $\beta$ -галактозидазой применяется при производстве низколактозного молока и кисломолочных напитков, предназначенных для людей, страдающих непереносимостью лактозы. Максимальная активность фермента отмечена при температуре 40 °С.

Амилаза попадает в молоко из молочной железы, катализирует расщепление полисахаридов до декстринов и мальтозы. В молоке содержится  $\alpha$ -амилаза, количество которой значительно повышается при заболевании животного. Оптимум действия фермента наблюдается при pH 7,4 и температуре 37 °С, инактивация – при всех режимах пастеризации.

Еще один очень важный фермент молока – лизоцим (мурамидаза). Катализирует гидролиз полисахаридов клеточных стенок некоторых видов бактерий, прежде всего, патогенных стафилококков, стрептококков и других возбудителей мастита, вызывая их гибель. Этим обусловлено его участие в обеспечении антибактериальных свойств свежесвыдоенного молока. Лизоцим стабилен в кислой среде, устойчив к нагреванию.

**Гормоны.** Это биологически активные вещества, поступающие в молоко в процессе его секреции из крови и регулирующие процесс его образования и выделения. Их содержание в молоке невелико. Среди наиболее значимых – пролактин, стимулирующий развитие молочных желез и образование молока; окситоцин, стимулирующий отделение молока; соматотропин, ускоряющий рост и увеличивающий массу тела, а также йодсодержащий гормон щитовидной железы тироксин, способствующий повышению массовой доли жира в молоке.

**Пигменты.** В молоке содержатся природные окрашенные вещества –

пигменты: каротиноиды, хлорофилл, рибофлавин и др. Их содержание зависит от времени года, кормового рациона, породы животного и обуславливает цвет молока.

**Газы.** В молоке могут содержаться такие газы, как азот, кислород, углекислый газ, иногда аммиак. Газы попадают в молоко из крови, воздуха во время доения, перекачивания, транспортирования по трубопроводам.

В свежесвыдоенном молоке содержание газов значительное (до 125 мг на 1 кг молока). При хранении молока в открытых емкостях оно постепенно уменьшается и устанавливается на определенном уровне в зависимости от температуры и давления.

**Посторонние вещества в молоке.** Из организма животного в молоко могут переходить различные химические вещества, опасные для здоровья человека. Некоторые из этих веществ затрудняют технологические процессы при выработке молочных продуктов, снижают их качество и пищевую ценность. К посторонним химическим веществам молока относятся антибиотики, пестициды, моющие и дезинфицирующие вещества, токсичные элементы, радионуклиды, яды (токсины), нитраты, нитриты, нитрозамины и пр.

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

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

**Пестициды, моющие и дезинфицирующие вещества.** В сельском хозяйстве для защиты растений и животных от вредителей и болезней применяют различные химические вещества – пестициды (от лат. *pestis* –

зараза + caedere («цидос») – убивать).

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

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

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

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

При недостаточно тщательном ополаскивании оборудования и системы трубопроводов водой после мойки и дезинфекции возможны случаи попадания в молоко моюще-дезинфицирующих средств, отрицательно влияющих на его сыропригодность и способность к сквашиванию. Наибольшую опасность представляют дезинфектанты, содержащие активный хлор и четырехзамещенные соединения аммония. В последнее время происходит замена традиционно применяемых хлорсодержащих препаратов (хлорная известь, гипохлориты) на современные дезинфицирующие средства на основе дихлоризоциануровой кислоты, обладающие низкой токсичностью. На сегодняшний день наиболее экологически безопасными являются препараты на основе надуксусной кислоты (НУК).

**Токсичные элементы и радионуклиды.** В высокоразвитых странах с каждым годом увеличивается промышленное применение ртути, кадмия, свинца и других тяжелых металлов. В сельскохозяйственной практике для

борьбы с насекомыми и грызунами широко используют препараты мышьяка и тяжелых металлов (ртути, меди, цинка). Многие из тяжелых металлов токсичны и представляют потенциальную угрозу для здоровья животных и человека. Они поступают в окружающую среду и могут накапливаться в кормах и пищевых продуктах.

Ртуть, свинец, кадмий, попадая в организм животного из кормов, вдыхаемого воздуха и через кожный покров, откладываются в различных органах и тканях. В молоко выделяется лишь незначительная часть поступивших металлов, поэтому оно наименее загрязнено различными токсичными элементами. Так, среднее содержание ртути, свинца и кадмия в 1 л молока составляет 5–9 % допустимой суточной нормы поступления.

Большие количества тяжелых металлов могут выделяться в молоко при отравлении животных различными химическими препаратами. Отравления коров, например, мышьяком и ртутью, возможны при использовании для кормовых целей зерна, протравленного мышьяковистыми и ртутьорганическими соединениями (арсенатом, гранозаном, меркураном). При отравлении животных соединениями свинца, медным купоросом в молоке содержится увеличенное количество свинца и меди.

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

Молоко загрязняется радионуклидами в основном биологическим путем, т. е. по цепи: атмосфера — почва — растения — животные — молоко. В России молоко, молочные и другие пищевые продукты животного и растительного происхождения контролируют на содержание в них опасных для здоровья человека радионуклидов.

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

**Растительные, бактериальные яды и микотоксины.** Иногда в молоко могут выделяться различные растительные яды (токсины), вызывающие отравления не только молодых животных, но и человека. В организм животных они попадают при поедании ядовитых растений (безвременник осенний, лютик

и др.) или при скармливании им зерновых кормов с примесью ядовитых семян (куколь и др.), неумеренных количеств хлопчатниковых жмыхов, проросшего картофеля и др. Основными веществами, обуславливающими токсичность ядовитых растений и некоторых кормов, являются алкалоиды (колхицин в безвременнике осеннем), гликозиды (соланидин в проросшем картофеле), эфирные масла (полынь, горчица), госсипол (хлопчатниковые жмыхи) и др.

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

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

Сильнодействующие токсины могут выделяться некоторыми видами плесневых грибов (*Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* и др.). При поражении кормов (сено, солома, зерно и продукты их переработки) плесневыми грибами в них образуются и накапливаются так называемые микотоксины, поэтому скармливание заплесневелых кормов может вызвать отравление животных и выделение части микотоксинов в молоко.

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

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

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

Основными источниками поступления нитратов и нитритов в организм животного является большое их содержание в некоторых кормах (силос, рыбная мука и пр.), а также загрязнение почвы и водоемов все возрастающим применением азотистых удобрений. Вторичные и третичные амины могут содержаться во многих пищевых продуктах (сыр, мясо, рыба и т. д.), а также в лекарственных препаратах.

## 1.2 Органолептические, физико-химические и технологические свойства молока

Натуральное молоко характеризуется комплексом органолептических, физико-химических и технологических показателей, которые зависят от периода лактации, породы животного и состояния его здоровья, вида и состава кормов и определяют пригодность молока к промышленной переработке.

Непрозрачность и белый цвет молока обуславливают коллоидные частицы белка и жировые шарики, рассеивающие свет, желтоватый оттенок – растворенный в жире каротин. Приятный, едва уловимый запах молока зависит от наличия в нем летучих соединений – диметилсульфида, ацетона, диацетила, ацетальдегида, низкомолекулярных жирных кислот и др. Слабовыраженный сладковатый, присущий только молоку вкус определяют его основные компоненты: жир придает ему некоторую нежность, лактоза – сладость, белки и соли – полноту вкуса.

На вкус и запах сырого молока влияют многочисленные факторы – состояние здоровья животных, стадия лактации, рацион кормления, продолжительность и условия хранения молока и т. д. Резкие изменения содержания вкусовых и летучих компонентов молока приводят к возникновению различных пороков вкуса и запаха – кормовой, горький, прогорклый, окисленный привкус и др.

Правильно осуществленный контроль вкуса и запаха заготавливаемого молока имеет большое практическое значение, так как позволяет предотвратить многие пороки вырабатываемых молочных продуктов.

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

По органолептическим показателям молоко сырое должно соответствовать следующим требованиям:

- внешний вид и консистенция: однородная жидкость без осадка и хлопьев;
- вкус и запах: чистые, свойственные молоку, без посторонних привкусов и запахов, не свойственных свежему молоку. Допускается слабовыраженный кормовой привкус и запах;
- цвет – от белого до светло-кремового.

По физико-химическим и микробиологическим показателям молоко должно соответствовать требованиям, указанным в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Физико-химические и микробиологические показатели заготавливаемого молока

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля жира, %, не менее	2,8

Массовая доля белка, %, не менее	2,8
Кислотность, °Т	От 16,0 до 21,0 включ.
Массовая доля сухих обезжиренных веществ молока (СОМО), %, не менее	8,2
Группа чистоты, не ниже	II
Плотность, кг/м <sup>3</sup> , не менее	1027,0
Температура замерзания, минус °С, не выше	0,520
Содержание соматических клеток в 1 см <sup>3</sup> , не более	4,0·10 <sup>5</sup>
КМАФАнМ*, КОЕ**/см <sup>3</sup> , не более	1,0·10 <sup>5</sup>

\* Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов.

\*\* Колониеобразующие единицы.

Свойства молока как единой физико-химической системы обуславливаются свойствами компонентов, содержащихся в нем. Следовательно, любые изменения в содержании и состоянии составных частей молока должны сопровождаться изменениями его физико-химических свойств.

Составные части молока по-разному влияют на его физико-химические свойства. Так, от количества белков в большей степени зависят вязкость и кислотность, но почти не зависит его электропроводность. Минеральные вещества молока сильно влияют на его кислотность, электропроводность, но не изменяют вязкость и т. д.

**Плотность** – это отношение массы вещества к занимаемому им объему. Плотность молока, измеренная при 20 °С, колеблется от 1027 до 1032 кг/м<sup>3</sup>. Плотность зависит от температуры и химического состава молока: она снижается с повышением температуры и увеличением массовой доли жира и повышается при увеличении массовых долей белка, лактозы, солей. На величину плотности влияют также период лактации, порода коров, состояние здоровья и условия их содержания и др. Молозиво характеризуется высоким содержанием белка и имеет повышенную плотность (до 1040 кг/м<sup>3</sup>).

Плотность обезжиренного молока выше плотности цельного молока и составляет 1033–1038 кг/м<sup>3</sup>, плотность подсырной сыворотки – 1018–1027 кг/м<sup>3</sup>, пахты – 1031-1033 кг/м<sup>3</sup>.

Плотность молока изменяется при фальсификации, например, при добавлении воды она понижается (при добавлении 10 % воды она снижается примерно на 3 кг/м<sup>3</sup>). Следовательно, плотность – показатель, по которому можно судить о натуральности молока.

**Титруемая кислотность** выражается в градусах Тернера (°Т). Под градусами Тернера понимают количество миллилитров 0,1н раствора гидроксида натрия, необходимого для нейтрализации 100 см<sup>3</sup> молока, разбавленного водой вдвое. Титруемая кислотность обусловлена присутствием в молоке белков (на их

долю приходится 4–5 °Т), кислых солей (около 9–13 °Т), растворенного диоксида углерода, кислот и других соединений (в сумме 1–3 °Т). Кислотность свежего молока составляет обычно 16–18 °Т. При хранении молока повышение кислотности наблюдается из-за развития в нем молочнокислых бактерий, сбраживающих лактозу с образованием молочной кислоты. Один градус Тернера соответствует примерно 0,009 % молочной кислоты.

**Активная кислотность, или водородный показатель (рН)** характеризует концентрацию свободных ионов водорода и численно равна отрицательному десятичному логарифму концентрации ионов водорода, выраженной в моль на 1 л. В свежем молоке рН изменяется в достаточно узких пределах и в среднем равен 6,7.

Между активной и титруемой кислотностью нет прямой взаимосвязи. Более медленное изменение рН при возрастании титруемой кислотности объясняется тем, что молоко является буферной системой, способной поддерживать постоянное значение рН при добавлении небольших количеств кислоты или щелочи.

**Окислительно-восстановительный потенциал** молока определяется в основном концентрацией растворенного в нем кислорода. Среднее значение потенциала – 0,2–0,3В. Повышению окислительно-восстановительного потенциала способствуют металлы (медь, железо), перемешивание. Появление в молоке и молочных продуктах таких пороков вкуса, как металлический, окисленный, салистый привкус, связано с повышением окислительно-восстановительного потенциала продукта. При развитии микроорганизмов количество кислорода снижается, выделяются ферменты, катализирующие восстановительные реакции. Это приводит к снижению окислительно-восстановительного потенциала.

**Вязкость** – это свойство среды оказывать сопротивление относительному перемещению ее слоев. Вязкость, или внутреннее трение молока при 20 °С составляет в среднем  $1,8 \cdot 10^{-3}$  Па·с. На величину вязкости влияет массовая доля белков и жира в молоке, степень дисперсности жировых шариков и мицелл казеина, температура и кислотность молока, а также период лактации, состояние животного, продолжительность хранения сырого молока, степень механического воздействия на него. При нагревании молока до 40–45 °С его вязкость снижается, при более высоких температурах (начиная с 65 °С) она возрастает, что связано с необратимой коагуляцией сывороточных белков.

В структурированных молочных продуктах – кисломолочных напитках, сметане и др. вязкость обусловлена образовавшейся структурой и служит показателем, определяющим их консистенцию. Вязкость таких систем зависит от напряжения сдвига и градиента скорости и называется эффективной.

**Поверхностное натяжение** возникает на поверхности раздела фаз молоко–воздух. Поверхностное натяжение молока значительно ниже, чем воды,

и составляет при 20 °С около  $44 \cdot 10^{-3}$  Н/м (против  $72,7 \cdot 10^{-3}$  Н/м для воды). Это связано с наличием в молоке таких поверхностно-активных веществ, как фосфолипиды, белки плазмы молока, жирные кислоты, белки оболочек жировых шариков. Поверхностное натяжение снижается при нагревании молока, в особенности, если имеет место гидролиз жира, сопровождающийся образованием поверхностно-активных веществ, снижающих величину поверхностной энергии (жирных кислот, моно- и диацилглицеринов). С поверхностным натяжением связано образование пены при перекачивании, транспортировании, сепарировании молока, а также в некоторых технологических процессах его переработки (например, при производстве масла, мороженого). Все факторы, снижающие поверхностное натяжение, уменьшают пенообразование, и наоборот.

**Осмотическое давление и температура замерзания.** Эти характеристики взаимосвязаны и зависят в основном от концентрации лактозы и растворенных солей. Осмотическое давление молока по величине близко к осмотическому давлению крови и составляет в среднем 0,66 МПа. Оно меняется при фальсификации молока, повышении его кислотности, изменении химического состава. Средняя температура замерзания молока нормального химического состава равна минус 0,54 °С (с колебаниями от минус 0,505 до минус 0,575 °С). Ее величина значительно меняется при разбавлении молока водой (внесение 1 % воды повышает температуру замерзания примерно на 0,006 °С), добавлении к нему соды, повышении кислотности, изменении химического состава молока при заболевании животного. Принцип измерения температуры замерзания молока положен в основу криоскопического метода определения его натуральности.

**Электропроводность** – величина, обратная электрическому сопротивлению. Она характеризует способность вещества или раствора проводить электричество. Единицей измерения удельной электропроводности в системе СИ принят сименс на метр (См/м). Электропроводность молока обусловлена его солевым составом и постоянна для нормального молока. Величина ее повышается при заболевании животного (например, маститом), при нарастании кислотности и снижается при добавлении воды, при концентрировании молока. Период лактации также влияет на величину электропроводности – в начале лактации молоко имеет минимальную электропроводность, в конце – максимальную.

**Теплофизические свойства** молока (удельную теплоемкость, теплопроводность и коэффициент температуропроводности) необходимо знать, чтобы рассчитать количество теплоты или холода, необходимое для нагревания или охлаждения молока. Теплофизические свойства молока зависят от температуры, кислотности, содержания сухих веществ, жира, влаги и т. д.

Удельная теплоемкость цельного молока является практически

постоянной в интервале температур от 0 до 60 °С и равна 3900 Дж/(кг·К).

Теплопроводность молока при 20 °С составляет примерно 0,5 Вт/(м·К), увеличивается с повышением температуры и несколько уменьшается с повышением в нем массовой доли жира.

Коэффициент температуропроводности молока – это величина, определяющая его теплоинерционные свойства, т. е. скорость прогрева или охлаждения в нестационарных условиях. Он зависит от температуры, массовой доли жира, влаги, плотности и при 20 °С равен около  $13 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2/\text{с}$ .

К основным технологическим свойствам молока относят термоустойчивость и сычужную свертываемость.

Молоко, полученное от здоровых животных, обладает термоустойчивостью (термостабильностью) – способностью при высоких температурах сохранять первоначальные свойства. Оно обладает стойкостью при нагревании до 100 °С в течение нескольких десятков минут. При более высоких температурах и продолжительной выдержке его белки могут коагулировать. Продолжительность нагревания при 130 °С до коагуляции белков в различных образцах молока колеблется от 2 до 60 мин и выше.

Видимая коагуляция белков молока наблюдается только при осаждении казеина. Таким образом, термоустойчивость молока зависит в основном от устойчивости казеиновых мицелл. Основными факторами устойчивости белковых молекул в растворе, как известно, являются величина поверхностного заряда и степень гидрофильности частиц. Следовательно, факторы, уменьшающие отрицательный заряд казеиновых мицелл и степень их гидратации, будут снижать термоустойчивость молока. К ним относятся изменения химического состава молока, в первую очередь белково-солевого состава и рН молока. Стойкость казеина в основном зависит от содержания ионов кальция и магния, точнее, от отношения суммы катионов кальция и магния к сумме анионов фосфатов и цитратов.

Установлено, что казеинат-кальций-фосфатный комплекс устойчив к воздействию высоких температур только при определенном содержании кальция. При повышении количества ионов кальция в молоке происходит их присоединение к казеиновому комплексу. В результате уменьшается отрицательный заряд казеиновых частиц. Они соединяются в крупные агрегаты и коагулируют при нагревании.

Свежее молоко кислотностью 18 °Т (рН 6,6–6,7) выдерживает высокотемпературную обработку без явных признаков коагуляции казеина. Максимум термоустойчивости молока наблюдается при рН 6,7. Повышение кислотности в результате молочнокислого брожения значительно влияет на термоустойчивость. Образование молочной кислоты вызывает снижение отрицательного заряда белковых частиц и нарушение баланса между солями кальция – часть коллоидных солей кальция переходит в ионно-молекулярное

состояние. Увеличение количества ионов кальция в молоке при повышенной кислотности приводит к агрегации казеиновых частиц, которые легко коагулируют при нагревании.

Таким образом, основными причинами низкой термоустойчивости молока являются повышенная кислотность и нарушенный солевой и белковый состав. Колебания состава молока зависят от времени года, стадии лактации, болезней, породы, индивидуальных особенностей животных, рационов кормления. Все эти факторы в совокупности определяют степень тепловой стабильности коллоидной системы молока.

Термоустойчивость молока необходимо контролировать при производстве стерилизованного молока, молочных консервов, продуктов детского питания и др. В настоящее время для определения термоустойчивости в заводских лабораториях проводят алкогольную пробу.

Под сычужной свертываемостью молока (или его сыропригодностью) понимают способность его белков коагулировать под действием внесенного сычужного фермента с образованием относительно плотного сгустка. Продолжительность сычужной свертываемости заготавливаемого молока колеблется в широких пределах. Так, при стандартных условиях проведения сычужной пробы продолжительность свертывания может составлять 15–35 мин. Иногда молоко очень медленно свертывается под действием сычужного фермента (в течение 40–60 мин) или вовсе не свертывается. Такое молоко называют сычужно-вялым.

Способность молока к сычужной свертываемости определяется, в первую очередь, содержанием в нем казеина (при этом весьма важен генотип казеина), а также количеством солей кальция (ионов кальция) – чем оно больше, тем выше скорость свертывания молока и плотность образующихся белковых сгустков, и наоборот. Данные показатели химического состава молока учитывают при оценке его сыропригодности.

Причины плохой свертываемости молока, которую не всегда удается исправить путем добавления хлорида кальция, до сих пор не выяснены. По-видимому, происходят глубокие изменения его компонентов, главным образом состава и структуры белков и солей, вследствие несоблюдения рационов кормления животных, а также их заболеваний и нарушения правил получения и хранения молока. Использование сычужно-вялого молока при выработке сыра и творога приводит к образованию непрочного сгустка, имеющего низкие структурно-механические и синергетические свойства, а готовые продукты характеризуются невысоким качеством.

### **1.3 Первичная, механическая и тепловая обработка молока**

**Первичная обработка молока.** Является начальной стадией сложного, трудо- и энергоемкого технологического процесса переработки. Ее организация

зависит от объема перерабатываемого молока, технического оснащения предприятия, условий и режима его работы, последовательности выполняемых операций, ассортимента выпускаемой продукции и т. п.

В процессе первичной обработки молоко обрабатывают на ферме или приемном пункте и перерабатывающем предприятии. Основные технологические операции – сбор и транспортирование, контроль качества и учета количества, очистка, охлаждение и хранение молока.

**Сбор и транспортирование молока.** Ранее для этого существовала производственно-заготовительная сеть молочной отрасли. В нее входили фермы, на которых получали и осуществляли очистку и охлаждение молока; приемные пункты и первичные заводы, которые также могли проводить очистку, охлаждение, иногда и сепарирование и его временное резервирование до отправки на молочные предприятия. В настоящее время производственно-заготовительная сеть практически не работает: большинство ферм не охлаждает молоко, а отправляет его на приемные пункты или первичные заводы.

Молоко доставляется на перерабатывающие предприятия специализированным транспортом. Наибольшее распространение получил автомобильный транспорт – автомолцистерны. Транспортирование молока и молочных продуктов должно осуществляться в рефрижераторах, специализированных молочных цистернах, машинах с изотермическими кузовами.

Шофер-экспедитор должен иметь при себе личную санитарную книжку с отметками о прохождении медицинских осмотров и гигиенического обучения, спецодежду, соблюдать правила личной гигиены и транспортирования молока.

На каждую партию молока при его транспортировании оформляется накладная в 3-х экземплярах, в которой указывается масса молока, его жирность, кислотность и температура.

После сдачи молока проводится обязательная санитарная обработка автомолцистерн на заводе паром, в результате чего цистерна моется и дезинфицируется, после чего она готова к следующей перевозке молока.

**Приемка молока.** На перерабатывающих предприятиях молоко принимают по массе (кг) или объему ( $m^3$ ) в специальных цехах или приемных отделениях. При приемке молока по объему пересчитывают объемные единицы в массовые в зависимости от его плотности. Приемные отделения и цехи оснащены необходимым оборудованием (весы, счетчики, насосы, резервуары и т. д.), имеют специальные платформы для обслуживания автомолцистерн.

Молоко принимает приемщик или мастер с обязательным участием лаборанта. Лаборант осматривает автомолцистерну, отбирает пробу молока для определения качества (физико-химические, микробиологические и органолептические показатели).

**Очистка молока.** Очистить молоко от механических примесей,

содержащих скопления различных микроорганизмов, можно фильтрованием и центрифугированием. Применяют фильтры различных конструкций: пластинчатые, дисковые, цилиндрические.

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

Более совершенна центробежная очистка в сепараторах–молокоочистителях или сепараторах–нормализаторах–очистителях, основанная на разности плотностей частиц плазмы молока и посторонних примесей. Посторонние примеси, обладая большей плотностью, чем плазма, отбрасываются к стенке барабана и оседают на ней в виде слизи, которая содержит грязевой, белковый и бактериальный слой, соответственно темно-серого, белого и розовато-коричневого цвета. Температура процесса 35–45 °С. Продолжительность непрерывной работы молокоочистителя 3–4 ч (для непрерывности процесса ставят два очистителя) и 10 ч – для молокоочистителя с пульсирующей выгрузкой осадка (автоматически). Центробежная очистка значительно снижает бактериальную загрязненность молока, но соматические клетки при этом не удаляются.

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

**Охлаждение и хранение молока.** Эти операции проводят сразу же после очистки молока. Молоко является хорошей средой для молочнокислых, колиформных, маслянокислых, пропионовокислых и гнилостных бактерий, которые попадают в него с вымени животного, рук человека, посуды, оборудования и др. Для роста и развития микроорганизмов оптимальной является температура 25–40 °С и рН среды 6,8–7,4. Рост и развитие молочнокислых бактерий, вызывающих сквашивание молока, приостанавливается при температуре около 10 °С и прекращается при 2–4 °С. Таким образом, температура охлаждения является основным параметром, определяющим бактериальную обсемененность и кислотность молока.

Молоко охлаждают открытым или закрытым способом с применением

различного технологического оборудования: емкости различной вместимости, оросительные и пластинчатые аппараты. В качестве хладоносителей применяют холодную воду, ледяную воду, рассол.

Свежевыдоенное молоко обладает бактерицидными свойствами. Для их сохранения его после дойки охлаждают до температуры не выше 10 °С. Продолжительность хранения охлажденного молока до отправки на завод не должна превышать 20 ч, т. к. дальнейшее его хранение приводит к отрицательному изменению состава и ухудшению качества.

Охлаждение молока до температуры выше точки замерзания не изменяет его состав, а замораживание приводит к определенному изменению структуры жировой фракции, поэтому температура молока не должна превышать 6 °С.

**Механическая обработка молока** заключается в механическом воздействии на него с целью разделения на фракции (сливки и обезжиренное молоко), повышения гомогенности и однородности жировой фазы до и после разделения, а также в подготовке для получения одинакового соотношения массовой доли жира и сухих веществ в сырье и готовом продукте. Основные технологические операции механической обработки - сепарирование, нормализация и гомогенизация молока.

**Сепарирование** – это процесс разделения продукта на фракции с различной плотностью во вращающемся сепарирующем устройстве – барабане. В молочной промышленности сепарирование используют для разделения молока на сливки и обезжиренное молоко в сепараторах-сливкоотделителях (рисунок 1.2).

Процесс выделения жировой фракции из молока в сепараторах-сливкоотделителях основан на использовании центробежной силы и может быть описан законом Стокса (формула (1.1)):

$$v = 8,77 R n^2 r^2 (\rho_1 - \rho_2) / \mu , \quad (1.1)$$

где  $v$  – скорость выделения жировых шариков, см/с;  $R$  – средний радиус рабочей части тарелки сепаратора, см;  $n$  – частота вращения барабана сепаратора  $c^{-1}$ ;  $r$  – радиус жировых шариков, см;  $\rho_1$  – плотность плазмы молока,  $кг/м^3$ ;  $\rho_2$  – плотность молочного жира,  $кг/м^3$ ;  $\mu$  – динамическая вязкость молока,  $Па \cdot с$ .

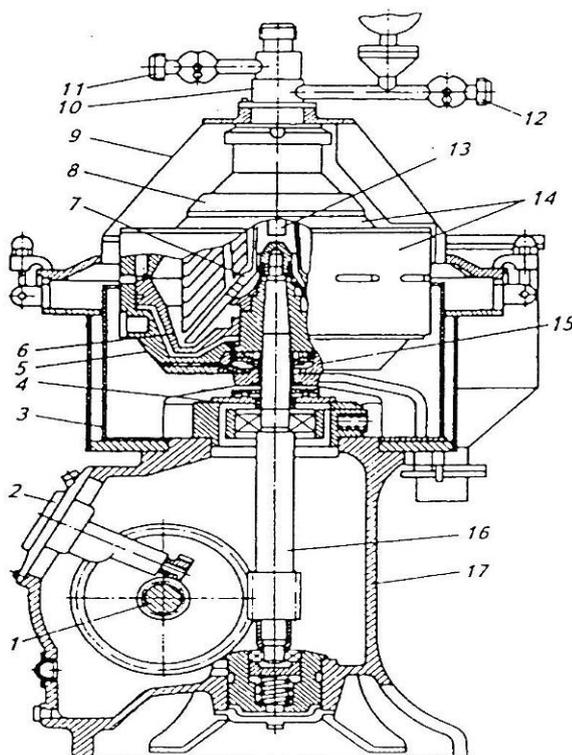


Рисунок 1.2 – Сепаратор-сливкоотделитель А1-ОЦР-5 с центробежной периодической выгрузкой осадка:

1 – горизонтальный вал; 2 – тахометр; 3 – приёмник осадка; 4 – верхняя горловая опора; 5 – основание; 6 – поршень; 7 – тарелкодержатель; 8 – крышка барабана; 9 – крышка сепаратора; 10 – приёмно-отводящее устройство; 11 – линия отвода сливок; 12 – линия отвода обезжиренного молока; 13 – питающая трубка; 14 – барабан; 15 – гидроузел; 16 – вертикальный вал; 17 – станина

Из формулы следует, что скорость выделения жировых шариков из молока прямо пропорциональна их размерам, частоте вращения барабана и его габаритам и обратно пропорциональна вязкости молока, которая в свою очередь зависит от температуры. Оптимальная температура сепарирования 35–45 °С, вязкость при этом снижается почти в 2 раза. Однако еще более высокие температуры приводят к вспениванию сливок и обезжиренного молока, увеличению содержания жира в обезжиренном молоке (дробятся жировые шарики). Сепарировать можно также холодное молоко (3–4 °С и даже 1 °С), при этом снижают производительность сепаратора в 2–3 раза; массовая доля жира в обезжиренном молоке 0,04 и 0,06 %. Сливки, полученные при холодном сепарировании, имеют более высокое содержание жира и повышенную вязкость. Скорость выделения жировых шариков в значительной степени зависит от их размеров. При сепарировании можно выделить жировые шарики размером не менее 0,8–1 мкм, с повышением температуры их размеры увеличиваются; мелкие жировые шарики сливаются, в результате чего улучшается обезжиривание. Их плотность зависит от размера: плотность крупных жировых шариков значительно меньше плотности плазмы, а у мелких жировых шариков – приближается к плотности плазмы, и их невозможно

выделить из плазмы. В связи с этим молоко, направляемое на сепарирование, нельзя подвергать сильному тепловому и механическому воздействию: перекачивание его насосами, высокотемпературная обработка перед сепарированием, длительное хранение, повышенная кислотность приводят к нарушению дисперсности жировых шариков, что ведет к сверхнормативному отходу жира в обезжиренное молоко.

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

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

На качество сепарирования влияют также механические примеси и, следовательно, бактериальная обсемененность. При сепарировании загрязненного молока механические примеси и частицы белка отбрасываются к стенкам барабана и отлагаются в виде сепараторной слизи. Заполнив грязевое пространство, слизь начинает откладываться и на тарелках, что ведет к нарушению движения молока в барабане и, следовательно, к ухудшению обезжиривания, поэтому при сепарировании загрязненного молока чаще моют барабан (через 1,0–1,5 ч).

О результатах сепарирования судят по степени обезжиривания и максимальной величине жировых шариков в обезжиренном молоке. Технологический КПД сепаратора, или эффективность сепарирования определяют по формуле (1.2):

$$\eta_{\text{сеп}} = \frac{100 (M_{\text{м}} \text{Ж}_{\text{м}} - M_{\text{о}} \text{Ж}_{\text{о}})}{M_{\text{м}} \text{Ж}_{\text{м}}}, \quad (1.2)$$

где  $M_{\text{м}}$ ,  $M_{\text{о}}$  – масса цельного и обезжиренного молока, соответственно, кг;  $\text{Ж}_{\text{м}}$ ,  $\text{Ж}_{\text{о}}$  – массовая доля жира в цельном и обезжиренном молоке, соответственно, %.

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

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

Разделение молока на сливки и обезжиренное молоко происходит следующим образом. Молоко поступает в центральную трубку барабана. Через

отверстия в трубке оно попадает в каналы тарелкодержателя, а затем в канал, образованный отверстиями в тарелках, и движется вверх. По мере подъема молоко растекается между тарелками, где происходит разделение. При этом жировые шарики как более легкие перемещаются к центру, а обезжиренное молоко как более тяжелая фракция устремляется к периферии в грязевое пространство. В зазоре между тарелками частицы с разной плотностью движутся в разных направлениях (рисунок 1.3): жировые шарики движутся вместе с потоком молока вниз, а затем оседают на нижней тарелке и направляются по ее поверхности к оси вращения.

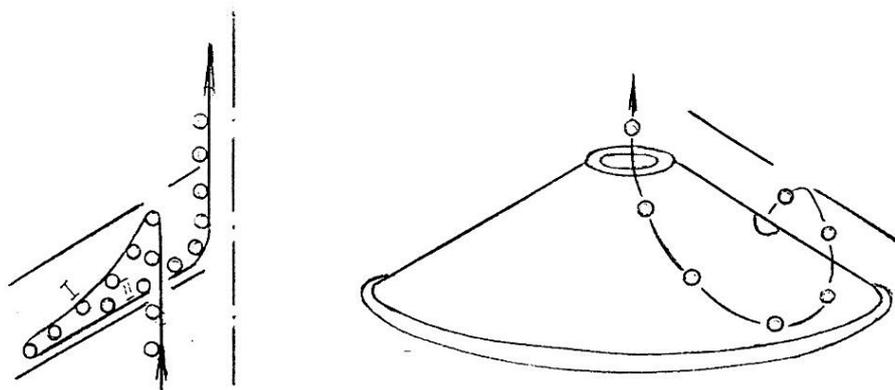


Рисунок 1.3 – Траектория движения жирового шарика в межтарелочном пространстве барабана сепаратора

I стадия – проникновение жировых шариков через толщу плазмы и осаждение его на верхней поверхности тарелки.

II стадия – перемещение жировых шариков по наружной поверхности тарелки от периферии к центру.

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

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

Жирность сливок в сепараторах открытого типа регулируется специальным винтом, установленным на их выходе. При ввинчивании винта ближе к оси получают сливки большей жирности. При вывинчивании винт

удаляется от центральной трубки, тогда через отверстие регулировочного винта будет выходить больше сливок, и они будут меньшей жирности.

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

**Нормализация молока** проводится с целью регулирования массовой доли жира и сухих веществ до значений, соответствующих стандартам и техническим условиям. При нормализации молока по массовой доле жира к исходному цельному молоку при тщательном перемешивании добавляют рассчитанное количество обезжиренного молока или сливок (нормализация путем смешивания) или же от исходного молока отбирают часть сливок или обезжиренного молока путем сепарирования (нормализация в потоке). Возможные варианты нормализации представлены на рисунке 1.4.

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

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

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

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

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

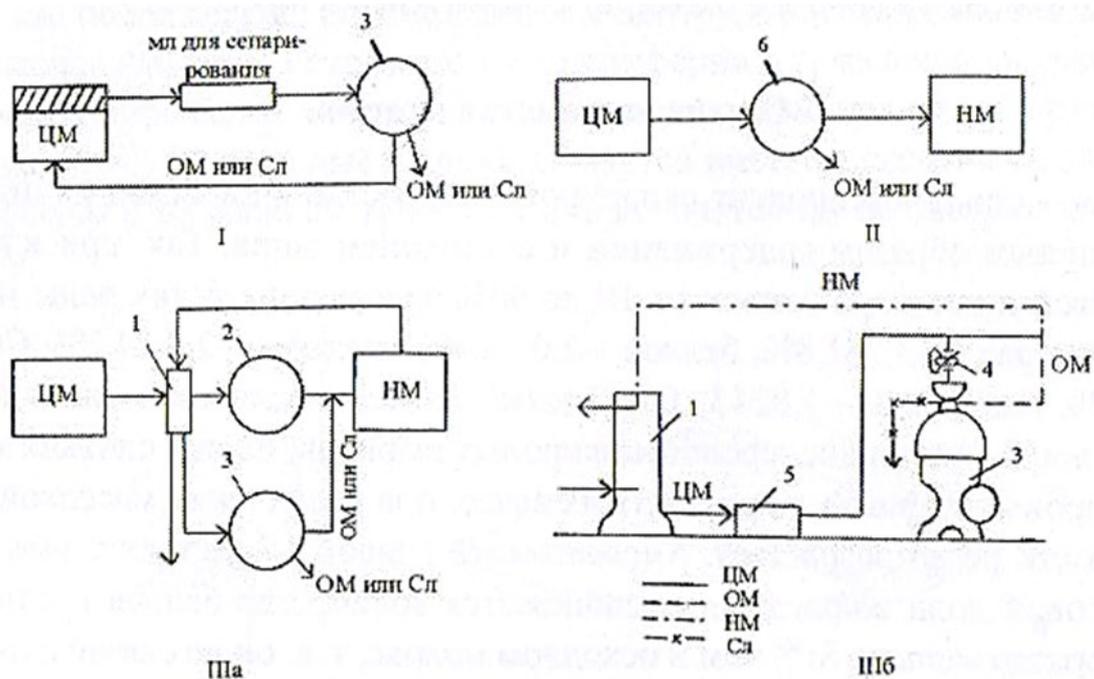


Рисунок 1.4 – Варианты нормализации молока по массовой доле жира:

I – путём сепарирования части молока; II – в потоке с использованием сепаратора-нормализатора; III – в потоке с использованием сепаратора-сливкоотделителя (а – до пастеризации, б – после пастеризации): 1 – пластинчатый аппарат; 2 – сепаратор-молокоочиститель; 3 – сепаратор-сливкоотделитель; 4 – кран; 5 – выдерживатель; 6 – сепаратор-нормализатор

Точность регулирования содержания жира в нормализованном молоке зависит от конструкции аппарата. В некоторых сепараторах-нормализаторах и универсальных сепараторах можно регулировать жирность нормализованного молока с точностью до 0,05 %. Расчеты при нормализации основаны на уравнении материального и жирового баланса.

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

Скорость всплывания жировых шариков на поверхность определяется формулой (1.3) Стокса:

$$v = \frac{2}{9} g r_2 \frac{\rho_1 - \rho_2}{\mu}, \quad (1.3)$$

где  $g$  – ускорение силы тяжести,  $\text{м/с}^2$ ;  $r$  – радиус жировых шариков,  $\text{м}$ ;  $\rho_1$  и  $\rho_2$  – соответственно плотность плазмы молока и молочного жира,  $\text{кг/м}^3$ ;  $\mu$  – динамическая вязкость молока,  $\text{Па}\cdot\text{с}$ .

То есть, скорость всплывания жировых шариков зависит от их размеров и вязкости молока при постоянных  $g$ ,  $\rho_1$  и  $\rho_2$ . Для уменьшения этой скорости и,

следовательно, для снижения отстаивания сливок необходимо уменьшить размеры жировых шариков и повысить вязкость молока. Этого можно достичь в процессе гомогенизации (гомогенный – однородный), сущность которой заключается в дроблении (диспергировании) жировых шариков путем воздействия на молоко значительных внешних усилий, вызываемых перепадом давлений, ультразвуковой или высокочастотной обработкой. В процессе гомогенизации уменьшается их размер с 2–4 мкм (в среднем) в свежем молоке до 1 мкм, несколько повышается вязкость, тем самым снижается возможность отстоя сливок при хранении (в гомогенизированном молоке практически нет отстоя сливок). В результате образуются однородные по величине шарики диаметром около 1 мкм (рисунок 1.5). Степень их диспергирования зависит от температуры, давления гомогенизации, содержания жира и других факторов.

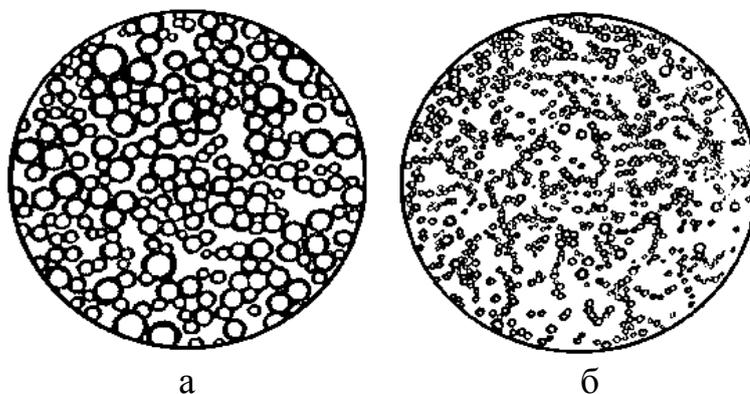


Рисунок 1.5 – Жировые шарики под микроскопом:  
а – негомогенизированное молоко; б – гомогенизированное молоко

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

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

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

В настоящее время нет достаточно обоснованного объяснения механизма дробления жировых шариков. Н. В. Барановский предложил гипотезу для клапанного гомогенизатора (рисунок 1.6) [17, с. 107].

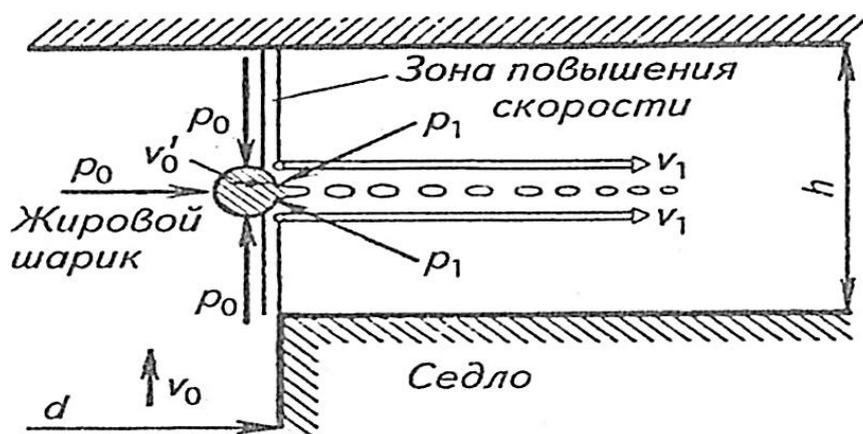


Рисунок 1.6 – Механизм дробления жирового шарика в клапанном гомогенизаторе

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

Эффективность гомогенизации зависит, прежде всего, от скорости потока  $V_1$  при проходе молока в клапанную щель, следовательно, от давления гомогенизации. Давление гомогенизации для получения требуемой степени дисперсности жировых шариков можно ориентировочно посчитать по формуле (1.4), предложенной Барановским:

$$d_{cp} = 3,8 \sqrt{P}, \quad (1.4)$$

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

Обычно гомогенизаторы работают при давлении 10–20 МПа, производительность их 5000–50000 л/ч. Эффективность гомогенизации зависит также от температуры. Ее проводят при температуре не ниже 50–65 °С, т. к. жир в этом случае полностью находится в жидком состоянии, и процесс проходит эффективно. С увеличением температуры гомогенизации ее

эффективность увеличивается, однако чрезмерно высокие температуры могут привести к образованию осадка белков в гомогенизаторе и его коррозии.

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

С повышением содержания жира и сухих веществ температура гомогенизации должна быть выше, т. к. повышается вязкость. С увеличением в продукте массовой доли жира давление гомогенизации необходимо уменьшить, иначе может произойти дестабилизация молочного жира. В связи с этим молоко гомогенизируют при давлении  $15 \pm 2,5$  МПа, а сливки с массовой долей жира 35 % – при давлении 5,0–7,5 МПа.

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

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

**Микрофильтрация** позволяет фракционировать белки по молекулярной массе – низкомолекулярные белки проходят через мембрану, а высокомолекулярные остаются в ретентате (рисунок 1.7). Рабочее давление процесса – менее  $10^5$  Па. Размер пор мембраны –  $10^{-1}$ –10 мкм.



Рисунок 1.7 – Принцип разделения молекул при микрофильтрации

**Ультрафильтрация** – это процесс молекулярной фильтрации через мембрану, имеющую настолько мелкие поры, что через них не проходят высокомолекулярные вещества ( $MM > 2000$ ). Например, при ультрафильтрации сыворотки можно получить белковый концентрат, не содержащий или почти не содержащий лактозы, солей, кислот и др. (рисунок 1.8). Рабочее давление процесса  $(2-15) \cdot 10^5$  Па, размер пор мембраны –  $10^{-2}-10^{-1}$  мкм.

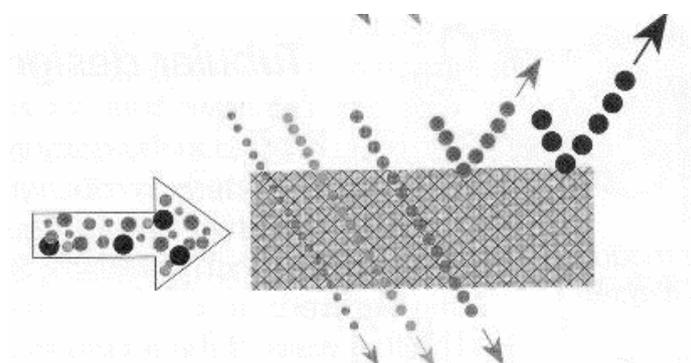


Рисунок 1.8 – Принцип разделения молекул при ультрафильтрации

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

**Нанофильтрация** – частичное обессоливание, когда часть солей (низкомолекулярных) проходит через мембрану, а часть остается в ретентате (рисунок 1.9). Рабочее давление процесса  $(2-4) \cdot 10^6$  Па, размер пор мембраны –  $10^{-3}-10^{-2}$  мкм.

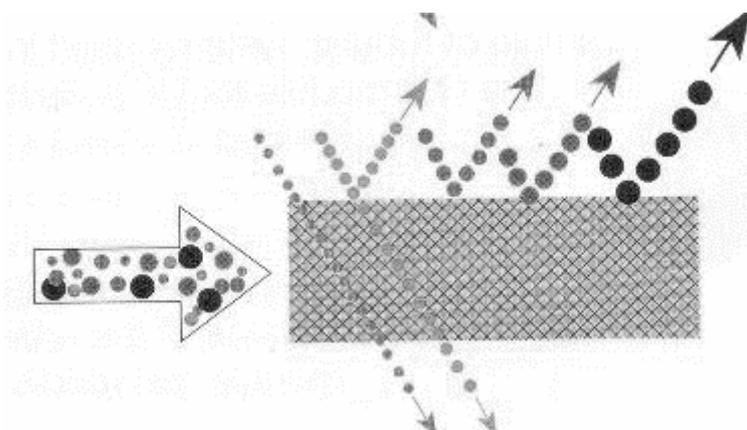


Рисунок 1.9 – Принцип разделения молекул при нанофильтрации

Процесс **обратного осмоса**, или **гиперфильтрации** также относится к молекулярной фильтрации, но через мембрану, имеющую очень мелкие поры, не проходят и низкомолекулярные вещества (рисунок 1.10). Рабочее давление процесса – до  $10^7$  Па. Поры мембраны имеют размеры в пределах  $10^{-4}$ – $10^{-3}$  мкм.

Обратный осмос позволяет осуществлять полную концентрацию раствора, т. к. мембраны пропускают только воду, а при ультрафильтрации происходит одновременно концентрирование и фракционирование жидкости по величине и структуре молекул, причем при концентрировании обратным осмосом полностью сохраняются нативные свойства продукта, в отличие от выпаривания. Обратный осмос применяют самостоятельно и в сочетании с ультрафильтрацией.

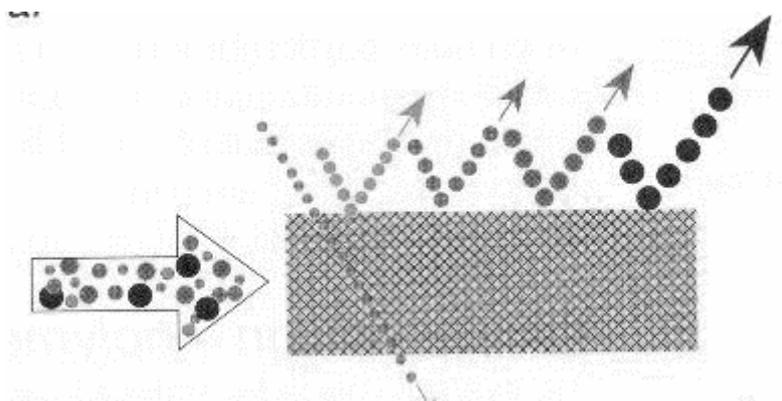


Рисунок 1.10 – Принцип разделения молекул при гиперфильтрации

Полупроницаемые мембраны изготавливают на основе ацетатов целлюлозы, целлофана, нейлона, полиакрилонитрата, полиамида и др. Ядерные фильтры получают обработкой полимера пучком ионов, которые как микроиглы пронизывают его, оставляя треки. В процессе работы происходит частичная закупорка капилляров и необратимое уплотнение мембран, их

гидролиз. Средний срок службы мембран около 1 года. Не решена проблема их очистки.

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

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

Мембраны второго поколения готовят из тефлона, они выдерживают температуру до 150 °С, хорошо моются.

В промышленности применяют главным образом четыре типа аппаратов, отличающихся формой фильтрующей поверхности:

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

**Электродиализ** – это перенос ионов из одного раствора в другой через ионоселективные мембраны под действием электрического поля, создаваемого между электродами, погруженными в продукт и расположенными по обе стороны мембраны (рисунок 1.11).

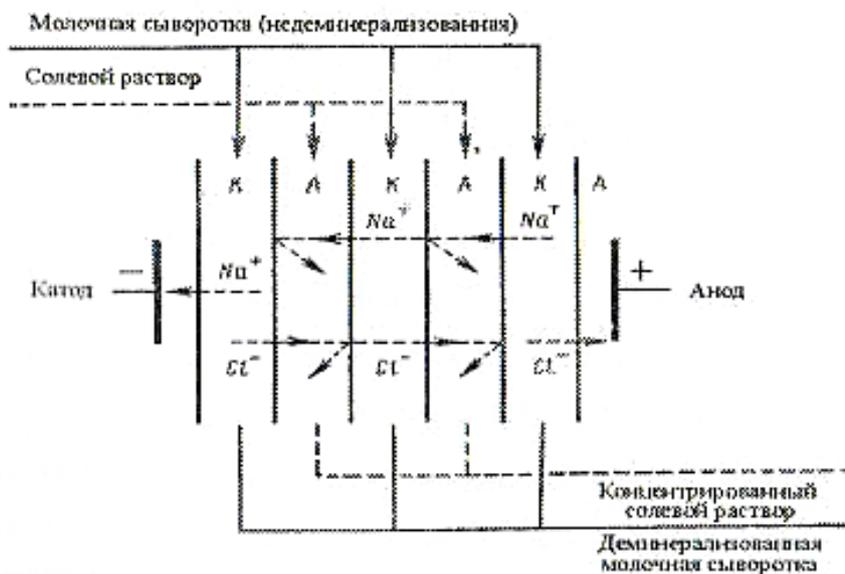


Рисунок 1.11 – Принцип разделения заряженных частиц при электродиализе

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

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

В молочной промышленности ультрафильтрация и обратный осмос применяют как по отдельности, так и в совокупности, когда обратным осмосом концентрируют фильтрат, полученный ультрафильтрацией. Ультрафильтрацию используют в производстве сыра, творога, белкового концентрата, обогащенного белком молока, мороженого, йогурта и др. Например, при выработке мягких сыров и сыров без созревания ультрафильтрация повышает концентрацию белка до 15–18 %, полностью удерживаются сывороточные белки в сгустке, что на 20 % повышает выход сыра и снижает расход сычужного фермента (на 80 %).

Наиболее широко ультрафильтрация применяется при обработке молочной сыворотки для выделения белков, при этом значительно уменьшается загрязнение окружающей среды отходами молочной промышленности.

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

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

Таким образом, основными достоинствами мембранных методов обработки молока являются:

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

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

**Ионообменная хроматография** используется для деминерализации молочной сыворотки. Принцип этого метода основан на обмене подвижных ионов стационарной фазы и одноименно заряженных ионов из протекающего раствора (рисунок 1.12).

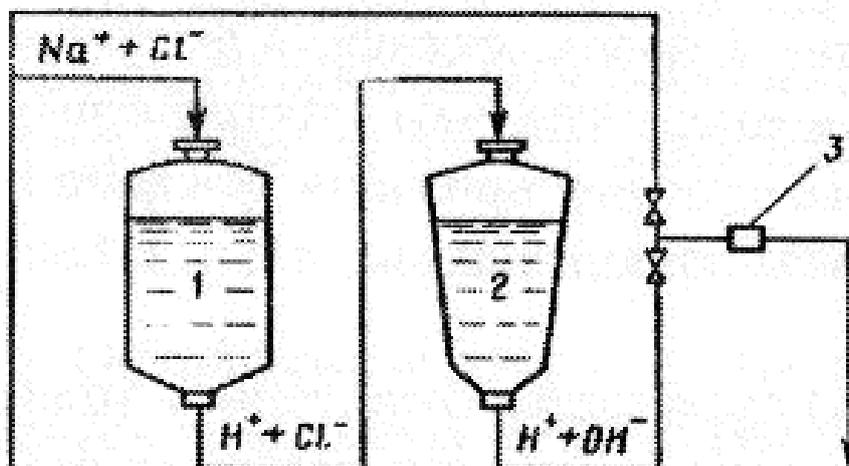


Рисунок 1.12 – Схема ионообменной установки для деминерализации молочной сыворотки:  
1 – катионит, 2 – анионит, 3 – кран для выпуска деминерализованной сыворотки

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

**Тепловая обработка молока** - одна из основных и необходимых технологических операций переработки, проводимых с целью обеззараживания. Эффективность тепловой обработки связана с термоустойчивостью молока, обусловливаемой его белковым, солевым составом и кислотностью, которые, в свою очередь, зависят от времени года, периода лактации, физического состояния и породы животных, режимов и рациона кормления и др.

При тепловой обработке молоко и молочные продукты претерпевают сложные изменения биохимических и физико-химических свойств, а также видоизменения составных частей молока.

Цель тепловой обработки:

- снижение общего количества микроорганизмов и уничтожение патогенных форм;
- инаktivация (разрушение) ферментов молока для повышения стойкости при длительном хранении;
- обеспечение специфических вкуса, запаха, цвета и консистенции;
- создание благоприятных температурных условий для проведения заквашивания, выпаривания, хранения, а также процессов механической обработки и др.

Тепловая обработка молока представляет собой комбинацию режимов воздействия температуры (нагрева или охлаждения) и продолжительности выдержки при этой температуре.

В молочной отрасли тепловая обработка проводится при температуре до 100 и свыше 100 °С. При нагревании до 100 °С в молоке погибают только вегетативные формы, а при температуре более 100 °С – вегетативные и споровые формы.

Основными процессами тепловой обработки молока являются пастеризация и стерилизация. Кроме того, при тепловой обработке молоко подвергают охлаждению, подогреву (нагреву), термовакуумной обработке.

Нагревание (подогрев) не играет основной роли, а чаще всего выполняет вспомогательную (подготовительную) функцию в процессе переработки молока. Подогрев молока применяют перед сепарированием, гомогенизацией, а также в производстве различных молочных продуктов

**Пастеризация молока.** Основная цель пастеризации - уничтожение вегетативных форм микроорганизмов, находящихся в молоке (возбудителей кишечных заболеваний, бруцеллеза, туберкулеза, ящура и др.), сохраняя при этом его биологическую, питательную ценность и качество.

Эффективность действия пастеризации зависит от двух основных параметров: температуры, до которой нагревают молоко, и выдержки его при данной температуре. В зависимости от этого различают пастеризацию молока с выдержкой и без выдержки. Продолжительность выдержки уменьшается с повышением температуры пастеризации.

Пастеризуемое молоко должно быть предварительно очищено на фильтрах или сепараторах–молокоочистителях и иметь кислотность не более 21 °Т, так как при большей кислотности белки молока при нагревании свертываются, и их часть осаждается на теплопередающей поверхности аппаратов, образуя слой пригара. В молоке с высокой начальной бактериальной обсемененностью и после пастеризации остается большое количество микроорганизмов. Обсемененность молока перед пастеризацией должна быть не более  $10^6$  клеток в  $1\text{ см}^3$ . Наличие пены в молоке также отрицательно влияет на эффективность пастеризации.

В молочной отрасли применяют следующие виды пастеризации:

- длительную пастеризацию при температуре 74–78 °С с выдержкой 30 мин, при температуре 90–99 °С с выдержкой от 2–15 мин до 5 ч;
- кратковременную пастеризацию при температуре 80, 85–87 или 90–95 °С без выдержки;
- высокотемпературную пастеризацию при температуре 105–107 °С без выдержки.

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

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

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

Для длительной пастеризации используют емкости периодического действия, а для кратковременной и моментальной пастеризации – пластинчатые, трубчатые и другие пастеризационные аппараты.

Пастеризация проводится при температурах ниже точки кипения молока (от 65 до 95 °С). При этом уничтожаются вегетативные формы микроорганизмов, в т. ч. патогенные. Основным критерием надежности пастеризации является такой режим, при котором обеспечивается гибель наиболее стойкого из патогенных микроорганизмов – туберкулезной палочки (бычий тип, наиболее опасный для человека и в особенности для детей). Косвенным показателем эффективности пастеризации является разрушение в молоке фермента фосфатазы, который разрушается при более высокой температуре, чем туберкулезная палочка, поэтому считают, что если в молоке при пастеризации фосфатаза разрушилась, то уничтожены и болезнетворные микроорганизмы, в т. ч. туберкулезная палочка.

Эффективность пастеризации (в процентах) выражается отношением количества уничтоженных клеток к содержанию бактерий в исходном сыром молоке. Она обусловлена степенью гибели патогенной микрофлоры и влияет на выбор режима и способа пастеризации. Эффект пастеризации зависит от температуры и продолжительности тепловой обработки, взаимосвязь которых установлена в виде уравнения (1.5):

$$\ln z = 36,84 - 0,48 t, \quad (1.5)$$

где 36,84 и 0,48 – постоянные величины.

**Стерилизация молока.** Тепловую обработку молока при температуре более 100 °С с последующей его выдержкой при этой температуре называют стерилизацией.

Зависимость температуры стерилизации от продолжительности ее воздействия имеет тот же характер, что и при пастеризации. При стерилизации молока уничтожаются как вегетативные, так и споровые формы микроорганизмов. Кроме этого, стерилизованные продукты приобретают определенную стойкость при хранении. Недостатком стерилизованного молока является то, что его пищевая и биологическая ценность ниже, чем пастеризованного, в результате влияния высокой температуры, особенно при продолжительном воздействии. Стерилизацию применяют при производстве питьевого молока, сливок и сгущенных стерилизованных молочных консервов.

Термоустойчивость применяемого сырья по алкогольной пробе должна быть не ниже III группы. С целью повышения термоустойчивости молока допускается применять соли-стабилизаторы: калий лимоннокислый одноводный; калий фосфорнокислый двузамещенный; калий фосфорнокислый двузамещенный пищевой; натрий лимоннокислый 5,5-водный; натрий фосфорнокислый двузамещенный и другие, разрешенные к применению.

В молочной отрасли применяют два вида стерилизации:

- длительную в таре при температуре 103–125 °С и выдержке 15–20 мин в аппаратах периодического, полунепрерывного и непрерывного действия;
- кратковременную в потоке при температуре 135–150 °С с выдержкой 2–4 с и асептическим розливом в пакеты.

Стерилизация молока в таре бывает одно- и двухступенчатая. При одноступенчатой стерилизации очищенное, нормализованное по жиру и подогретое до 70–75 °С молоко гомогенизируют и разливают в стеклянные бутылки с металлическими крышками и прокладками из кронен-корки, а затем стерилизуют при температуре 110–120 °С в аппаратах периодического действия (автоклавах) с выдержкой при этой температуре в течение 15–25 мин.

Двухступенчатый способ обработки предусматривает стерилизацию молока дважды: предварительно перед розливом и окончательно после розлива. Предварительная стерилизация молока осуществляется в потоке при температуре до 135±2 °С и выдержке 20 с. После этого молоко охлаждают до 35–40 °С, резервируют и разливают в бутылки и стерилизуют в аппаратах непрерывного действия (гидростатических стерилизаторах) при температуре 115–120 °С с выдержкой 15–20 мин.

Стерилизованное молоко после двухступенчатой обработки более стойкое, чем после одноступенчатой, однако оно имеет более повышенную вязкость и пониженное содержание витаминов, чем после одноступенчатой стерилизации.

Стерилизация молока в потоке осуществляется путем его нагрева в аппаратах с последующим розливом в асептических условиях в стерильную тару (пакеты из полимерного материала). Пищевая ценность молока после стерилизации в потоке (кратковременной) выше, чем после стерилизации в таре (длительной).

При соблюдении режимов стерилизации молоко после обработки имеет привкус кипячения и ореховый оттенок вкуса, обусловленный образованием сульфгидрильных групп, которые являются антиокислителями и препятствуют окислению и прогорканию молочного жира. Цвет белый или слегка кремовый. По консистенции стерилизованное молоко представляет собой однородную жидкость без наличия хлопьев белка. Допускается незначительный отстой сливок, который растворяется при встряхивании.

Стерилизующий эффект  $E_c$  определяется по разности десятичных логарифмов первоначальной и конечной концентрации спор (обычно наиболее термостойких *Bac. subtilis*) по формуле (1.6):

$$E_c = \lg C_n - \lg C_k. \quad (1.6)$$

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

**Термовакuumная обработка молока.** Основная цель этой обработки - удаление из молока и молочных продуктов посторонних, не свойственных им запахов и привкусов. Физическая сущность ее заключается в том, что молоко, нагретое до определенной температуры, поступает в вакуумную камеру установки, в которой поддерживается давление ниже, чем давление, соответствующее температуре вскипания продукта. Температура продукта, поступающего в вакуумную камеру, обычно на 1-2 °С выше, чем температура его вскипания, соответствующая давлению в вакуумной камере. За счет разности температур в вакуумной камере установки продукт вскипает, и из него удаляется часть влаги вместе с посторонними запахами.

Термовакuumную обработку применяют в основном при производстве питьевого молока, сливок, молочных консервов. Для ее проведения применяют вакуум-деаэраторы и вакуум-дезодорационные установки.

**Розлив, фасование и упаковывание** – заключительные технологические процессы переработки молока. Основной их задачей является сохранение качества, обеспечение санитарной безопасности и современного товарного вида готовых молочных продуктов, упакованных в удобную для потребителя, а также хранения и транспортирования тару.

Все молочные продукты по своим физико-механическим свойствам можно разделить на три основные группы:

– жидкие (питьевое молоко и сливки, кисломолочные продукты, напитки и др.);

- вязкие и вязкопластичные (кисломолочные продукты, творог и творожные изделия, сгущенные продукты и др.);
- сыпучие (сухие молочные продукты).

Процессы розлива, фасования и упаковывания определяются физико-механическими свойствами продукта, а также видом используемой тары. При проведении этих процессов продукт последовательно дозируют в тару и упаковывают. На розлив, фасование и упаковывание поступают технологически обработанные и доведенные до готовности к употреблению охлажденные молочные продукты и подготовленная тара. При выработке кисломолочных продуктов термостатным способом розлив осуществляется перед направлением их в термостатную камеру.

Молочные продукты дозируют в основном объемным способом. Жидкие молочные продукты дозируют в обычных и асептических условиях (в стерильных условиях разливают в пакеты, которые формируются и стерилизуются внутри машины). Это обеспечивает целостность и стерильность всей замкнутой системы.

Упаковывание молочных продуктов заключается в последовательном выполнении операций по обработке тары и упаковочного материала до и после дозирования. Их упаковывают в два вида тары: потребительскую и транспортную.

Для изготовления тары в настоящее время широко применяют полимерные материалы. В полимерную тару упаковывают практически все виды молочных продуктов, в металлическую – вязкие, вязкопластичные и преимущественно сгущенные молочные консервы. В кашированную фольгу, бумагу упаковывают творог, творожные изделия и масло. Упаковочные материалы и тара для молока и молочных продуктов должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение понятию «молоко».
2. Охарактеризуйте белки молока, их содержание и свойства.
3. Каков жирнокислотный состав и свойства молочного жира?
4. Каковы условия получения доброкачественного молока на ферме?
5. Что такое бактерицидная фаза молока, каковы способы ее продления?
6. Что понимают под механической обработкой молока?
7. С какой целью проводится нормализация молока и молочного сырья?

Что такое сепарирование?

8. Какие виды тепловой обработки применяются в молочной промышленности?
9. Что такое пастеризация молока и каковы ее цели?

## 2 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИТЬЕВОГО МОЛОКА И СЛИВОК

Питьевое молоко – молоко цельное, обезжиренное, нормализованное, обогащенное – молочный продукт с массовой долей молочного жира менее 10 %, подвергнутый термической обработке, как минимум пастеризации, без добавления сухих молочных продуктов и воды, расфасованный в потребительскую тару.

Молоко питьевое классифицируют следующим образом:

а) в зависимости от молочного сырья изготавливают из:

- цельного молока;
- нормализованного молока;
- обезжиренного молока;

б) в зависимости от режима термической обработки подразделяют на:

- пастеризованное;
- топленое;
- стерилизованное;
- ультрапастеризованное.

### 2.1 Технология производства пастеризованного молока

**Приемка и подготовка сырья.** Молоко и другое сырье принимается по количеству и качеству.

**Требования к сырью.** Для изготовления пастеризованного и топленого продукта применяют:

- молоко коровье сырое;
- молоко обезжиренное;
- сливки–сырье;
- пахту, полученную при производстве сладкосливочного масла.

Технологическая схема производства пастеризованного молока приведена на рисунке 2.1.

Молоко центробежным насосом перекачивается из молочных цистерн в емкости для хранения через весы, счетчик или по объему. После определения массы молока его охлаждают на пластинчатых охладителях и хранят в емкостях, где можно производить нормализацию.

**Нормализация.** Нормализацию осуществляют по массовой доле жира путем смешивания цельного молока с рассчитанной массой обезжиренного молока или сливок, а также по массовой доле СОМО – путем добавления сухого или сгущенного молока (при выработке белкового молока). При этом нормализацию всех видов молока (кроме топлёного) производят так, чтобы массовая доля жира в нормализованной смеси была равна массовой доле жира в

готовом продукте. При выработке топлёного молока составляют смеси с массовой долей жира на 0,15 % меньше жирности готового продукта, так как при топлении она увеличивается и достигает стандарта.

При наличии на предприятии сепаратора–нормализатора молоко нормализуют на этом оборудовании, при этом одновременно происходит его очистка от механических примесей.

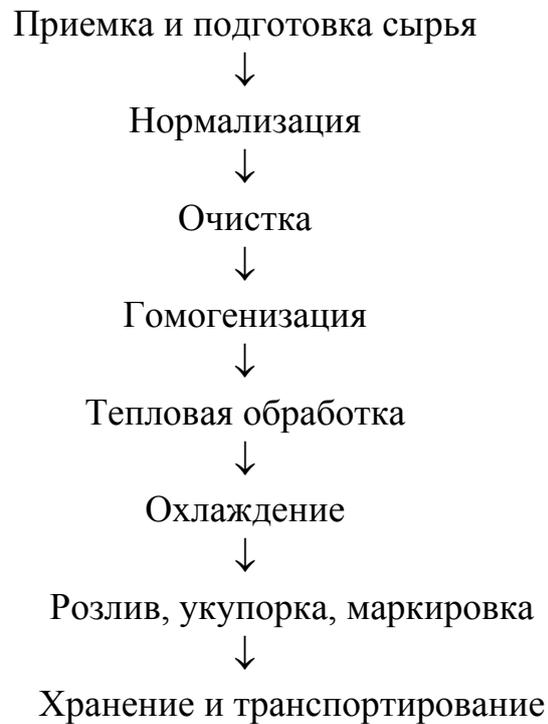


Рисунок 2.1 – Схема производства пастеризованного молока

**Очистка.** После нормализации смешением смесь, подогретая в секции регенерации пастеризационно-охладительной установки до 40–45 °С, очищается на центробежном молокоочистителе.

**Гомогенизация.** Очищенное молоко гомогенизируется при давлении  $12,5 \pm 2,5$  Мпа и температуре 60–52 °С, либо производится отдельная гомогенизация с последующим смешиванием в потоке обезжиренного молока с гомогенизированными сливками.

**Пастеризация.** Гомогенизированное молоко пастеризуют на пастеризационно-охладительной установке для молока при температуре  $76 \pm 2$  °С с выдержкой 15–20 с.

**Охлаждение.** Пастеризованное молоко охлаждают до температуры 4–6 °С в регенеративной, водяной и рассольной секциях пастеризационно-охладительной установки и направляют на промежуточное хранение перед розливом.

**Розлив, укупорка, маркировка.** Охлажденное молоко после хранения в течение не более 6 ч разливается в потребительскую и транспортную тару.

Разливают молоко в полимерные бутылки и пакеты, которые герметизируют и вставляют в картонные или пластмассовые ящики. Использование полимерных материалов дает ряд преимуществ: исключается процесс мойки, сокращаются площадь и численность обслуживающего персонала, расход энергии, воды, моющих средств, улучшаются санитарные условия производства.

**Топленое молоко.** Это питьевое молоко, подвергнутое термической обработке при температуре от 85 до 99 °С с выдержкой не менее 3 ч до достижения специфических органолептических свойств.

Технологический процесс его производства состоит из тех же операций, что и пастеризованного. Дополнительной является операция топления. Нормализованное молоко подогревают до 70–85 °С в пастеризационно-охладительной установке и гомогенизируют. После гомогенизации его подогревают до 95–99 °С. Для этого применяют трубчатые пастеризаторы или другие теплообменные аппараты (например, ванны пастеризационные, универсальные емкости и др.), обеспечивающие нагрев до 95–99 °С.

Топление молока проводится до получения кремового оттенка. Для молока с массовой долей жира 4 и 6 % продолжительность топления составляет 3–4 ч, для нежирного с массовой долей жира 1 % – 4–5 ч. При топлении часть влаги выпаривается, и жирность молока повышается. Молоко рекомендуется перемешивать каждый час в течение 2–3 мин, чтобы предотвратить образование на поверхности слоя жира и белка. После топления его охлаждают, разливают и упаковывают.

#### **Пороки готовой продукции пастеризованного, топленого молока:**

- Брожение молока – возбудителями порока могут быть дрожжи и кишечная палочка, в пастеризованном молоке – маслянокислые бактерии;
- Горький вкус – может появиться при хранении: его вызывают споровые палочки группы гнилостных бактерий. Появляется при обилии поедании животными полыни, лютика и других растений с горьким вкусом;
- Прогорклый вкус – возникает в результате разложения жира с образованием масляной кислоты, альдегидов, кетонов и других веществ. Вызывается микроорганизмами, вырабатывающими фермент липазу;
- Соленое молоко – получают от больных маститом и стародойных коров;
- Тягучее молоко – возникает при нарастании кислотности; вызывается некоторыми молочнокислыми стрептококками и палочками, обладающими

способностью образовывать слизь при сквашивании молока с образованием тягучего сгустка;

– Преждевременное окисление – если молоко нормальной или повышенной кислотности свертывается при кипячении, оно обсеменено бактериями (микрококки, маммококки, споровая палочка), выделяющими ферменты, близкие к сычужному;

– Синее, красное, желтое – обусловлено наличием разных пигментообразующих микроорганизмов, а также содержанием крови и красящих веществ;

– Кормовые привкусы – не свойственные молоку привкусы и запахи появляются при скармливании животным в большом количестве силоса, корнеплодов, чеснока, лука и других растений, содержащих эфирные масла (особенно пахучие силосные корма).

## **2.2 Технология производства стерилизованного молока**

Стерилизованное, ультрапастеризованное, ультравысокотемпературно обработанное молоко – молоко, подвергнутое термической обработке в целях соблюдения установленных требований к микробиологическим показателям безопасности.

**Приемка сырья.** Молоко, предназначенное для выработки стерилизованного молока, должно отвечать требованиям стандарта, т. е. иметь кислотность 16–20 °Т, плотность не ниже 1027 кг/м<sup>3</sup>, степень чистоты не ниже 1 гр, бактериальную обсемененность до 4·10<sup>6</sup> КОЕ/г, содержание соматических клеток не более 500 тыс/см<sup>3</sup>. Кроме того, оно должно обладать термоустойчивостью, т. е. белки не должны коагулировать при высокой температуре; по термоустойчивости быть не ниже 2 группы.

**Очистка.** Ее желательно вести без подогрева для сохранения термоустойчивости, затем молоко немедленно охлаждают до 4±2 °С.

**Нормализацию** ведут по массовой доле жира известными способами.

**Пастеризация** с режимами: температура 76±2 °С, выдержка 20 с и охлаждение до 4±2 °С производится в случае если молоко нужно хранить до стерилизации более 4 ч.

**Внесение солей-стабилизаторов** производят, если нужно повысить термоустойчивость. Оптимальная доза солей 0,0–0,03 %. В качестве солей-стабилизаторов используют: цитрат калия и натрия, двузамещенные фосфорнокислые соли калия и натрия. Рассчитанное на всю массу молока количество соли-стабилизатора растворяют в прокипяченной горячей воде в соотношении 1:1, фильтруют, вливают в молоко, тщательно перемешивают 15 мин.

**Стерилизация.** В зависимости от особенностей производства и

фасования готового продукта молочное сырье стерилизуют периодическим или непрерывным способами.

Наиболее прогрессивной является стерилизация молока в потоке (ультрапастеризация) при температуре 135–150 °С с выдержкой в течение нескольких секунд и последующим фасованием в стерильную тару в асептических условиях. При фасовании молока и молочных продуктов в асептических условиях применяют пакеты из комбинированного материала, пластмассовые и стеклянные бутылки, металлические банки. Ультрапастеризация обеспечивает уничтожение бактерий и их спор, инактивацию ферментов при минимальном изменении его вкуса, цвета и пищевой ценности.

Весь процесс стерилизации, охлаждения и фасования продукта проходит в асептических условиях. Соотношение температуры и продолжительности ее воздействия определяется требуемой эффективностью стерилизации и имеет большое значение для качества продукта.

Верхним значением температуры стерилизации в потоке является температура 150 С°, так как даже кратковременная выдержка при этой температуре может привести к нежелательным изменениям качества продукта. С другой стороны, очень сложно технологически обеспечить быстрый нагрев до 150 С° и быстрое охлаждение. Нижним температурным пределом стерилизации является температура 135 С°, так как ниже этой температуры эффективность стерилизации недостаточна при кратковременной выдержке. Увеличение продолжительности выдержки нежелательно, так как снижается качество продукта.

Ультрапастеризацию молочного сырья в потоке с асептическим розливом проводят с использованием двух способов нагрева:

- прямого (пароконтактного);
- косвенного (непрямого) нагрева молока через теплопередающую поверхность.

Основным преимуществом прямого нагрева является мгновенный нагрев всей массы продукта без теплопередающей поверхности, при этом воздействие на молочное сырье минимальное. Стерилизационные установки прямого нагрева могут работать в течение длительного времени без промежуточной мойки (при сырье высшего качества до 15 ч).

К недостаткам такого способа можно отнести то, что молочное сырье вступает в прямое воздействие с нагревающей средой. Это заставляет предъявлять более высокие требования к сырью и пару, который применяют для нагрева. Молочное сырье должно обладать высокой термоустойчивостью, а пар должен подвергаться особой очистке, чтобы не быть источником загрязнения стерилизованного молока, без посторонних привкусов и запахов, полученным из питьевой воды в специальных парогенераторах.

Кроме того, в результате прямого нагрева молочное сырье имеет повышенную влажность из-за попадания в него конденсата, в который превращается пар при соприкосновении с более холодным молоком. Конденсат удаляется из молока в вакуум-камере, куда поступает стерилизованное молоко из выдерживателя. В вакуум-камере поддерживается разрежение 0,04 МПа, при котором молоко кипит при температуре около 80 °С. Конденсат, попавший в молоко в камере стерилизации, удаляется из него вместе с паром при кипении. При прямом нагреве коэффициент регенерации тепла составляет 40–50 %.

При косвенном нагреве продукт и греющая среда разделены теплопередающей стенкой. В результате нагрева молока до температуры 135–138 °С в течение 6–12 с обеспечивается необходимая эффективность стерилизации. Повышение температуры стерилизации и продолжительности выдержки не рекомендуется, так как на теплопередающих поверхностях увеличивается пригар, снижается пищевая ценность молока, изменяются его вкус и цвет.

Косвенный нагрев при ультрапастеризации молока может осуществляться в пластинчатых и трубчатых теплообменниках. Преимущества косвенного нагрева заключаются в том, что в стерилизационных установках можно использовать любой пар; процесс стерилизации молочного сырья более простой, надежный; регенерация тепла составляет 70–80 %.

Основной недостаток установок косвенного нагрева состоит в том, что они не могут работать длительное время без промежуточной мойки. Длительность их работы зависит от качества исходного сырья: при хорошем качестве сырья продолжительность работы установок составляет не более 6 ч, при низком – снижается до 4 ч.

Главная трудность при использовании косвенных систем нагрева, особенно с пластинчатыми теплообменниками, заключается в образовании пригара в секциях предварительного нагрева и стерилизации. Эти отложения образуются из денатурированных сывороточных белков и солей кальция и магния.

Качество молока, полученного при стерилизации в установках прямого и косвенного нагрева, практически не отличается, поэтому при выборе типа стерилизационной установки исходят из экономической целесообразности, условий эксплуатации, вида стерилизуемого продукта и качества исходного сырья. Схема технологического процесса производства ультрапастеризованного молока представлена на рисунке 2.2.

При производстве ультрапастеризованного молока подготовленное для стерилизации сырье предварительно нагревается в регенеративной секции стерилизационной установки до температуры  $(76 \pm 2)$  °С и направляется в деаэратор для удаления кислорода и других газов при вакууме  $(0,07 \pm 0,01)$  МПа. Допускается проводить процесс без деаэрации. Из

деаэрата молоко насосом подается в гомогенизатор, в котором гомогенизируется при давлении  $(22,5 \pm 2,5)$  МПа.

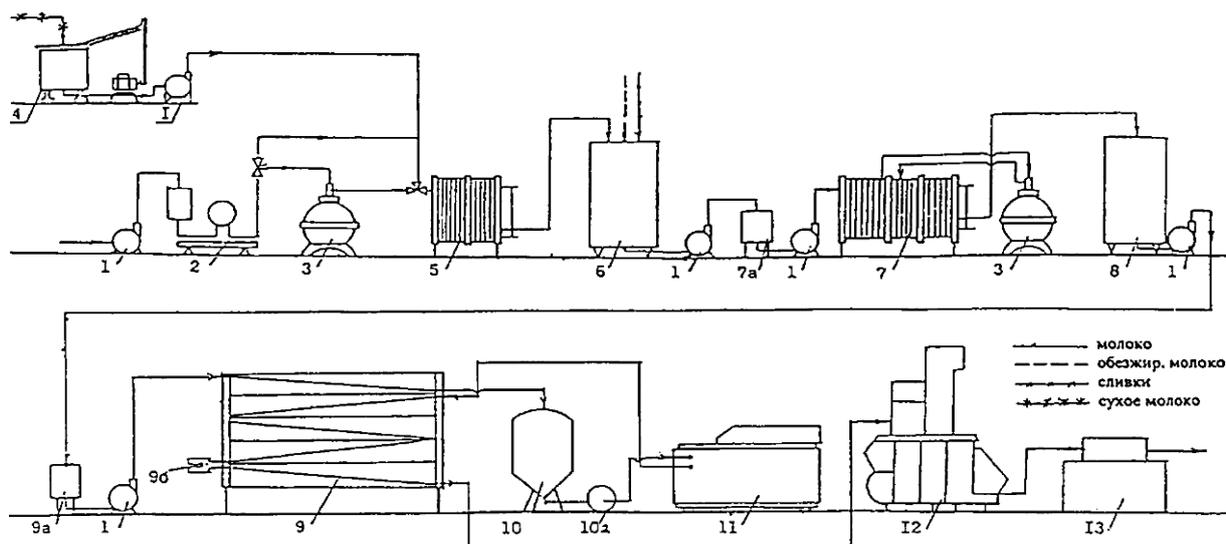


Рисунок 2.2 – Схема технологического процесса производства ультрапастеризованного молока:

1 – насос; 2 – счетчик для молока; 3 – сепаратор-молокоочиститель; 4 – установка для восстановления сухого молока; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – резервуар для нормализованного молока; 7 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 7а – уравнильный бачок; 8 – резервуар для пастеризованного молока; 9 – стерилизационно-охладительная установка; 9а – уравнильный бачок; 9б – трубчатый выдерживатель; 10 – деаэратор; 10а – вакуумный насос; 11 – гомогенизатор; 12 – машина для асептического розлива; 13 – машина для упаковывания пакетов

Гомогенизированное молоко поступает в секцию стерилизации, где подвергается ультравысокотемпературной обработке при температуре  $(139 \pm 2)$  °С, выдерживается при этой температуре в течение 4 с (номинально) и направляется в секции регенерации и охлаждения, где охлаждается до температуры не выше 25 °С.

**Упаковка и маркировка.** Охлажденное в потоке ультрапастеризованное молоко по асептическому трубопроводу поступает в асептический резервуар, из которого под давлением очищенного стерильного воздуха подается в автоматы асептического розлива в пакеты.

#### **Пороки стерилизованного молока:**

- Отстой жира при хранении – недостаточная эффективность гомогенизации;
- Мелкие хлопья белка или осадок на дне пакета, бутылки – использование сырья с низкой термоустойчивостью;
- Водянистый привкус – смешивание стерилизованного молока с остатками воды. Неисправность системы автоматического регулирования

разности температур предварительного нагрева молока перед стерилизацией инъекцией пара и его охлаждения в вакуум-камере;

- Дымный привкус – попадание молока на горячие поверхности (200–250 °С) в автоматах «Тетра-Пак» вследствие перепада его давления при неравномерной подаче из асептического резервуара;

- Пригорелый привкус – образование значительного пригара;

- Металлический привкус – использование сырья из плохо луженной металлической тары;

- Салистый привкус – окисление молочного жира при хранении продуктов на солнечном свету;

- Кормовые привкусы – использование сырья с кормовым привкусом;

- Кислый вкус, коагуляция белка (кислотность более 30 °Т) – повторное обсеменение стерилизованного молока в асептической части стерилизаторов за счет разгерметизации отдельных участков оборудования, нарушение асептики розлива или герметичности упаковки, некачественные мойка и стерилизация оборудования;

- Горький привкус (кислотность менее 30 °Т) – понижение температуры стерилизации, недостаточная эффективность стерилизации молока (при повышенной бактериальной обсемененности) и упаковочного материала;

- «Бомбаж» (газообразование) – попадание посторонней микрофлоры в продукт при фасовании или вследствие повреждения упаковки или ее негерметичности;

- Желирование – ферментативный процесс, проявляющийся в образовании студенистого гелеобразного сгустка в молоке, стерилизованном при длительном хранении (более 3 мес.) вследствие действия термостойкого фермента протеазы, присутствующего в сыром молоке и выделяемого психрофильными бактериями;

- Прогорклость сливок – разложение молочного жира при длительном хранении сливок.

### **2.3 Технология производства питьевых сливок**

Питьевые сливки – сливки, подвергнутые термической обработке, как минимум пастеризации, и расфасованные в потребительскую тару.

Классификация сливок:

в зависимости от молочного сырья подразделяют:

- из цельного молока;

- из нормализованного молока;

- из обезжиренного молока.

в зависимости от режима термической обработки подразделяют на:

- пастеризованные;

- стерилизованные;
- ультрапастеризованные.

Технологический процесс производства питьевых сливок аналогичен производству пастеризованного молока и складывается из следующих операций: приемка и подготовка сырья, нормализация сливок, гомогенизация, пастеризация, стерилизация и охлаждение, упаковка и маркировка, хранение и транспортировка (рисунок 2.3).

**Приемка и подготовка сырья.** Для выработки сливок применяют следующее сырье:

- молоко заготавливаемое (кислотность не выше 19 °Т);
- сливки свежие без посторонних вкусов и запахов, с кислотностью плазмы не выше 24 °Т;
- обезжиренное молоко с кислотностью не выше 19 °Т;
- сливки сухие распылительной сушки в/с;
- сливки пластические;
- СОМ распылительной сушки;
- воду питьевую (для восстановления сухих продуктов).

Сухие сливки восстанавливают в подогретой до 38–45 °С воде, фильтруют и вводят в общую смесь.

Пластические сливки (массовая доля жира 73 %) зачищают, определяют массовые доли жира и воды, органолептические показатели, расплавляют в плавителе и вносят в смесь.

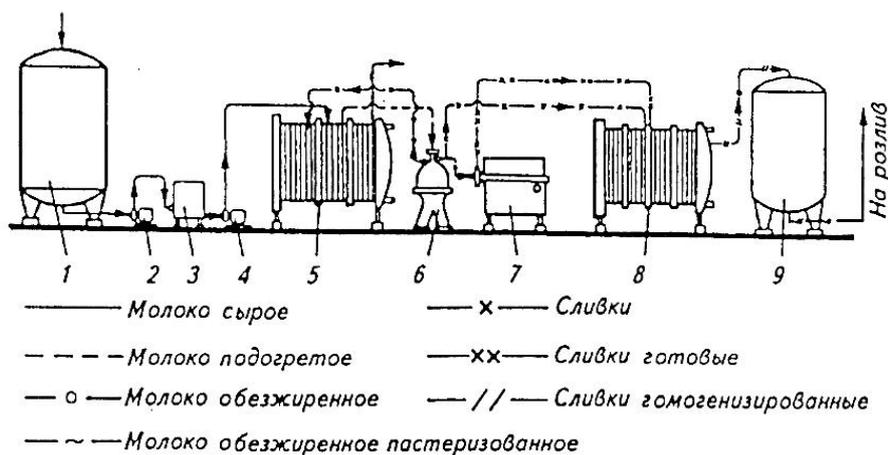


Рисунок 2.3 – Технологическая схема производства пастеризованных сливок:

1, 9 – емкости для хранения молока и сливок; 2, 4 – насосы; 3 – уравнильный бак; 5, 8 – пластинчатые пастеризационно-охладительные установки для молока и сливок; 6 – сепаратор; 7 – гомогенизатор

**Нормализация.** Если массовая доля жира исходных сливок больше заданной, нормализацию производят цельным или обезжиренным молоком.

При содержании в сливках жира ниже требуемого нормализацию производят более жирными сливками.

**Гомогенизация.** Производится для предотвращения отстоя жира и его равномерного распределения. Температура процесса 60–85 °С, давление зависит от массовой доли жира в сливках (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Рекомендуемое давление гомогенизации для сливок различной жирности

Тип гомогенизации	Массовая доля жира в сливках, %	Давление гомогенизации, МПа
Одноступенчатая	10–15	12–15
	17–20	9–12
	22–30	8–11
	30–40	7–10
Двухступенчатая (P1/P2)	20–25	8–12/5–6
	25–30	8–10/3–5

Сливки 10-15 % жирности гомогенизируют при  $P = 12-15$  МПа, 35 % – 7–10 МПа (чтобы не произошло дестабилизации жира). Продолжительность выдержки может быть увеличена с учетом термоустойчивости сырья.

**Пастеризация и охлаждение сливок.** Сливки 10, 15 % жирности пастеризуют при температуре  $80 \pm 2$  °С (выдержка 15-20 с); 20 и 35 % жирности – при  $87 \pm 2$  °С (выдержка 15–20 с). Охлаждают до 6 °С. Более жесткие режимы пастеризации ( $94 \pm 2$ ) °С рекомендуется применять для сливок с высокой термоустойчивостью, пониженной теплопроводностью, бактериально загрязненных.

**Стерилизация.** Применение более высоких режимов тепловой обработки сливок (по сравнению с питьевым пастеризованным молоком) связано с тем, что жир плохо проводит тепло, и требуются повышенные температуры для обеспечения микробиологической безопасности продукта, причем чем больше массовая доля жира в сырье, тем выше температура пастеризации. При выборе режимов пастеризации следует учитывать степень бактериальной загрязненности, состав, термоустойчивость сырья и т. д.

Отличительной особенностью технологического процесса производства ультрапастеризованных сливок является стерилизация нормализованных сливок в потоке при температуре 136–140 °С с последующим охлаждением и асептическим розливом в потребительскую тару. При производстве стерилизованных сливок следует учитывать, что сырые сливки, полученные при сепарировании, должны быть немедленно направлены на пастеризацию или охлаждены до температуры  $(4 \pm 2)$  °С. Сырые сливки могут храниться до

пастеризации не более 4 ч. Пастеризацию нормализованных сливок проводят при температуре  $(90\pm 2)$  °С без выдержки, после чего охлаждают до  $(4\pm 2)$  °С. Допускается хранение пастеризованных сливок до стерилизации не более 6 ч. Перед стерилизацией обязательно контролируется термоустойчивость сливок. При необходимости – для сливок III группы термоустойчивости по алкогольной пробе – ее повышают путем добавления солей-стабилизаторов. Подготовленные сливки направляются на стерилизационную установку, где подогреваются до температуры  $(76\pm 2)$  °С, подаются в деаэратор для удаления кислорода и других газов в условиях разрежения  $(0,07\pm 0,01)$  МПа, затем в секцию стерилизации, где подвергаются ультравысокотемпературной обработке при температуре  $(139\pm 2)$  °С с выдержкой 10 с, и в секцию регенерации, где охлаждаются до температуры  $(75\pm 2)$  °С. После секции регенерации сливки подаются на асептический гомогенизатор. Давление гомогенизации для сливок с м. д. ж. от 10 до 15 % составляет  $(15\pm 1,5)$  МПа на первой ступени и  $(5\pm 0,5)$  МПа на второй; для сливок с м. д. ж. от 17 до 25 % –  $(13\pm 1,5)$  МПа на первой и  $(5\pm 0,5)$  МПа – на второй ступени. После гомогенизации они охлаждаются в секциях регенерации и охлаждения стерилизационной установки до температуры не выше 25 °С, затем по асептическому трубопроводу подаются в асептический резервуар, из которого давлением очищенного стерильного воздуха направляются в автоматы для асептического розлива в потребительскую тару из комбинированного материала на автомате «Тетра-Брик-Асептик» и др.

**Упаковка и маркировка.** Упаковываются в полимерную тару, тару из комбинированных материалов.

**Пороки готовой продукции:**

- Нечистый вкус или запах (посторонний вкус или запах) – возникает путем адсорбирования летучих соединений;
- Кормовой привкус и запах – переход из сырья, а в сырье попадает из кормов. Необходим контроль качества сырья;
- Горький вкус – образуется в сыром молоке при длительном хранении в условиях пониженной температуры;
- Дрожжевой привкус – появляется при развитии газообразующей микрофлоры;
- Окисленный вкус – окисление фосфолипидов и триглицеридов сливок при производстве и хранении;
- Металлический привкус – появляется в продуктах при длительном хранении в плохо луженной посуде;
- Прогорклый привкус – образуется в результате деятельности микроорганизмов, разлагающих жир, и нативных липаз;

- Затхлый вкус – обусловлен жизнедеятельностью и ростом плесеней на поверхности продукта, тары и помещения при плохой вентиляции;
- Крупитчатая консистенция – использование сырья повышенной кислотности, может возникнуть после продолжительного хранения, при проведении гомогенизации перед пастеризацией, пастеризации сливок при излишне высокой температуре, чрезмерно продолжительном фасовании;
- Слизистая (тягучая) консистенция – развитие слизееобразующих бактерий.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое питьевое молоко?
2. Как классифицируют питьевое молоко?
3. Из каких технологических операций состоит производство пастеризованного молока?
4. Назовите основные технологические особенности производства топленого молока.
5. Каковы пороки пастеризованного, топленого молока?
6. Дайте определение понятию «питьевые сливки».
7. Охарактеризуйте режимы гомогенизации при производстве сливок.
8. Перечислите пороки питьевых сливок
9. Какие схемы стерилизации молока применяются в молочной промышленности?
10. Охарактеризуйте пороки стерилизованного молока и причины их возникновения.

## 3 ПРОИЗВОДСТВО КИСЛОМОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

### 3.1 Основные физико-химические процессы, происходящие при производстве кисломолочных продуктов

Кисломолочный продукт – молочный продукт, или молочный составной продукт, который произведен способом, приводящим к снижению показателя активной кислотности (рН), повышению показателя кислотности и коагуляции молочного белка, сквашивания молока, и (или) молочных продуктов и (или) их смесей с немолочными компонентами, которые вводятся не в целях замены составных частей молока (до или после сквашивания), или без добавления указанных компонентов с использованием заквасочных микроорганизмов и содержат живые заквасочные микроорганизмы в количестве, установленном в соответствии с требованиями нормативной документации.

Один из основных процессов, определяющих вид кисломолочного продукта, – сквашивание. Оно представляет сложный биотехнологический процесс, при котором в молоке под действием ферментов, выделенных микроорганизмами закваски, расщепляется молочный сахар (лактоза) с образованием молочной и других кислот, спиртов, диоксида углерода и других веществ.

В результате биохимических процессов, протекающих при сквашивании молока, кисломолочные продукты приобретают диетические и лечебные свойства. На диетические и лечебные свойства кисломолочных продуктов указывал И. И. Мечников, который считал, что преждевременное старение человеческого организма является следствием воздействия на него ядовитых веществ, накапливающихся в кишечнике в результате жизнедеятельности гнилостных микроорганизмов. Молочная кислота, образующаяся в процессе молочнокислого брожения, подавляет гнилостную микрофлору и тем самым предохраняет организм от медленного отравления.

Кисломолочные продукты широко применяют для профилактики и лечения многих заболеваний, особенно желудочно-кишечного тракта. Так, ацидофильные продукты используют при лечении гнилостных и воспалительных процессов в кишечнике, колитов и гнойных ран. Кефир полезен при малокровии, истощении организма, хронических колитах. Кумыс применяют для профилактики и лечения туберкулеза, так как микроорганизмы, содержащиеся в нем, вырабатывают антибиотик низин, подавляющий развитие туберкулезной палочки.

Кисломолочные продукты легче, чем молоко, усваиваются организмом. Это объясняется тем, что белки молока частично распадаются на более простые, легкоусвояемые вещества пептиды, аминокислоты. Образующиеся в диетических кисломолочных продуктах молочная кислота и диоксид углерода влияют на секреторную деятельность желудочно-кишечного тракта, вызывая более

интенсивное выделение желудочного сока и ферментов. При этом улучшается аппетит и ускоряется переваривание пищи. Пища усваивается с наименьшей затратой энергии, что очень важно при восстановлении ослабленного болезнью организма.

По способу производства кисломолочные продукты подразделяются на следующие группы:

1) полученные путем непосредственного внесения органических кислот (молочной, лимонной);

2) приготовленные биологическим сквашиванием молока специально подобранными штаммами молочнокислых бактерий или их сочетаниями.

По характеру биохимических процессов, протекающих при выработке, кисломолочные продукты делят на две группы:

- продукты, получаемые в результате только молочнокислого брожения (например, йогурты, ряженка), имеющие кисломолочный вкус, обусловленный наличием молочной кислоты, и плотный, однородный сгусток без пузырьков газа;

- продукты, получаемые при смешанном брожении (кефир, кумыс), имеющие нежный сгусток, пронизанный мельчайшими пузырьками  $\text{CO}_2$ . Имеют кисломолочный, освежающий, слегка щиплющий вкус за счет присутствия молочной кислоты, этилового спирта, уксусной кислоты.

По составу микрофлоры кисломолочные продукты условно подразделяют на пять групп:

- продукты, вырабатываемые с применением многокомпонентных симбиотических заквасок (кефир, кумыс);

- продукты, вырабатываемые с применением мезофильных лактококков (простокваша обыкновенная, творог, сметана);

- продукты, вырабатываемые с применением термофильных лактококков с добавлением или без добавления болгарской палочки (ряженка, варенец, простокваша и др.);

- продукты, вырабатываемые с применением комбинированных заквасок мезофильных и термофильных лактококков (напитки с пониженным содержанием жира, с плодово-ягодными наполнителями, сметана с массовой долей жира 20 % и менее, сметана и творог ускоренным способом);

- продукты, вырабатываемые с применением пробиотической микрофлоры, – это группа продуктов лечебно-профилактического направления.

**Молочнокислое брожение (гликолиз)** – это процесс преобразования сахара в молочную кислоту в результате жизнедеятельности молочнокислых бактерий.

Существуют два вида брожения: гомоферментативное и гетероферментативное. При помощи молочнокислого брожения производят сметану, творог, йогурт, простоквашу. В результате молочнокислого брожения

под действием фермента β-галактозидазы, выделяемого молочнокислыми микроорганизмами, происходит следующая реакция:



Основные возбудители гомоферментативного молочнокислого брожения – молочнокислые стрептококки (лактококки) *Lac. lactis ssp lactis*, *Lac. lactis ssp cremoris* и молочнокислые палочки (лактобациллы) *Lbm. delbruecki ssp bulgaricum*, *Lbm. acidophilum*, *Lbm. plantarum*.

В результате действия 10 ферментов глюкоза и галактоза проходят гликолитический путь расщепления с образованием пировиноградной кислоты, которая под действием фермента лактатдегидрогеназы восстанавливается до молочной кислоты. В зависимости от условий среды и объема ароматобразующих стрептококков кроме молочной кислоты образуются ацетоин, диацетил, бутиленгликоль, летучие кислоты и другие соединения, придающие специфический аромат кисломолочным продуктам.

Гетероферментативное брожение происходит под действием молочнокислых бактерий и дрожжей с образованием из глюкозы этанола и углекислоты:



При этом пировиноградная кислота под действием ферментов молочнокислой микрофлоры восстанавливается до молочной кислоты, а другая декарбоксилируется под действием пируватдекарбоксилазы, содержащейся в клетках дрожжей, с образованием углекислого газа и уксусного альдегида, который восстанавливается в этанол.

При спиртовом брожении образуется небольшое количество уксусной, пропионовой, янтарной кислот, изобутилового, пропилового спиртов, глицерина, ацетоина, диацетила и других соединений.

Интенсивность и направленность молочнокислого брожения зависит от ряда факторов: активности процесса сквашивания и конечного содержания молочной кислоты, наличия в среде кислорода и углекислого газа.

Активность процесса сквашивания зависит от степени адаптируемости лактобактерий и скорости их размножения. Лактококки начинают активно размножаться сразу после внесения в молоко, но из-за чувствительности к кислоте начинают быстро отмирать после достижения кислотности молока 100 °Т. У лактобацилл более длительная лаг-фаза, но в дальнейшем они размножаются активно и из-за высокой кислотоустойчивости могут развиваться в сквашенном молоке.

**Кислотная коагуляция.** Под действием молочной кислоты происходит кислотная коагуляция белков молока, что лежит в основе получения структурированного сгустка при производстве кисломолочных продуктов.

При гомоферментативном брожении на 1 моль лактозы образуется 4 моль молочной кислоты. Предел накопления молочной кислоты зависит от применяемой микрофлоры, температуры сквашивания и других технологических факторов.

Сущность кислотной коагуляции состоит в следующем: в казеине молока карбоксильные группы дикарбоновых аминокислот и гидроксильные группы фосфорной кислоты преобладают над аминными группам, поэтому казеин молока имеет выраженные кислые свойства и поверхность его глобул несет отрицательный заряд.

Процесс коагуляции делится на четыре стадии. На первой стадии (индукционный период) происходит образование молочной кислоты при диссциации которой накапливаются ионы  $H^+$ . Происходит понижение рН, ионы  $H^+$  связывают группы аминокислот  $COO^-$  в  $COOH$  и  $PO_4^{3-}$ , в  $H_2PO_4^-$ . В результате уменьшается отрицательный заряд на поверхности казеиновых глобул. Также под действием молочной кислоты от казеинат-кальций-фосфатного комплекса отщепляется фосфат кальция и органический кальций, который переходит в плазму молока. В результате происходит дестабилизация и деспергирование молекул казеина, наблюдается увеличение дисперсности частиц, сопровождающееся увеличением вязкости.

На второй стадии в результате накопления ионов водорода ( $H^+$ ) рН понижается и приближается к изоэлектрической точке. Происходит дальнейшая нейтрализация отрицательных зарядов мицелл казеина. С точки рН 6,14 начинается увеличение размеров мицелл, поскольку между ними возникают новые связи. Образуются нерастворимые в воде агрегаты и нити, но параллельно также происходит их распад. Процесс агрегации начинает преобладать над дезагрегацией (рН5,2–5,3), затем наступает период массовой агрегации. Стадия массовой коагуляции называется флокуляцией, при этом при рН 4,7–4,85 резко повышается вязкость до гель-точки.

На третьей стадии происходит газообразование. В изоэлектрической точке при рН 4,6–4,7 молекулы казеина обладают меньшей растворимостью, они теряют устойчивость и необратимо коагулируют. Коагулированные частицы объединяются, уплотняются, образуют нити. Происходит формирование пространственной структуры молочного сгустка, белково-жировых решеток. В петли его сетки захватывается дисперсионная среда с компонентами молока, сгусток уплотняется. Повышенное содержание белка в молоке способствует образованию более прочного сгустка. Повышение температуры сквашивания сокращает индукционный период.

На четвертой стадии происходит старение сгустка, его ослабление, понижение структурно-механических свойств, синерезис с выделением сыворотки.

В процессе кислотной коагуляции неденатурированные сывороточные белки не коагулируют и во время синерезиса удаляются вместе с сывороткой. Если применяются высокие температуры пастеризации, сывороточные белки денатурируют (от 24 до 34 %) и в виде взвесей участвуют в образовании пространственной структуры.

Формирование кислотных сгустков происходит за счет слабых гидрофобных, водородных и в меньшей степени ионных связей, придающих сгусткам вязкость, тиксотропные свойства, но низкие прочность, упругость и способность к синерезису.

### 3.2 Технология производства заквасок

**Технически важная микрофлора.** Молочнокислые бактерии (лактобактерии) – наиболее важная группа микроорганизмов – представлены семейством Streptococcaceae (род Streptococcus и род Leuconostoc, клетки бактерий имеют овальную или сферическую форму) и семейством Lactobacillaceae (род Lactobacillus, клетки бактерий имеют палочковидную форму) (рисунок 3.1).

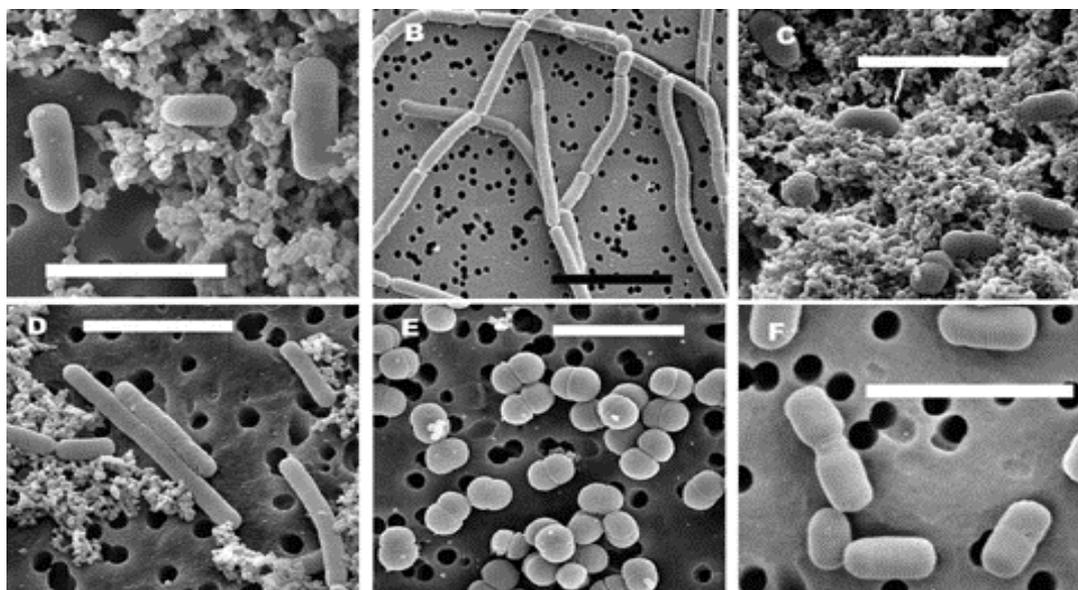


Рисунок 3.1 – Фотографии представителей лактобактерий, полученные с помощью сканирующего электронного микроскопа:

*Lactobacillus helveticus* (A), *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (B), *Lactococcus lactis* (C), *Lb. casei* (D), *Pediococcus pentosaceus* (E) и *Lb. brevis* (F)

**Технология производства бактериальных заквасок.** Закваски, применяемые при производстве кисломолочных продуктов, можно классифицировать:

- по способу производства (жидкие, в том числе замороженные, сухие);
- по содержанию молочнокислых микроорганизмов (закваски, бактериальные концентраты).

В зависимости от количества видов микроорганизмов, входящих в состав закваски, их можно разделить на:

- моновидовые, содержащие несколько штаммов одного вида микроорганизмов; поливидовые, стимулирующие развитие друг друга (термофильный стрептококк и болгарская палочка), и индивидуального развития (молочнокислые и пробиотические);
- симбиотические – естественные поливидовые микроорганизмы, активно стимулирующие друг друга;
  - по назначению (группы продуктов);
  - по способу использования (приготовление производственной закваски, прямое внесение).

При подборе микроорганизмов для закваски учитываются следующие факторы: специфические свойства вырабатываемого продукта, температурные режимы производства, взаимоотношения между микроорганизмами, возможность развития бактериофага (это вирусы бактерий, естественные микроорганизмы, которые, размножаясь внутри бактериальной клетки, ведут к ее быстрой гибели).

К заквасочным культурам микроорганизмов, обладающим пробиотическими свойствами, относятся не только молочнокислые (*L. acidophilus*, *L. casei*, *L. plantarum*, *Enterococcus*), но и немолочные микроорганизмы видов *Bifidobacterium*, *Propionibacterium*.

Таблица 3.1 – Ароматические вещества, образующиеся в результате жизнедеятельности различных микроорганизмов

Вид микроорганизмов	Характеристика ароматического компонента
Мезофильные лактококки	Молочная и уксусная кислоты
Ароматобразующие лактококки	Молочная и уксусная кислоты, ацетальдегид, ацетоин, диацетил, этиловый спирт, 2,3-бутиленгликоль
Термофильный стрептококк	Молочная кислота, ацетальдегид, гликолевый альдегид (привкус пастеризации)
Мезофильные молочнокислые палочки	Молочная кислота, ацетальдегид, ацетоин
Термофильные молочнокислые палочки	Молочная и уксусная кислоты, муравьиный альдегид, ацетальдегид
Бифидобактерии	Гликолевый альдегид, ацетальдегид, ацетоин, пентанон, бутанон, формальдегид, изовалерьяновый альдегид, молочная, янтарная и уксусная кислоты
Пропионовокислые микроорганизмы	Пропионовая кислота, уксусная углекислота, янтарная кислота

Органолептические свойства готового продукта (выраженность вкуса и аромата) определяет видовой состав закваски. Состав ароматических веществ, образующихся в результате жизнедеятельности различных микроорганизмов, представлен в таблице 3.1.

Различают одноштаммовые закваски (монокультура), многоштаммовые, состоящие из нескольких штаммов одного вида, и смешанные, в состав которых входят различные виды микроорганизмов. Многоштаммовые закваски применяют с целью повышения их устойчивости к действию бактериофага: если в закваске появляется фаг, он лизирует один или два штамма, остальные продолжают развиваться и обеспечивают нормальное течение процесса сквашивания молока. Многоштаммовые закваски находят все более широкое применение, поскольку в этом случае обеспечивается стабилизация технологического процесса получения продуктов с заданными показателями качества и безопасности; гарантированное подавление развития технически вредной и патогенной микрофлоры; ускорение технологического процесса; улучшение органолептических показателей продукта; увеличение срока его годности и усиление пробиотических свойств. При подборе культур в состав заквасок важнейшим критерием является сочетаемость видов и штаммов. Желательна взаимная стимуляция заквасочных микроорганизмов.

В молочной промышленности применяют бактериальные закваски и бактериальные концентраты, выпускаемые специализированными биофабриками, цехами, лабораториями.

Закваски и бакконцентраты, поступающие на предприятия молочной отрасли, подразделяют на:

- сухие закваски, получаемые сублимационной сушкой жидкой закваски или смешиванием с крахмалом сухого бактериального концентрата;
- сухие бакконцентраты, полученные сублимационной сушкой бактериальной биомассы клеток;
- замороженные бакконцентраты, полученные замораживанием бактериальной биомассы клеток.

Сухие закваски и бакконцентраты должны храниться при температуре от минус 6 до минус 18 °С не более 6 мес.; замороженный бакконцентрат (в невскрытых упаковках) – при температуре не выше минус 18 °С не более 15 сут, минус 45 °С – не более 2 мес. со дня выработки, в том числе на предприятии-изготовителе – не более одного месяца.

Сухие бактериальные закваски и концентраты упаковывают в стеклянные флаконы, закрывают стерильными резиновыми пробками и закатывают алюминиевыми колпачками. Кроме того, сухие бакконцентраты расфасовывают в пакеты из комбинированного влагонепроницаемого материала, замороженные бакконцентраты – в пакеты из комбинированного материала, а также в стаканчики из полистирола с герметичной укупоркой фольгой.

По микроскопическому препарату закваски и бакконцентраты должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Вид микроскопического препарата

Наименование заквасок и бакконцентратов	Микроскопический препарат
Закваски и бакконцентраты, содержащие лактококки и термофильные молочнокислые стрептококки	Диплококки и цепочки кокков разной длины, встречаются отдельные кокки
Закваски и бакконцентраты, содержащие мезофильные молочнокислые палочки	Тонкие палочки разной длины, одиночные и в коротких цепочках
Закваски и бакконцентраты, содержащие термофильные молочнокислые палочки	Палочки крупные и средней длины, одиночные и в коротких цепочках, встречаются зернистые
Закваски и бакконцентраты, содержащие термофильные молочнокислые стрептококки и палочки	Диплококки, цепочки разной длины, палочки одиночные и в цепочках (преобладают диплококки и цепочки)
Закваски и бакконцентраты, содержащие пропионовокислые бактерии	Палочки короткие булавовидные, с конусообразным или заостренным концом или кокковой формы
Закваски и бакконцентраты, содержащие бифидобактерии	Палочки мелкие зернистые, прямые или изогнутые, иногда с утолщением или бифуркацией (раздвоением) на концах. Допускаются цепочки из двух–трех палочек
Закваски и бакконцентраты, содержащие дрожжи	Почкующиеся круглые или эллиптические клетки

При приготовлении продукта с сухим бактериальным концентратом содержимое флаконов или пакетов с концентратом растворяют в стерилизованном молоке, физиологическом растворе или воде и вносят в молоко, охлажденное до температуры сквашивания.

Кроме заквасок и бакконцентратов отечественного производства, на молокоперерабатывающих предприятиях широкое распространение получили закваски прямого внесения, поставляемые на российский рынок зарубежными фирмами. Преимущество применения заквасок «прямого внесения» заключается в том, что они могут использоваться для непосредственного приготовления продуктов. Это позволяет сокращать расходы на приготовление лабораторной и производственной заквасок и исключает возможность накопления бактериофагов на стадии активизации заквасок.

Закваски прямого внесения, реализуемые на отечественном рынке, могут быть глубоководными или сухими. Закваски прямого внесения глубоководные поставляются как в форме таблеток, упакованных в пакеты, так и в виде однородной замороженной массы, упакованной в пакеты, изготовленные из непрозрачных материалов, или в специальных контейнерах. Их рекомендуют хранить при температуре минус 45 °С в течение 12 мес. или в течение срока годности, указанного на упаковке. Большинство сухих заквасок

поставляется на рынок в пакетах из комбинированных материалов, которые рекомендуется хранить при температуре минус 18 °С в течение от 6 до 24 мес. Импортируемые лиофилизированные закваски допускается транспортировать при температуре окружающей среды в течение 10 сут.

Поскольку закваски прямого внесения поступают от разных производителей, при их использовании следует пользоваться рекомендациями той фирмы, которая реализует или производит данные закваски.

Замороженные закваски прямого внесения можно использовать:

– без предварительного оттаивания непосредственно в емкость с заквашиваемым молоком для получения продукта (при этом вначале в емкость подается небольшое количество нормализованной смеси с оптимальной температурой для развития микрофлоры данного вида закваски в соответствии с технологической инструкцией на продукт, а затем при перемешивании молока подаются закваска и остальное молоко);

– с предварительным оттаиванием в стерильном контейнере в водяной бане при температуре 25–30 °С (сразу после оттаивания закваску вносят при перемешивании в нормализованную смесь, при этом последовательность внесения такая же, как и в первом случае).

Сухие закваски прямого внесения применяют для получения продукта, внося непосредственно в наполняющуюся молоком емкость.

При использовании замороженных и сухих заквасок прямого внесения необходимо строго соблюдать рекомендации производителя, касающиеся объема заквашиваемого молока. Количество закваски прямого внесения на определенный объем заквашиваемого молока зависит от единиц активности молочнокислых и пробиотических бактерий в закваске и указывается на каждой единице упаковки.

**Грибковая кефирная закваска.** Для получения закваски при производстве кефира используются кефирные грибки, представляющие собой естественный симбиоз микроорганизмов. В состав микрофлоры кефирных грибков входят лактококки, лактобациллы, дрожжи, уксуснокислые бактерии и лейконостоки. При культивировании кефирных грибков необходимо создать условия, с одной стороны, исключающие возможность попадания в них и закваску посторонней микрофлоры, с другой – ежедневно обеспечивающие получение закваски с постоянным составом микрофлоры.

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

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

Грибковую кефирную закваску готовят, помещая активные грибки в пастеризованное и охлажденное до температуры заквашивания обезжиренное молоко. Через 15–18 ч закваску тщательно перемешивают для равномерного распределения, через 5–7 ч снова перемешивают, процеживают через сито в чистый ушат или ванну и используют в приготовлении кефира. Если закваску используют не сразу, ее охлаждают до 8–10 °С и хранят до употребления. Грибки на сите снова используют для приготовления новой порции закваски. По мере роста грибков 1–2 раза в неделю необходимо часть их отделять с таким расчетом, чтобы соотношение грибки: молоко было постоянно равным 1:30–1:50.

Производственную кефирную закваску готовят следующим образом: в пастеризованное и охлажденное до 18–22 °С обезжиренное молоко вносят 2–3 % грибковой закваски и сквашивают в течение 10–12 ч, затем выдерживают 22–24 ч при 10–12 °С. Кислотность грибковой кефирной закваски 75–110 °Т, производственной – 95–100 °Т. В настоящее время для производства кефира также используют закваски прямого внесения. Закваски для производства кисломолочных продуктов представлены в таблице 3.3

Таблица 3.3 – Подбор заквасок для выработки кисломолочных продуктов

Закваска	Микроорганизмы	Продукт
Мезофильные молочнокислые стрептококки	<i>Lac. lactis</i> subsp., <i>Lactis Lac. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	Творог, сметана, простокваша, кисломолочное масло
Термофильные молочнокислые бактерии	<i>Str. thermophilus</i> , <i>Lbm. bulgaricum</i> , <i>Lbm. acidophilum</i> , <i>Lbm. helveticum</i> , <i>Lbm. lactis</i>	Мечниковская и южная простокваши, ряженка, йогурт, варенец, ацедофилин, крупные твердые сыры
Смешанные бактериально-грибковые	<i>Lac. lactis</i> , <i>Lbm. buchntri</i> , <i>Lbm. brevis</i> , <i>Lbm. bulgaricum</i> , <i>Lbm. acidophilum</i> , дрожжи <i>Saccharomyces lactis</i> и рода <i>Torulopsis</i> , уксуснокислые бактерии	Кефир, кумыс

### **Пороки заквасок:**

- снижение активности закваски (несквашивание молока) – наличие ингибиторов в молоке (антибиотики, моющие и нейтрализующие вещества). Заражение бактериофагом. Сезонные колебания состава молока (низкое содержание сухих веществ, лактозы и т. д.);
- наличие бактерий группы кишечных палочек (БГКП) сверх установленной нормы – несоблюдение режимов пастеризации молока, правил приготовления заквасок, гигиены и санитарии;
- излишняя кислотность – развитие термоустойчивой молочнокислой палочки;
- вспучивание – развитие дрожжей или спорообразующей микрофлоры;
- ослизнение, тягучесть, развитие слизиобразующих штаммов.

### **3.3 Технология производства кисломолочных напитков**

К кисломолочным напиткам относятся простокваша различных видов, кефир, варенец, ряженка, йогурт, ацидофильные и другие напитки, в том числе лечебно-профилактического назначения, содержащие пробиотическую микрофлору.

Кисломолочные продукты классифицируются по технологии их приготовления на:

1. Продукты без нарушения сгустка, т. е. приготовленные термостатным способом.
2. Продукты с нарушением сгустка, т. е. приготовленные резервуарным способом.

Производство кисломолочных напитков, осуществляемых резервуарным и термостатным способами, состоит из ряда одинаковых для всех видов напитков технологических операций. Общая технология производства жидких кисломолочных продуктов представлена на рисунке 3.2.

**Приемка и подготовка сырья.** На выработку кисломолочных напитков направляют молоко кислотностью не выше 20 °Т, плотностью не ниже 1027 кг/м<sup>3</sup>; обезжиренное молоко кислотностью не выше 20 °Т, плотностью не ниже 1030 кг/м<sup>3</sup>; пахту, получаемую при выработке несоленого сладкосливочного масла; сливки с массовой долей жира не выше 30 % и кислотностью не выше 16 °Т; молоко цельное сухое в/с; сухое обезжиренное молоко, пахту сухую.

**Нормализация** производится для получения стандартных по массовой доле жира и массовой доле сухих веществ продуктов путем добавления к цельному молоку расчетного количества обезжиренного молока или пахты, или в потоке.

**Очистка** нормализованной смеси осуществляется при температуре  $43\pm 2$  °С на центробежных молокоочистителях, входящих в состав пастеризационно-охладительных установок.



Рисунок 3.2 – Технологическая схема производства кисломолочных напитков

**Гомогенизация** – обязательный технологический процесс при выработке кисломолочных напитков, так как при этом удерживается дополнительное количество влаги в связанном виде за счет увеличения поверхности жировых шариков, белковые оболочки которых связывают это дополнительное количество. В результате гомогенизации из одного жирового шарика с диаметром 6 мкм образуется свыше 200 мелких жировых шариков со средним диаметром 1 мкм. При этом суммарная поверхность новых жировых шариков примерно в 5–10 раз больше поверхности исходного. После гомогенизации получают продукт с однородной консистенцией без отстоя жира, с хорошим

товарным видом. Режимы гомогенизации: давление  $15 \pm 2,5$  МПа, температура  $45-85$  °С.

**Пастеризация.** Режимы пастеризации: для кисломолочных напитков температура  $85-87$  °С, выдержка 10–15 мин, или  $92 \pm 2$  °С, выдержка 2–8 мин; для ряженки температура  $95-99$  °С, выдержка 3–5 ч, для варенца – выдержка  $60 \pm 20$  мин при той же температуре.

Цель пастеризации: 1) уничтожить патогенную микрофлору и максимально снизить общую бактериальную обсемененность, так как остаточная микрофлора будет размножаться вместе с микрофлорой закваски; 2) разрушить ферменты (особенно липазу); 3) подготовить молоко для сквашивания (при тепловой обработке образуется много свободных азотистых соединений, необходимых для развития молочнокислых микроорганизмов); 4) вызвать денатурацию сывороточных белков, которые размещаются в строме сгустка и, обладая большой влагоудерживающей способностью, препятствуют синерезису; 5) кроме того, при повышенной температуре происходит раскручивание глобул белка, в результате чего высвобождаются внутренние связи, удерживающие дополнительное количество влаги.

**Охлаждение до температуры заквашивания.** Пастеризованное молоко немедленно охлаждают до температуры заквашивания, иначе произойдет вытапливание жира, следствием чего является возникновение порока – крупинчатая консистенция. Температура охлаждения должна быть оптимальной для развития микроорганизмов закваски: для кефира –  $20-25$  °С, для мезофильной микрофлоры –  $28-32$  °С, для термофильной микрофлоры –  $38-42$  °С, для комбинации термофильной микрофлоры с мезофильной –  $30-35$  °С.

**Заквашивание.** Охлажденное пастеризованное молоко заквашивают. Оптимальная доза закваски на пастеризованном молоке 3–5 % от объема заквашиваемого молока, закваски на стерилизованном молоке – 1–3 %. Количество закваски зависит от качества исходного молока и ее активности. При использовании закваски прямого внесения следуют инструкции производителя.

### **3.3.1 Термостатный способ**

**Розлив, упаковывание, маркирование.** При термостатном способе производства заквашенный продукт после тщательного перемешивания разливается в потребительскую тару и передается в термостатную камеру с температурой, оптимальной для развития заквасочной микрофлоры.

**Сквашивание.** В термостатной камере происходит основной технологический процесс – сквашивание, в результате которого через 2–12 ч образуется сгусток. Конец сквашивания определяют по появлению достаточно

прочного сгустка без отделения сыворотки, а также по кислотности, которая должна быть 65–90 °Т в зависимости от вида продукта.

**Охлаждение** до температуры 6 °С производят в холодильной камере. При этом прекращается развитие микроорганизмов. Кроме того, при понижении температуры происходит частичное набухание белка, т. е. связывание влаги, уплотнение сгустка за счет отвердевания триглицеридов молочного жира.

**Недостатки термостатного способа:**

- термостатные камеры занимают большую площадь;
- затрачивается много ручного труда при транспортировке продукции из термостатной камеры в холодильную;
- в холодильной камере продукт охлаждается медленно, поэтому возможно перебивание.

**3.3.2 Резервуарный способ**

При резервуарном способе такие технологические процессы, как заквашивание, сквашивание, охлаждение до температуры созревания (для кефира, кумыса) или до 6 °С (температура готового продукта), созревание сгустка и охлаждение после созревания (для кефира, кумыса), внесение наполнителей, производятся в специальных двустенных вертикальных емкостях, оборудованных мешалками. При необходимости в рубашку можно подавать горячую, холодную, ледяную воду. Продукт, полученный этим способом, имеет нарушенную структуру. Общая машинно-аппаратурная схема производства жидких кисломолочных продуктов показана на рисунке 3.3.

**Созревание** необходимо для продуктов смешанного брожения (кефир, кумыс). При этом активизируются дрожжи, в продукте накапливается спирт, СО<sub>2</sub> и другие вещества, специфичные для таких продуктов.

**Подготовка наполнителей.** При выработке кисломолочных напитков используют различные наполнители: сахар, плодово-ягодные соки, сиропы и пюре, молочно-белковые концентраты, овощные сиропы, плоды и ягоды быстрозамороженные, варенье, повидло, джем и т. д.

Соки и сиропы пастеризуют при температуре 90 °С, охлаждают до 55–60 °С и вносят в смесь, полностью (8 °С) или частично (25 °С) охлажденную.

Сахар вносят в виде сахарного сиропа (или в виде песка). Замороженные плоды и ягоды обрабатывают паром 3–5 мин и пропускают их через протирочную машину, затем мякоть вносят в сахарный сироп с температурой 90–95 °С, выдерживают 3–5 мин, охлаждают до 20 °С.

Варенье, предварительно измельченное, повидло, джем, сухие плоды и ягоды в виде порошка перед внесением в сквашенную молочную смесь

смешиваются с горячим сахарным сиропом, затем масса пастеризуется и охлаждается до 20 °С, вносится в готовый сгусток.

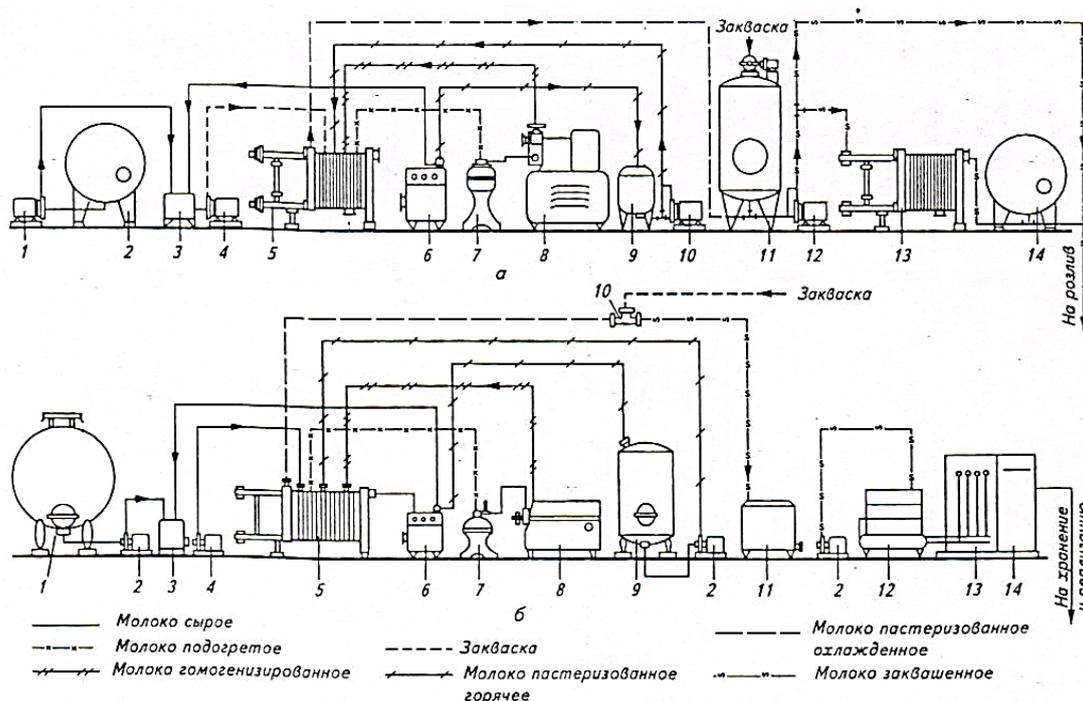


Рисунок 3.3 – Технологическая схема производства кисломолочных напитков:

**а – резервуарный способ:** 1, 4, 10, 12 – насосы; 2 – ёмкость для молока; 3 – уравнильный бачок; 5 – пластинчатый пастеризационно-охладительный аппарат; 6 – пульт управления; 7 – сепаратор-молокоочиститель; 8 – гомогенизатор; 9 – выдерживатель; 11 – емкость для кисломолочных продуктов; 13 – пластинчатый охладитель; 14 – промежуточная емкость; **б – термостатный способ:** 1 – ёмкость для нормализованного молока; 2, 4 – насосы; 3 – уравнильный бачок; 5 – пластинчатый пастеризационно-охладительный аппарат; 6 – пульт управления; 7 – сепаратор-молокоочиститель; 8 – гомогенизатор; 9 – выдерживатель; 10 – смеситель; 11 – промежуточная ёмкость; 12 – фасовочный автомат; 13 – термостатная камера; 14 – холодильная камера

### Преимущества резервуарного способа:

- уменьшение производственной площади, за счет этого увеличен съём продукции с 1 м<sup>2</sup> площади;
- снижен расход тепла и холода;
- более полная механизация и автоматизация производственных процессов;
- снижены затраты труда более чем на 25 %;
- повышена производительность труда на 35–37 %.

Технологический процесс производства различных видов кисломолочных напитков сводится к одной схеме; различными являются температуры заквашивания и сквашивания.

Разновидности кисломолочных напитков зависят от термической обработки молока (пастеризованное, стерилизованное, топленое), а также состава применяемой бактериальной закваски.

**Обыкновенную** простоквашу вырабатывают из пастеризованного молока, заквашенного закваской на чистых культурах мезофильного молочнокислого стрептококка (*L. lactis ssp lactis*) с добавлением или без добавления болгарской палочки (*L. delbrueckii ssp bulgaricus*). Температура заквашивания 30–35 °С (без болгарской палочки), 40–45 °С – для комбинации мезофильного стрептококка с болгарской палочкой. Длительность сквашивания в первом случае 4–6 ч, 4–5 ч – для второго случая. Кислотность сгустка 75–80 °Т; сгусток в меру плотный, ненарушенный, без газообразования.

**Мечниковскую** простоквашу готовят на закваске термофильного молочнокислого стрептококка и болгарской палочки в соотношении 4:1. Та же простокваша, но с ацидофильной палочкой, называется ацидофильной. Температура заквашивания 40–42 °С, время сквашивания 2,5–3,0 ч.

**Варенец** готовят из стерилизованного или выдержанного при 95–99 °С в течение 2–3 ч молока. Заквашивают закваской на чистых культурах термофильного молочнокислого стрептококка с добавлением или без добавления болгарской палочки (4:1–5:1). Вырабатывают только термостатным способом. Температура заквашивания 40–45 °С, длительность сквашивания 3–6 ч.

**Ряженка** вырабатывается термостатным и резервуарным способами. Заквашивают закваской на чистых культурах термофильного молочнокислого стрептококка с добавлением или без добавления болгарской палочки. Температура заквашивания 40–45 °С, время сквашивания 3–6 ч, температура сквашивания 36–38 °С. Молоко к заквашиванию готовят так же, как и на варенец, т. е. производят топление при температуре 95–99 °С в течение 3–5 ч.

**Йогурт** производится из нормализованной смеси путем сквашивания его чистыми культурами термофильного стрептококка и болгарской палочки.

**Кефир** – кисломолочный продукт, произведенный путем смешанного (молочнокислого и спиртового) брожения с использованием закваски молочнокислых микроорганизмов и дрожжей. При производстве кефира молоко пастеризуют при температуре 85–87 °С с выдержкой 5–10 мин или при 90–95 °С, выдержка 2–3 мин. Гомогенизацию молока проводят при давлении 12,5–17,5 МПа. Молоко охлаждают до температуры 20–25 °С и вносят 1–3 % грибковой или 3–5 % производственной закваски. Его сквашивают в течение 8–12 ч до достижения кислотности сгустка 85–100 °Т.

После сквашивания ведется перемешивание, охлаждение и созревание. В межстенное пространство резервуара в течение 40–80 мин подают ледяную

воду, затем включают мешалку, длительность перемешивания 15–40 мин для обеспечения однородной консистенции. Затем мешалку включают периодически на 2–10 мин через каждый час. Охлаждение до температуры созревания 12–16 °С ведут медленно. Длительность созревания 9–12 ч, при этом обеспечивается получение специфического вкуса и аромата кефира. Кислотность готового кефира 85–120 °Т. По окончании созревания продукт разливают в тару, доохлаждение ведется в камере с температурой 2–6 °С, там же кефир хранится до реализации.

Технологические параметры производства кисломолочных напитков представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - Технологические параметры производства кисломолочных напитков

Наименование продукта	Состав закваски	Температура сквашивания, °С	Продолжительность сквашивания, ч	Кислотность в конце сквашивания, °Т	Кислотность готового продукта, °Т
1	2	3	4	5	6
Ацидофилин	Мезофильные лактококки, ацидофильная палочка, кефирная закваска 1:1:1	33±2	6–8	не более 80	75–120
Ацидолакт	Ацидофильная палочка	42±2	4–6	не более 80	80–130
Кефир	Мезофильные лактококки, ароматобразующие молочнокислые лактококки, мезофильные молочнокислые палочки, термофильные молочнокислые палочки, дрожжи	18-25 14±2	Сквашивание 8–12 Созревание 9–13	85–100	85–130
Кумыс	Ацидофильная палочка, болгарская палочка, дрожжи	26-28	3–4	80–85	85–130
Простокваша	Мезофильные лактококки	30±2	5–7 Бакконцентрат: 8–10	75–80	85–130
Биопростокваша	Бифидобактерии, ацидофильная палочка, мезофильные лактококки и термофильный стрептококк	30±2 36±2	12–14 6–8	75–85 75–85	85–130 85–130
Мечниковская простокваша	Термофильный стрептококк и болгарская палочка (может и не быть). Раздельная закваска из этих культур в соотношении 4:1	40±2	3–5 Бакконцентрат: 6–8	75–80	85–130
Ряженка	Термофильный стрептококк и болгарская палочка (может и не быть). Раздельная закваска из этих культур в соотношении 4:1	40±2	4-5 Бакконцентрат: 6–8	65–70	70–110

1	2	3	4	5	6
Биоряженка	Ацидофильная палочка, бифидобактерии, термофильный стрептококк	37±2	6-9	65-90	70-110
Варенец	Термофильный стрептококк	40±2	3-5 Бакконцентрат: 6-8	не более 80	80-110
Йогурт	Термофильный стрептококк и болгарская палочка. Раздельная закваска из этих культур в соотношении 4:1	40±2	2,5-3,0	80-90	75-140
Биойогурт	Ацидофильная палочка, бифидобактерии, термофильный стрептококк, болгарская палочка	37±2	6-9	75-85	75-140
Бифилайф	Бифидобактерии, термофильный стрептококк	37±1	6-7	60-65	70-110

### **Пороки кисломолочных напитков:**

- Невыраженный, пресный вкус – недоброкачественная закваска, нарушение температуры сквашивания;
- Кормовые привкусы – переход из молока в кисломолочные продукты вкуса полыни и силоса. Аммиачный и хлевный привкус – длительное нахождение молока в плохо вентилируемом скотном дворе;
- Излишне кислый вкус – запоздалое охлаждение после сквашивания, длительное время сквашивания, хранение при высоких температурах;
- Уксуснокислый и маслянистый вкус – запоздалое охлаждение после сквашивания, длительное время сквашивания, хранение при высоких температурах;
- Металлический привкус – результат длительного хранения в плохо луженой посуде;
- Горький вкус – результат развития пептонизирующих бактерий в результате длительного хранения сырого молока при пониженных температурах. Прогорклый вкус обусловлен распадом жира под действием ферментов липаз;
- Салистый вкус – окислительные процессы жиров при длительном хранении или под действием прямых солнечных лучей;
- Дряблый сгусток – использование закваски с ослабленными культурами, сквашивание при низких температурах, нарушение температуры пастеризации;
- Выделение сыворотки – следствие неудовлетворительного качества сырья (низкое содержание сухих веществ), отклонение от нормального режима гомогенизации, нарушение температурного режима или времени сквашивания;

– Вспучивание консистенции – заражение закваски газообразующими бактериями, а также низкая температура сквашивания.

### 3.4 Технология производства сметаны

Сметана – кисломолочный продукт, произведенный путем сквашивания сливок с добавлением или без добавления молочных продуктов с использованием заквасочных микроорганизмов (лактококков или смеси лактококков и термофильных молочнокислых стрептококков), в котором массовая доля молочного жира составляет не менее 10 %.

Продукт полностью и быстро усваивается организмом, содержит все витамины молока, причем жирорастворимых А и Е – в несколько раз больше; также повышено содержание витаминов группы В, так как они синтезируются микрофлорой закваски.

Сметану в зависимости от молочного сырья изготавливают из:

- нормализованных сливок;
- восстановленных сливок;
- их смесей.

На рисунке 3.4 показана технологическая схема производства сметаны.

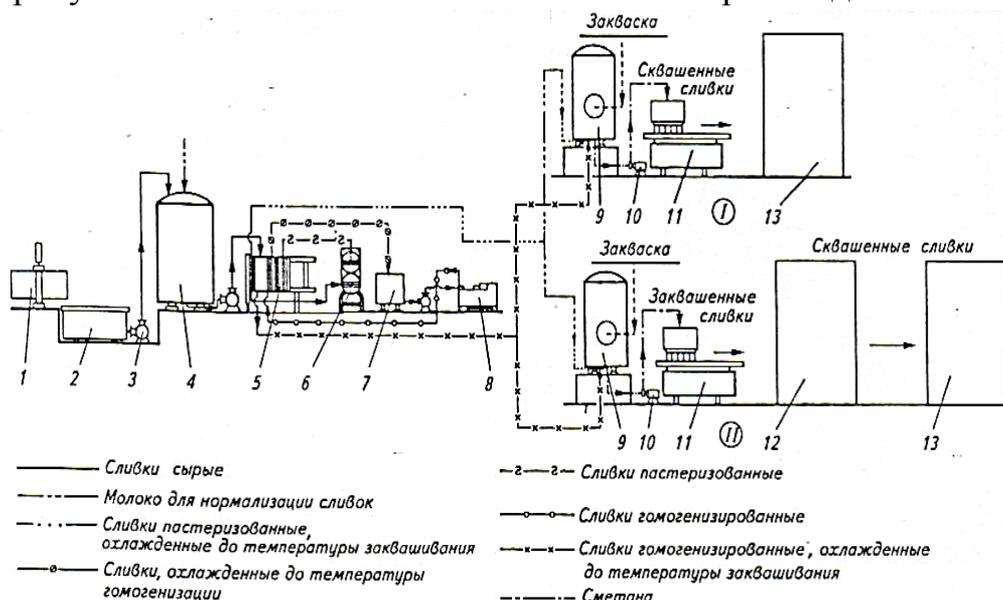


Рисунок 3.4 – Технологическая схема приготовления сметаны с применением гомогенизации сливок (I – резервуарный способ, II – термостатный способ):

1 – весы; 2 – приёмная емкость; 3, 10 – насосы; 4 – емкость для нормализации сливок; 5 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 6 – трубчатый пастеризатор; 7 – промежуточная ёмкость; 8 – гомогенизатор; 9 – аппарат для сквашивания сливок; 11 – фасовочный автомат; 12 – термостатная камера; 13 – холодильная камера

**Приемка сырья.** Для производства сметаны используют:

- молоко коровье, заготавливаемое по действующему стандарту;

- сливки с массовой долей жира не более 35 % и кислотностью не выше 17 °Т;
- обезжиренное молоко кислотностью не более 20 °Т, плотностью не менее 1030 кг/м<sup>3</sup>;
- пахту свежую кислотностью не более 19 °Т, плотностью не менее 1028 кг/м<sup>3</sup>, полученную при выработке сладкосливочного несоленого масла.

**Сепарирование молока.** Оптимальная температура сепарирования 35–45 °С. Массовая доля жира в сливках должна быть несколько выше массовой доли жира готовой сметаны, так как после внесения закваски (на цельном или обезжиренном молоке) жирность сливок снизится. Так, для сметаны 20 % массовая доля жира в сливках должна быть 21–25 %, для 25 % – 26–30 %, для 30 % – 31–35 %.

**Нормализация сливок.** Для получения сметаны стандартной жирности сливки нормализуют по массовой доле жира, добавляя цельное или обезжиренное молоко, свежую пахту либо более жирные сливки.

**Пастеризация, гомогенизация, охлаждение сливок.** Нормализованные сливки пастеризуют для максимального уничтожения посторонней микрофлоры, инактивации ферментов, обеспечения в готовой сметане необходимой консистенции и вкуса (ореховый). Режимы пастеризации жесткие, так как жир, обладая низкой теплопроводностью, защищает микроорганизмы, кроме того при высоких температурах происходят изменения белковой части, обеспечивающие хорошую консистенцию сметаны без синерезиса. Температура пастеризации 94±2 °С, выдержка 15–20 с. Процесс желательно вести в закрытой системе (уменьшаются потери витаминов и ароматических веществ, образующихся при пастеризации) – в трубчатых или пластинчатых установках.

Пастеризованные сливки охлаждаются в пластинчатых теплообменниках до температуры 65±5 °С и направляются на гомогенизацию. Допускается гомогенизация сливок до пастеризации при 60±10 °С.

Цель гомогенизации: повышение стойкости жировой эмульсии за счет уменьшения диаметра жировых шариков; дополнительное связывание влаги увеличенной поверхностью вновь образовавшихся жировых шариков; улучшение условий кристаллизации молочного жира при созревании сметаны, обеспечивающей формирование густой консистенции готовой продукции.

При производстве низкожирных видов сметаны гомогенизируют все сливки. При производстве сметаны 25 и 30 % гомогенизируют только часть сливок, соответственно 70–80 и 50–70 %, или полностью. Можно использовать одно- или двухступенчатую гомогенизацию. Чем выше жирность вырабатываемой сметаны, тем меньше давление гомогенизации для предотвращения дестабилизации жировой фазы.

После пастеризации и гомогенизации сливки немедленно охлаждают до температуры заквашивания и направляют в емкость для сквашивания. Температура заквашивания 20–24 °С (летом), 22–26 °С (зимой), 28–32 °С (при выработке сметаны ускоренным способом).

**Физическое созревание.** Для улучшения консистенции наряду с гомогенизацией применяют низкотемпературную обработку сливок (физическое созревание). Этот технологический прием также сокращает время выработки сметаны примерно в 2 раза (16 ч вместо 36 ч). Для этого пастеризованные гомогенизированные сливки охлаждают до температуры 2–6 °С и выдерживают при этой температуре 1–2 ч в емкости, предназначенной для сквашивания сливок (рисунок 3.5).

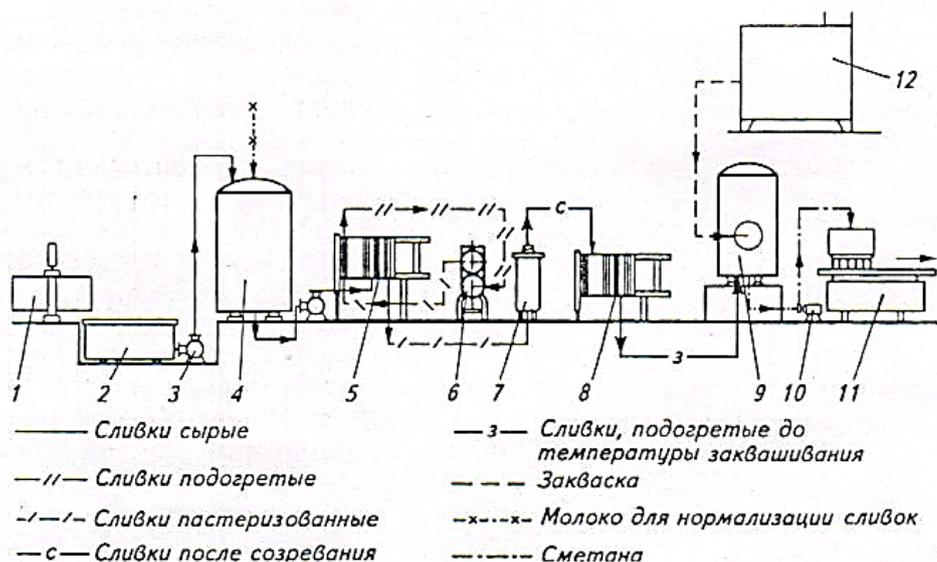


Рисунок 3.5 – Технологическая схема производства сметаны с применением созревания сливок перед сквашиванием:

1 – весы; 2 – приёмная ёмкость; 3, 10 – насосы; 4 – ёмкость для нормализации сливок; 5 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 6 – трубчатый пастеризатор; 7 – аппарат для созревания сливок; 8 – пластинчатый охладитель; 9 – промежуточная ёмкость; 11 – фасовочный автомат; 12 – заквасочник

В процессе созревания происходит массовая кристаллизация молочного жира, отвердевает 35–45 % жира. Многочисленные мелкие кристаллы скрепляют «жировыми мостиками» белковые стромы, увеличивая плотность сметаны, ее структурную прочность и тиксотропность. Затем сливки осторожно нагревают до температуры заквашивания не выше 24 °С во избежание расплавления отвердевшего жира. Для этого в рубашку емкости подают теплую воду (30 °С). Продукт, полученный этим способом, имеет более густую, плотную и стабильную консистенцию по сравнению с традиционным.

Допускается выработать сметану из негомогенизированных сливок, подвергнутых физическому созреванию при температуре  $4 \pm 2$  °С в течение не менее двух часов.

### 3.4.1 Резервуарный способ

**Заквашивание и сквашивание** сливок ведут в двухстенных емкостях. В подготовленные сливки разными способами вносят закваску: через некоторое время после начала заполнения емкости; одновременно со сливками (в потоке) или после наполнения емкости при постоянном перемешивании. Доза вносимой закваски на пастеризованном молоке – 2–5 % (до 10 %), на стерилизованном молоке – 1–2 %, активизированного бакконцентрата – 0,5–1 %. Также для производства сметаны используют закваски прямого внесения. Состав закваски: чистые культуры мезофильных лактококков – для сметаны 20 и 30 %, чистые культуры мезофильных и термофильных лактококков – для сметаны 10 и 15 %.

Заквашенные сливки перемешивают 10–15 мин. Повторно перемешивают через 1–1,5 ч, после чего их оставляют в покое для сквашивания. При сквашивании в результате жизнедеятельности микрофлоры заквасок образуется молочная кислота, вызывающая совместную коагуляцию казеина и сывороточных белков, накапливаются ароматические вещества (диацетил, ацетоин, летучие жирные кислоты, спирты, эфиры), определяющие вкус и аромат сметаны.

Сквашивание ведется до образования сгустка с кислотностью, зависящей от вида сметаны: 65–75 °Т (10 %), 55–75 °Т (15 %), 65±5 °Т (20 %), 60±5 °Т (25 %), 55±5 °Т (30 %). Время сквашивания 11–16 ч, если в состав закваски входят мезофильные лактобактерии, и 7–12 ч, если используется комбинированная закваска (мезофильные + термофильные лактобактерии).

**Перемешивание.** Сквашенные сливки перемешивают для получения однородной консистенции в течение 3–15 мин не очень интенсивно. Допускается охлаждение сметаны в емкости до температуры 16–18 °С для предотвращения излишнего нарастания кислотности.

**Фасование и упаковывание.** Сквашенные сливки рекомендуется направлять на фасовку самотеком, так как в сметане еще недостаточно прочные связи, которые могут разрушиться при механическом воздействии. Допускается использование поворотного-поршневого, шлангового, мембранных, ротационных насосов, сжатого воздуха. После фасовки сметану немедленно направляют на охлаждение и созревание.

**Охлаждение и созревание.** Сметана охлаждается до температуры не выше 6 °С в камерах с температурой 0–6 °С, одновременно происходит ее созревание. Процесс длится 6–12 ч, перемешивание при этом не допускается.

В процессе созревания приостанавливаются биохимические процессы, а именно нарастание кислотности, сохраняется активность ароматобразующей микрофлоры (накапливается аромат сметаны); сметана приобретает густую консистенцию за счет дополнительного отвердевания триглицеридов

молочного жира; усиливается прочность структуры сгустка; связывается некоторое количество влаги (набухает белок). После созревания продукт готов к реализации.

### **3.4.2 Термостатный способ**

Этим способом вырабатывают преимущественно сметану 20 %. Все процессы до охлаждения сливок до температуры заквашивания аналогичны резервуарному способу.

Заквашивание производят в танках или ваннах при температуре 20–26 °С. Смесь тщательно перемешивают 10–15 мин, разливают в тару и направляют в термостатную камеру с такой же температурой для сквашивания. Процесс длится до образования сгустка кислотностью 65–80 °Т. Затем сквашенные сливки переносят в холодильную камеру с температурой 0–6 °С и выдерживают 6–12 ч. Одновременно с охлаждением происходит созревание сметаны.

#### **Пороки сметаны:**

- Невыраженный, пресный вкус – недоброкачественная закваска, нарушение температуры сквашивания;
- Кормовые привкусы – переход из молока в сметану вкуса полыни и силоса. Аммиачный и хлевный привкус – длительное нахождение молока в плохо вентилируемом скотном дворе;
- Горький вкус – результат развития пептонизирующих бактерий в результате длительного хранения сырого молока при пониженных температурах;
- Металлический привкус – результат длительного хранения в плохо луженой посуде;
- Излишне кислый вкус – запоздалое охлаждение после сквашивания, длительное время сквашивания, хранение при высоких температурах;
- Уксуснокислый и маслянистый вкус – развитие посторонней микрофлоры, попавшей в молоко или закваску;
- Прогорклый вкус – обусловлен распадом жира под действием ферментов липаз;
- Салистый вкус – окислительные процессы жиров при длительном хранении или под действием прямых солнечных лучей;
- Дряблый сгусток – использование закваски с ослабленными культурами, сквашивание при низких температурах, нарушение температуры пастеризации;

- Выделение сыворотки – следствие неудовлетворительного качества сырья (низкое содержание сухих веществ), отклонение от нормального режима гомогенизации, нарушение температурного режима или времени сквашивания;
- Вспучивание консистенции – заражение закваски газообразующими бактериями, а также низкая температура сквашивания.

### **3.5 Технология производства творога**

Творог – кисломолочный продукт, произведенный с использованием заквасочных микроорганизмов (лактококков или смеси лактококков и термофильных молочнокислых стрептококков) и методов кислотной или кислотно-сычужной коагуляции молочного белка с последующим удалением сыворотки путем самопрессования, и (или) прессования, и (или) сепарирования (центрифугирования), и (или) ультрафильтрации с добавлением или без добавления составных частей молока (до или после сквашивания) в целях нормализации молочных продуктов.

#### *Классификация творога*

Творог в зависимости от молочного сырья изготавливают из:

- цельного молока;
- нормализованного молока;
- обезжиренного молока;
- восстановленного молока;
- их смесей.

Творог и творожные изделия представляют собой белковые продукты (14–18 % белка). В состав белков входят незаменимые аминокислоты, общее содержание которых в твороге составляет 5825–7680 мг %. Особо важное значение имеют метионин и холин, рекомендуемые при болезнях сердечно-сосудистой системы, печени, почек. Жир творога усваивается на 90–95 % и содержит незаменимые жирные кислоты. Минеральные вещества необходимы для образования костной ткани и обмена веществ. Особая роль принадлежит кальцию и фосфору. Кальций, содержание которого в твороге достигает 112–150 мг %, способствует нормальной деятельности сердечной мышцы и центральной нервной системы. Фосфор выполняет важную роль в функциях центральной и периферической нервной системы, обмене веществ, содержание его в твороге 217–224 мг %. Содержащийся в нем магний (23 мг %) участвует в минеральном обмене и процессах роста. Творог богат витаминами: С, гр. В, биотином, фолатином, холином, рибофлавином. Он обладает еще одним важным целебным свойством – способствует выведению из организма избытка холестерина, влияющего на развитие атеросклероза.

По методу образования сгустка различают два способа производства творога: кислотный, когда сгусток образуется под действием только молочной

кислоты, и кислотно-сычужный, когда кроме молочной кислоты в образовании сгустка участвует молокосвертывающий фермент.

По технологическим приемам и используемому оборудованию различают также два способа производства творога: традиционный (обычный) и раздельный. Традиционный способ выработки творога включает в себя кислотно-сычужный или кислотный способ.

### 3.5.1 Кислотно-сычужный способ

Технологический процесс включает следующие последовательно осуществляемые операции (рисунок 3.6):

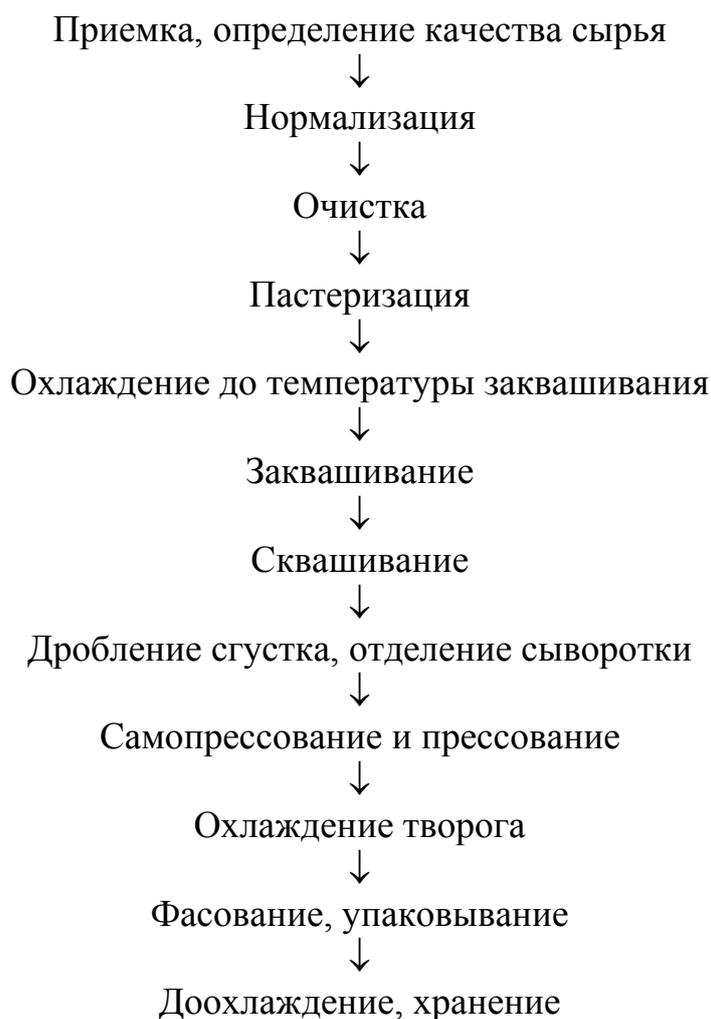


Рисунок 3.6 – Технологическая схема производства творога кислотно-сычужным способом

**Приемка, определение качества сырья.** На выработку творога направляют молоко, удовлетворяющее требованиям стандарта на заготавливаемое молоко, обезжиренное молоко с кислотностью не выше 21 °Т, пахту, полученную при производстве сладкосливочного масла методом сбивания или преобразования высокожирных сливок, сливки из коровьего молока с массовой долей жира 50–55 %, кислотностью плазмы не выше 24 °Т

**Нормализация** молока по массовой доле жира производится с учетом массовой доли белка в цельном молоке, что обеспечивает получение стандартного по массовой доле жира и массовой доле влаги продукта.

**Очистка.** Сырье, предназначенное для выработки творога, предварительно очищается на молокоочистителях.

**Пастеризация** нормализованного или обезжиренного молока, пахты осуществляется при температуре  $78\pm 2$  °С, выдержка 15–20 с. Такой относительно мягкий режим тепловой обработки выбран с расчетом, чтобы достичь максимальной бактериальной чистоты при минимальном воздействии на физико-химические и биохимические свойства молока, так как их изменение под действием высоких температур вызывает образование плохо обрабатываемого сгустка, а именно:

- высокие температуры пастеризации вызывают денатурацию сывороточных белков, усиливается их комплексообразование с казеином, что снижает способность молока к сычужному свертыванию; изменяются гидратные свойства казеина, что в конечном итоге приводит к образованию мягких, дряблых сгустков, обладающих низкой синергической способностью при обработке (готовый продукт имеет мажущую консистенцию). Кроме того, при обработке таких сгустков выделяется большое количество белковой пыли с сывороткой;

- с повышением температуры до 90 °С снижается активная концентрация ионов кальция (с 21 до 16 мг%), что также ведет к замедлению сычужного свертывания.

Однако следует иметь в виду, что повышение температуры пастеризации до 90 °С приводит к увеличению выхода творога на 20–25 %.

**Охлаждение до температуры заквашивания.** После пастеризации молоко охлаждают до температуры заквашивания: 26–30 °С – летом и 30–32 °С – зимой;  $37\pm 1$  °С – зимой при ускоренном способе и  $35\pm 1$  °С – летом при ускоренном способе. Если молоко после пастеризации не поступает непосредственно на переработку, его охлаждают до температуры  $6\pm 2$  °С и хранят при этой температуре не более 6 ч.

**Заквашивание** – внесение закваски,  $\text{CaCl}_2$  и сычужного фермента. Молоко заквашивают закваской на чистых культурах мезофильных молочнокислых стрептококков (1–5 %, если закваска приготовлена на пастеризованном молоке, 0,8–1 % – при выработке закваски на стерилизованном молоке). При ускоренном способе сквашивания применяют симбиотическую закваску, приготовленную на чистых культурах мезофильных и термофильных стрептококков (по 2,5 %). Время сквашивания при этом сокращается на 2,0–3,5 ч. Также в технологическом процессе используют закваски прямого внесения. После внесения закваски добавляют  $\text{CaCl}_2$  (из

расчета 400 г безводной соли на 1 т молока). Затем вносят раствор сычужного фермента или пепсина (говяжьего или свиного) или ферментного препарата из расчета 1 г активностью 100.000 МЕ на 1 т молока. Ферментные препараты вносят в виде 1 %-го водного раствора, приготовленного на кипяченой, охлажденной до температуры  $36\pm 2$  °С воде. Раствор пепсина готовят на кислой пастеризованной и осветленной сыворотке с температурой  $36\pm 2$  °С за 5–8 ч до употребления.

Закваску, фермент и  $\text{CaCl}_2$  вносят при тщательном перемешивании молока. Затем его перемешивают еще 10–15 мин и оставляют в покое до образования сгустка.

**Сквашивание** молока длится 6–8 ч с момента внесения закваски, при ускоренном способе – 4–5 ч. Продолжительность сквашивания может быть 8–10 ч, если вносят 1–2 % закваски и используют низкие температуры сквашивания – 26–28 °С. При этом кислотность сгустка достигает 58–60 °Т для жирного и полужирного творога, 66–70 °Т – для нежирного. Готовность сгустка можно также определить пробой на излом: в готовом сгустке излом ровный с блестящими краями, выделяется светло-зеленая прозрачная сыворотка. Если сгусток не готов, излом дряблый, расплывающийся, сыворотка мутная.

**Дробление сгустка, отделение сыворотки.** Для ускорения выделения сыворотки готовый сгусток разрезают проволочными ножами на кубики размером по ребру 2 см. Сначала сгусток режут на горизонтальные слои, затем на вертикальные по длине и ширине. Разрезанный сгусток оставляют в покое на 30–40 мин для выделения сыворотки. При разрезании недосквашенного сгустка повышаются потери из-за белковой пыли, отходящей с сывороткой; из переквашенного сгустка получается кислый творог с мажущейся консистенцией. В случае получения сгустка с плохим отделением сыворотки допускается подогрев до температуры  $40\pm 2$  °С (по сыворотке) с выдержкой при этой температуре 30–40 мин (жирный, полужирный) и  $37\pm 1$  °С с выдержкой 15–20 мин (нежирный творог). Затем сгусток охлаждают примерно на 10 °С в этой же ванне, подавая в межстенное пространство холодную или ледяную воду. Выделившуюся сыворотку удаляют самопрессованием и прессованием сгустка путем его разлива в бязевые или лавсановые мешки; нежирный продукт выливают на серпянку, натянутую на пресс-тележку.

**Самопрессование и прессование.** Мешки со сгустком завязывают и равномерно укладывают в пресс-тележку для самопрессования и прессования. На мешки накладывают металлическую пластинку и прилагают давление от винта пресса. Прессование длится не более 10 ч при 3–8 °С до получения творога со стандартной массовой долей влаги. Также для обезвоживания применяют трубчатые пресс-охладители системы Митрофанова, где

одновременно происходит охлаждение, и ротационные перфорированные барабаны.

**Охлаждение** творога до температуры 8–15 °С производят в цилиндрических охладителях, одно- и двухцилиндровых охладителях, трубчатых пресс-охладителях, барабанных охладителях или в холодильной камере в мешках или тележках. В результате охлаждения прекращается молочнокислое брожение с нарастанием излишней кислотности.

**Фасование, упаковывание.** Охлажденный творог фасуют в потребительскую и транспортную тару. Потребительская: кашированная фольга (250 г), коробочки из полистирола; транспортная: ящики полимерные, картонные и т. д.

**Доохлаждение, хранение.** Расфасованный творог при необходимости доохлаждается в холодильной камере до температуры не выше 6 °С.

### **3.5.2 Кислотный способ выработки творога**

Этим способом вырабатывают полужирный и нежирный творог. Такие операции, как приемка и определение качества сырья, нормализация, очистка, пастеризация, охлаждение до температуры заквашивания, т. е. первые 5 операций – такие же, как и в кислотно-сычужном способе.

**Заквашивание и сквашивание.** В пастеризованное нормализованное или обезжиренное молоко, пахту вносят закваски (состав, режимы те же), тщательно перемешивают 15–20 мин, затем оставляют в покое до получения сгустка кислотностью 70–80 °Т для творога 9 %, 80–85 °Т – для нежирного, 75–85 °Т – для творога 5 %. Сквашивание молока активной бактериальной закваской заканчивается через 7–9 ч с момента внесения закваски, через 5–7 ч – при ускоренном способе. В случае получения дряблого, недостаточно плотного сгустка допускается применение хлористого кальция в количестве 400 г безводной соли на 1 т молока.

**Дробление, подогрев и охлаждение сгустка.** Готовый сгусток разрезают так же, как в предыдущем способе. Так как он при кислотной коагуляции имеет меньшую прочность, чем сгусток, полученный кислотно-сычужной коагуляцией, и хуже обезвоживается, для усиления и ускорения выделения сыворотки используют его медленное подогревание в течение 30–60 мин. В межстенное пространство емкости вводят пар или горячую воду. Оптимальная температура подогрева сгустка (по сыворотке) 44±2 °С для творога 9 %, 40±2 °С – для нежирного. Нагретый сгусток выдерживают 20–30 мин, а затем охлаждают не менее чем на 10 °С, подавая в межстенное пространство холодную или ледяную воду. Далее технологический процесс аналогичен процессу выработки творога кислотно-сычужным способом.

### 3.5.3 Раздельный способ выработки творога

Отличается от традиционного тем, что сначала молоко разделяют на сливки (50-55 % жирности) и обезжиренное молоко, из обезжиренного молока кислотным-сычужным способом получают обезжиренный творог, который в дальнейшем смешивают со сливками.

Технологический процесс состоит из следующих операций: приемка сырья, подогрев и сепарирование молока, пастеризация и охлаждение сливок, пастеризация и охлаждение обезжиренного молока, заквашивание и сквашивание обезжиренного молока, разрезание сгустка, отделение сыворотки (обезвоживание) одним из способов (мешочки, творогоотделитель и др.), охлаждение обезжиренного творога, смешивание обезжиренного творога со сливками, фасование и доохлаждение готового продукта.

Машинно-аппаратурная схема представлена на рисунке 3.7.

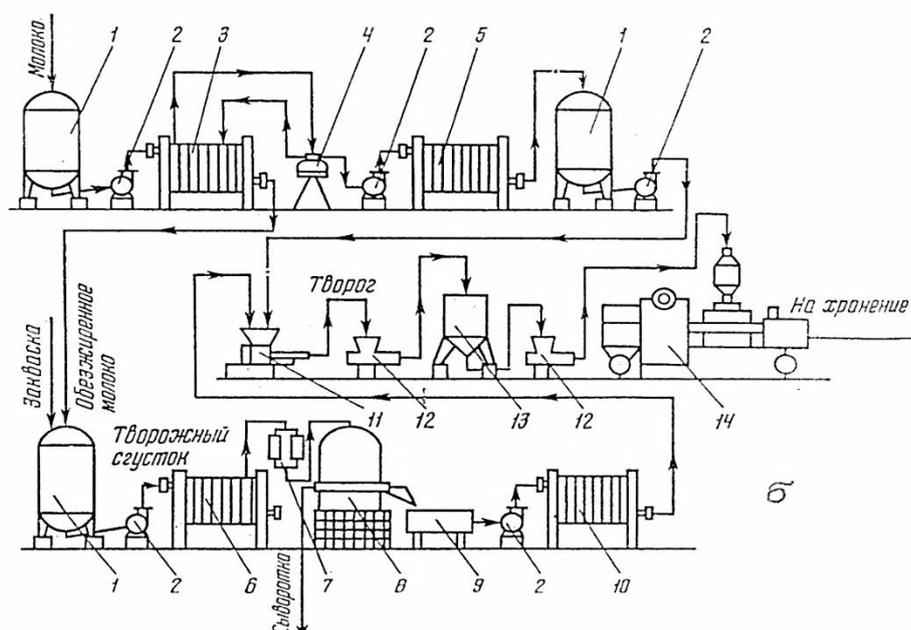


Рисунок 3.7 – Схема технологической линии производства творога раздельным способом:

1 – ёмкость для цельного, обезжиренного молока и сливок; 2, 12 – насосы; 3 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка для молока; 4 – сепаратор-сливкоотделитель; 5 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка для сливок; 6 – теплообменник для сгустка; 7 – сетчатые фильтры; 8 – сепаратор-творогоотделитель; 9 – ёмкость для обезжиренного творога; 10 – охладитель для творога; 11 – смеситель творога со сливками; 13 – ёмкость для творога; 14 – автомат для фасования и упаковывания творога

Сырое молоко подогревается в пластинчатой пастеризационно-охладительной установке для кисломолочных продуктов до температуры 35–48 °С и подается в сепаратор-сливкоотделитель. Полученные сливки 50–55 % пастеризуются на пастеризационно-охладительной установке для сливок при температуре  $88 \pm 2$  °С с выдержкой 15–20 с, охлаждаются там же сначала до  $38 \pm 8$  °С, а затем до  $8 \pm 2$  °С и направляются на смешивание с творогом. Разрешается хранить сливки до смешивания с творогом при

температуре  $8 \pm 2$  °С не более 5 ч и при  $3 \pm 2$  °С не более 18 ч. Пастеризовать, охлаждать и хранить сливки можно в двустенных емкостях.

Обезжиренное молоко возвращается в установку, где пастеризуется (температура  $78 \pm 2$  °С, выдержка 15–20 с), охлаждается до температуры заквашивания (26–32 °С) и направляется для сквашивания в ВК (ванны колье), ТИ (творогоизготовители) или двустенные емкости с мешалкой.

Заквашивание и сквашивание ведется по режимам производства творога кислотнo-сычужным способом без подогрева сгустка. Кислотность готового сгустка 66–76 °Т (через 6 ч). При отделении сыворотки с помощью сепаратора кислотность сгустка доводится до 90–100 °Т, иначе засоряются сопла творожного сепаратора.

Полученный сгусток тщательно перемешивается и насосом подается в пластинчатый теплообменник, где сначала подогревается до 60–62 °С, а затем охлаждается до температуры 28–32 °С для улучшения отделения сыворотки. Затем он насосом продавливается через специальные сетки (2 x 2 см) с получением зерна одинакового размера. Масса подается в специальный творожный сепаратор, где отделяется сыворотка с получением стандартного по массовой доле влаги творога (регулируется самим сепаратором). Затем нежирный творог поступает в охладитель, где охлаждается до температуры 8 °С и подается в дозатор–смеситель, где смешивается в потоке с холодными сливками и расфасовывается. Если обезжиренный творог получается грубой, неоднородной консистенции, его пропускают через вальцовку.

### **Пороки творога:**

– Кислый – возникает в результате перебивания сгустка, длительного самопрессования при повышенных температурах, недостаточного охлаждения после приготовления;

– Невыраженный (пустой), пресный – чаще всего обнаруживается в жирном твороге, выработанным сычужно-кислотным способом, когда нарастание кислотности отстает от уплотнения сгустка. При кислотном способе производства этот порок может возникнуть вследствие вымывания водой молочной кислоты;

– Нечистый – появляются при употреблении плохо вымытой и продезинфицированной посуды, аппаратуры, серпянок и мешковины, а также при хранении творога в невентилируемом помещении;

– Горький – может быть кормового (при поедании животными полыни) и бактериального происхождения (вследствие развития пептонизирующих бактерий). Этот порок вызывается также внесением повышенных доз пепсина при сквашивании;

– Прогорклый – обусловлен разложением жира плесенью, бактериями и ферментами. Появлению этого порока способствуют неплотная набивка продукта в кадки, хранение его при повышенных температурах и пастеризация при пониженных;

– Гнилостный и аммиачный привкус – является следствием глубокого разложения белка гнилостными бактериями. Чтобы предупредить этот порок, необходимо применять активную закваску молочнокислых бактерий;

– Дрожжевой привкус – обнаруживается в хранившемся длительное время твороге и сопровождается вспучиванием творожной массы и газообразованием. Чтобы избежать этого, творог нужно плотно набивать в кадки, хорошо его прессовать и хранить при низких температурах;

– Рыхлая консистенция – обусловлена низкими температурами пастеризации и высокими температурами сквашивания, применением заквасок малой активности, а также прессованием при повышенных температурах;

– Мажущаяся консистенция – вызывается переквашиванием сгустка, когда вследствие избытка молочной кислоты образуются растворимые лактаты казеина. Этот порок может быть также связан с плохим отделением сыворотки при низких температурах сквашивания;

– Крошливая, сухая и грубая консистенция – получается при недостаточной связанности частиц творога. Высокие температуры отваривания, слишком длительное прессование, недостаточная кислотность творога при сычужно-кислотном способе производства;

– Резинистая консистенция – присуща творогу, выработанному сычужно-кислотным способом. Она обуславливается быстрым уплотнением сгустка под воздействием повышенных доз фермента, недостаточной кислотностью и повышенными температурами сквашивания;

– Ослизлость – появляется в результате развития плесеней и некоторых бактерий из группы щелочеобразующих;

– Плесневение – возникает при длительном хранении продукта в неблагоприятных условиях. Плесень развивается не только на поверхности творога, но и внутри массы продукта при недостаточно плотной набивке кадки. Плесневению способствует также наличие сыворотки.

### **Контрольные вопросы**

1. На какие группы по составу микрофлоры можно условно разделить кисломолочные продукты?
2. Дайте характеристику процессу молочнокислого брожения.
3. Какие требования к закваскам предъявляют в молочной промышленности?

4. Как можно классифицировать кисломолочные продукты?
5. Чем отличается резервуарный способ производства кисломолочных продуктов от термостатного?
6. Перечислите пороки кисломолочных напитков и причины их возникновения.
7. Какие способы производства творога используются в молочной промышленности, в чем их отличия?

## 4 ПРОИЗВОДСТВО МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ

### 4.1 Теоретические основы консервирования

В сбалансированном питании велико значение коровьего молока, оно одинаково необходимо и обязательно человеку в любом возрасте. Однако молоко – скоропортящийся продукт, в свежем виде, только при охлаждении его до температуры менее 10 °С, оно сохраняется не более 2–3 сут. При такой низкой стойкости употребление его в свежем виде возможно только в местах непосредственного производства. Кроме того, получение молока носит сезонный и региональный характер, что не позволяет обеспечить им в свежем виде потребителей, живущих в регионах с неразвитым молочным скотоводством или работающих в экстремальных условиях (научные экспедиции, отдаленные стройки, полеты в космос). Из-за сезонности производства усложняется равномерное в течение года снабжение молоком в свежем виде населения крупных городов и промышленных центров. Невозможны также создание государственных продовольственных резервов и его экспорт в свежем виде. Следовательно, для удовлетворения перечисленных потребностей в молоке некоторую часть его необходимо консервировать.

Современное промышленное консервирование молока, молочного сырья основано на абиозе (отсутствие жизни) и анабиозе (подавление жизни). Принцип биоза (наличие жизни) как промышленный способ консервирования молока не используется. В свежесвыдоенном молоке лизоцимы как факторы естественного иммунитета лишь на непродолжительное время задерживают развитие бактерий, поэтому этот принцип используется только для сокращения времени резервирования молока для последующего консервирования его на основе абиоза и анабиоза.

Промышленное консервирование молока по принципу абиоза основано на тепловой стерилизации. В дополнение к тепловой стерилизации допускается использовать неприменяемый в терапии антибиотик низин. Из химических веществ допускаются сорбиновая кислота и ее соли, которые безвредны для человека и оказывают сильное бактерицидное действие на дрожжи и плесени. Тепловая стерилизация в комплексе с низином и сорбиновой кислотой обеспечивает получение стойкого в хранении продукта.

Из способов обработки, основанных на анабиозе, для консервирования молока, молочного сырья применяются: замораживание воды, снижение активности, доступности воды и сушка продукта.

Торможение биохимических процессов замораживанием и хранение пищевых продуктов в замороженном состоянии основано на изменении фазового состояния воды. В замороженном состоянии она недоступна для микроорганизмов.

Эффективная концентрация воды для жизнедеятельности

микроорганизмов характеризуется показателем ее активности  $a_w$ . Количественно этот показатель рассчитывается по формуле (4.1):

$$a_w = P/P_0, \quad (4.1)$$

где  $P$  – давление пара растворителя;  $P_a$ ,  $P_0$  – давление водяного пара, Па.

Если показатель  $a_w$  составляет 0,65 или 0,85, это показывает, что продукт находится в состоянии равновесия с относительной влажностью 65 или 85 % (влажность таких продуктов 15–30 %).

Оптимальное значение показателя  $a_w$  равно для большинства бактерий 0,99–0,95, для дрожжей и плесеней 0,88–0,65. Наиболее чувствительны к изменению показателя бактерии, наименее – плесени и дрожжи. Некоторые из микроскопических грибов развиваются даже при  $a_w$ , близком к 0,6. При  $a_w$  ниже 0,5 большая часть воды находится в капиллярах диаметром менее 1 нм и недоступна для микроорганизмов.

Показатель активности воды в молоке можно уменьшить сгущением, растворением различных веществ или одновременно и тем, и другим. При этом увеличивается осмотическое давление (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Зависимость между показателем активности воды, осмотическим давлением и продолжительностью хранения

Молоко	Способ регулирования $a_w$	$a_w$	$P_{осм}$ , МПа
Цельное	Отсутствует	0,99–0,9	2–3
Цельное сгущенное	Концентрирование сгущением	0,9–0,88	3–4
Цельное сгущенное с сахаром	Концентрирование сгущением и растворением сахара (массовая доля сахарозы в воде продукта 62,5–63,5)	0,85–0,83	16–18

Активность воды  $a_w$  и осмотическое давление  $P_{осм}$  связаны уравнением (4.2):

$$P_{осм} = (RT/V_l) \ln a_w, \quad (4.2)$$

где  $R$  – универсальная газовая постоянная;  $T$  – абсолютная температура;  $V_l$  – молярный объем растворителя.

Активность воды отражает внутреннее состояние продукта, осмотическое давление характеризует взаимодействие продукта с внешней средой.

При производстве сгущенных молочных консервов для регулирования показателей активности воды и соответственно осмотического давления одновременно со сгущением добавляют сахар-песок. Сахароза обладает высокой растворимостью и не вступает в реакцию с составными частями молока. Моносахара – глюкоза, фруктоза, галактоза – менее растворимы и

легко вступают в реакцию с белками молока (меланоидинообразование), вызывая необратимые изменения продуктов. Перспективным является использование для консервирования глюкозо-фруктозных сиропов, получаемых из крахмала и крахмалсодержащего сырья как обеспечивающих наименьшие изменения составных частей молока.

Обезвоживание молока, молочного сырья как промышленный способ консервирования, основанный на анабиозе (ксероанабиз), широко применяется при производстве сухих молочных продуктов. Сущность его состоит в удалении из консервируемого сырья всей свободной и сохранении всей связанной воды, благодаря чему жизнедеятельность микроорганизмов подавляется, так как связанная вода недоступна для них. Кроме того, связанная вода необходима для сохранения обратимости составных частей сухого вещества молока при восстановлении. На белки молока ее приходится 95 %, поэтому конечная массовая доля влаги в том или ином сухом молочном продукте устанавливается в зависимости от массовой доли белка в каждом из них и колеблется от 1,5 до 5 %. В герметически укупоренных сухих молочных консервах исключается увлажнение продуктов при хранении, поэтому они могут длительное время храниться без порчи. Классификация выпускаемых молочной промышленностью консервов в зависимости от способов консервирования приведена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Классификация молочных консервов в зависимости от способов консервирования

Принцип консервирования	Способ консервирования	Молочные консервы
Абиоз	Тепловая стерилизация	Молоко сгущенное стерилизованное Молоко концентрированное стерилизованное Молоко нежирное стерилизованное Молоко сгущенное стерилизованное с кофе Молоко сгущенное стерилизованное с какао Сливки стерилизованные
Анабиоз:		
Осмоанабиоз	Сгущение	Молоко цельное сгущенное с сахаром Молоко нежирное сгущенное с сахаром Сливки сгущенные с сахаром Консервы со сгущенным молоком, сахаром и наполнителями (кофе, какао)
Ксероанабиоз	Сушка	Молоко коровье цельное сухое Молоко коровье обезжиренное сухое Сливки сухие Продукты сухие кисломолочные Пахта сухая

## **4.2 Общие технологические операции производства молочных консервов**

Несмотря на большое разнообразие консервированных молочных продуктов, начальные стадии процесса их производства характеризуются общностью технологии. К общим технологическим операциям относятся: приемка молока, очистка, предварительная тепловая обработка (термизация) и охлаждение, промежуточное хранение, сепарирование, нормализация, тепловая обработка, гомогенизация.

**Приемка сырья.** К сырью, предназначенному для производства молочных консервов, предъявляют повышенные требования, так как пороки сырого молока в результате концентрирования сухих веществ усиливаются. Для консервирования пригодно натуральное молоко, соответствующее требованиям нормативной документации. Кроме того, следует учитывать содержание сывороточных белков, которые понижают термостойкость. По этой причине считается непригодным для выработки консервов молозиво и стародойное молоко. Более пригодно молоко с меньшими размерами жировых шариков и мицелл казеина, так как в нем замедляется отстаивание белково-жирового слоя при хранении. Таким образом, пригодность сырья устанавливают по результатам физико-химических и бактериологических анализов, а также органолептической проверки.

**Очистка, охлаждение молока.** Молоко, предназначенное для консервирования, должно быть очищено от посторонних примесей и микроорганизмов. Наиболее эффективно использование сепараторов-молокоочистителей без предварительного подогрева молока с целью сохранения его термоустойчивости. Еще более эффективны сепараторы-бактериоотделители (со скоростью вращения барабана  $250-300 \text{ с}^{-1}$ ). Можно также использовать сепараторы-диспергаторы, где кроме очистки происходит и гомогенизация цельного молока. Для обеспечения бесперебойной работы оборудования (вакуум-выпарных установок) и подбора термостойкого молока возникает необходимость в его охлаждении и резервировании. Режимы охлаждения выбирают в зависимости от продолжительности резервирования. Наиболее оптимальные условия – это охлаждение до  $4-8 \text{ }^\circ\text{C}$  и хранение не более 12 ч.

**Сепарирование** осуществляется для получения компонентов нормализации, сливок, перерабатываемых в сгущенные или сухие сливки, обезжиренного молока, перерабатываемого в сгущенное или сухое обезжиренное молоко.

**Нормализация исходной смеси.** Осуществляется для получения в молочных консервах необходимого соотношения между составными частями сухого вещества. При этом соотношения массовых долей любых двух

составных частей сухого вещества в нормализованной смеси и готовом продукте должны быть одинаковыми.

**Пастеризация** нормализованной смеси обеспечивает высокую эффективность воздействия на микрофлору и инактивацию ферментов при максимально возможном сохранении исходных свойств молока.

В производстве сгущенных молочных консервов применяют следующие режимы тепловой обработки:

- температура 90–95 °С без выдержки;
- температура 90–95 °С с вынужденной выдержкой не менее 30 мин при 70–75 °С;
- температура 95 °С с выдержкой 10 мин;
- температура выше 100 °С без выдержки (или с вынужденной выдержкой не менее 30 мин при 70–75 °С),
- УВТ-обработка.

Эффективность пастеризации при этом должна составить 99,999–99,9999 %. Количество остаточной микрофлоры не должно превышать десятков клеток в 1 мл молока, среди них не должно быть липолитических и протеолитических микроорганизмов и липазы.

В результате тепловой обработки возрастает размер частиц казеина, изменяются гидратационные свойства белков, денатурируют сывороточные белки, усиливается комплексобразование казеина и сывороточных белков, происходит частичный гидролиз и дефосфорилирование казеина и переход растворимых форм Са в нерастворимые. Все эти изменения определяют качество и стойкость молочных консервов.

**Гомогенизация** в производстве сухих и сгущенных молочных консервов должна быть обязательной операцией, так как обеспечивает повышение их стойкости при хранении, улучшает усвояемость. Площадь поверхности жировых шариков увеличивается в 5–10 раз, из одного жирового шарика с диаметром 6 мкм образуется более 200 жировых шариков с диаметром 1 мкм. Средний диаметр белковых частиц уменьшается с 107 нм в исходном молоке до 59 нм после гомогенизации. Следует иметь в виду, что после гомогенизации нарушается равновесие белкового комплекса, что отрицательно сказывается на термоустойчивости молока.

Режимы гомогенизации: температура 60–65 °С, давление 8–10 МПа и температура 75–80 °С, давление 10–12 Мпа для кофе со сгущенным молоком или сливками.

#### **4.3 Технология производства сгущенного цельного молока**

Сгущенное с сахаром цельное молоко – концентрированный или сгущенный молочный продукт с сахаром, в котором массовая доля сухих

веществ молока составляет не менее 28,5 %, массовая доля молочного белка в сухих обезжиренных веществах молока – не менее 34 % и массовая доля молочного жира – не менее 8,5 %.

Машинно-аппаратурная схема выработки сгущенного молока представлена на рисунке 4.1.

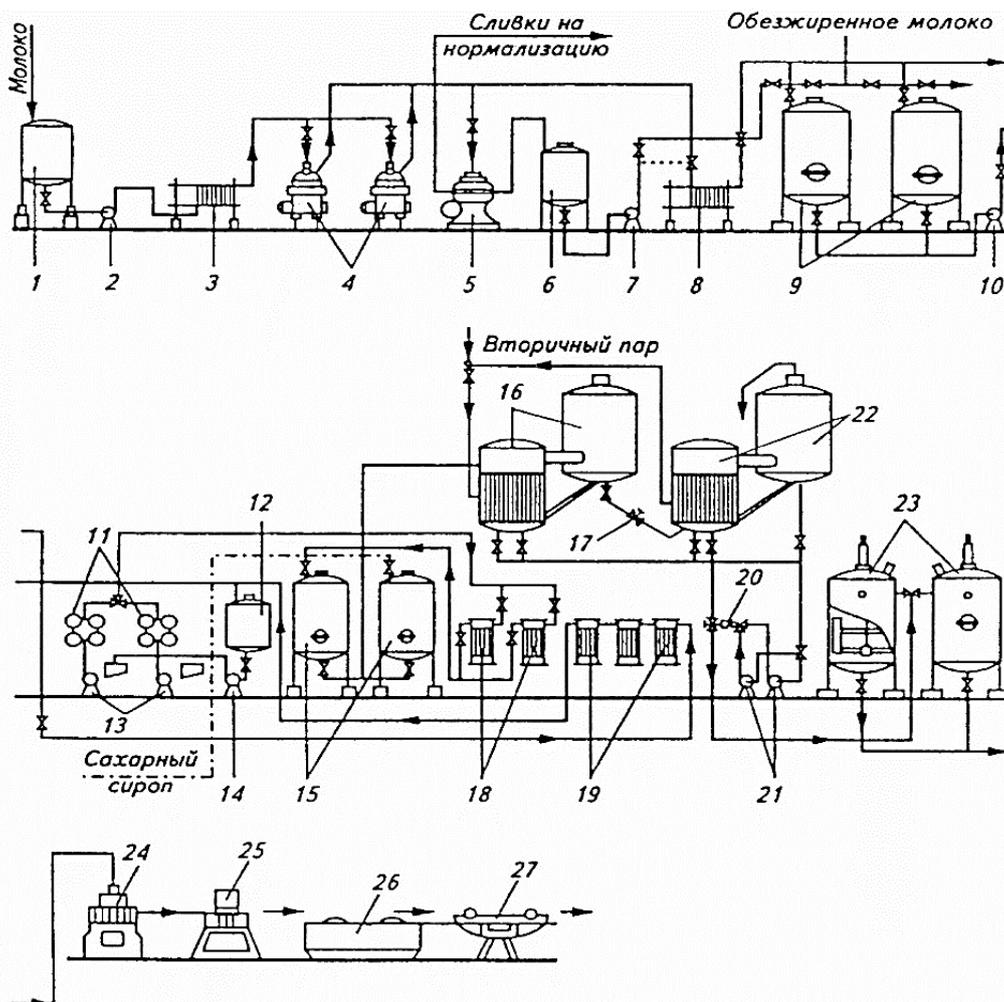


Рисунок 4.1 – Технологическая схема производства сгущенных молочных консервов с сахаром:

1 – приёмная ёмкость; 2, 7, 10, 13, 14, 21 – насосы; 3 – пластинчатый нагреватель; 4 – сепараторы-молокоочистители; 5 – сепаратор-сливкоотделитель; 6 – ёмкость для обезжиренного молока; 8 – пластинчатый охладитель; 9, 12, 15 – ёмкости; 11 – трубчатые пастеризаторы; 16, 22 – вакуум-аппараты; 17, 20 – регуляторы уровня; 18 – трубчатые охладители; 19 – трубчатые подогреватели; 23 – вакуум-охладитель; 24 – наполнитель; 25 – закаточная машина; 26 – моечно-сушильный агрегат; 27 – этикетировочная машина

Продукты вырабатывают периодическим и непрерывно-поточным способами. Начальные операции, общие для всех сгущенных молочных консервов, описаны выше.

**Приготовление и внесение сахарного сиропа.** Оптимальная концентрация сахарозы в молоке цельном сгущенном с сахаром 62,5–63,5 %. Концентрация – это весовое отношение сахара к смеси сахара и воды в готовом

продукте – «сахарное число», или «сахарное отношение». Применяемый для консервирования сахар-песок должен иметь массовые доли сахарозы не менее 99,75 %, инвертного сахара – не более 0,05 %, влаги – не более 0,14 %. При увлажнении качество сахара снижается, при этом также происходит инверсия сахарозы. В связи с этим обязательным является предупреждение увлажнения сахара-песка.

При периодическом способе производства сахар-песок растворяют в воде (питьевой), при непрерывно-поточном – в цельном молоке. Водный раствор сахара доводят до кипения (температура 102-105 °С) для стерильности. Оптимальная массовая доля сухих веществ сахарного сиропа 60-65 %. Для предупреждения инверсии сахарозы выдержка готового сахарного сиропа более 20 мин не допускается. Перед поступлением в вакуум-выпарную установку (ВВУ) сироп фильтруют через марлю, лавсан, очищают на сепараторе-молокоочистителе. Сироп поступает в ВВУ вместе с молоком или поэтапно: сироп – молочная смесь – сироп. Температура сиропа при смешивании не ниже 80 °С.

**Сгущение** – это частичное удаление свободной влаги. С целью снижения отрицательного влияния высокой температуры при выпаривании используют вакуум-выпарные установки (ВВУ), в которых обеспечиваются низкие температуры парообразования (50–70 °С).

ВВУ, применяемые для сгущения молока, делят на 2 группы:

1 группа – одно- и многокорпусные пленочные или пластинчатые с поточным поступлением в них сырья и поточным выпуском сгущенного продукта;

2 группа – одно- и многокорпусные циркуляционные (объемные) установки с многократной циркуляцией (рисунок 4.2).

В пленочных ВВУ выпариваемая жидкость нагревается при движении ее по поверхности теплообмена пленкой толщиной 2–10 мм, при этом время теплового воздействия на молоко сокращается и лучше сохраняются его исходные свойства. При многокорпусном выпаривании по мере повышения концентрации продукта при перемещении его из корпуса в корпус температура сгущения снижается, благодаря чему полнее сохраняются исходные свойства молока.

Циркуляционные ВВУ работают заполненными выпариваемым сырьем до рабочей вместимости, равной  $\approx 0,6$  объема испаряемой влаги в час. В таких ВВУ температура кипения молока в течение всего процесса сгущения должна быть не выше:

- для однокорпусных – 55–58 °С (в середине варки) и 60–63 °С в конце варки;

- для двухкорпусных – 70–80 °С в первом корпусе, 50–52 °С во втором корпусе.

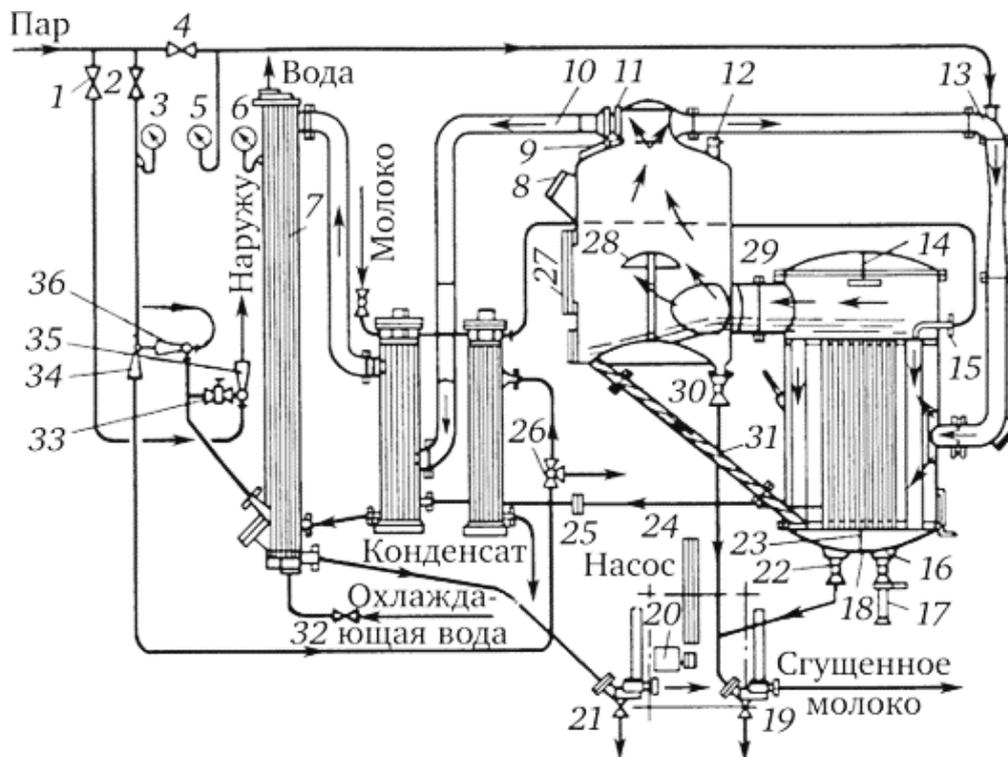


Рисунок 4.2 – Циркуляционная однокорпусная вакуум-выпарная установка:

1, 2, 4 – вентили на паропроводах; 3, 5 – манометры; 6 – вакуумметр; 7 – поверхностный конденсатор; 8 – смотровое окно; 9 – осветитель; 10 – трубопровод; 11 – термометр; 12 – воздушный кран; 13 – термокомпрессор; 14 – верхняя перегородка с окном; 15 – патрубок подачи сырья; 16, 22, 30 – краны; 17 – пробоотборник; 18 – сферическое днище калоризатора; 19 – насос для откачивания сгущенного продукта; 20 – приводной механизм насосов; 21 – насос для откачивания конденсата; 23 – нижняя перегородка; 24 – трубопровод для конденсата; 25 – подпорная шайба; 26 – трехходовой вентиль; 27 – люк; 28 – зонтик-отражатель; 29 – соединительный трубопровод; 31 – циркуляционная труба; 32 – вентиль на водяной трубе; 33 – вентиль; 34, 36 – двухступенчатый эжектор; 35 – пусковой эжектор

**Охлаждение.** По выходе из ВВУ температура сгущенного молока с сахаром колеблется в пределах 45–60 °С в зависимости от применяемого оборудования и способа выпаривания, поэтому продукт необходимо охладить, при этом его вязкость увеличивается в 2–3 раза, изменяются некоторые составные части сухого вещества, прежде всего лактозы.

До упаковки в тару продукт охлаждают периодически или в потоке в теплообменниках с использованием в качестве хладагента воды или самоиспарением в вакуум-охладителях.

В пластинчатых теплообменниках обеспечивается охлаждение продукта с температуры 50 °С до 20–22 °С за 1–2 мин. За рубежом сгущенное молоко с

сахаром охлаждают в двухступенчатой пластинчатой установке при таких режимах:

- поточное охлаждение на первой ступени до температуры 32,2 °С;
- смешивание с затравкой в потоке;
- охлаждение на второй ступени до 17,2 °С с последующей фасовкой.

В настоящее время при производстве сгущенных молочных консервов с сахаром наиболее распространено сгущение в периодически действующих циркуляционных ВВУ. Этим объясняется широкое использование периодического способа охлаждения молочных консервов в охладителях, входящих в комплект ВВУ. Процесс охлаждения в них осуществляется в условиях вакуума – в вакуум-охладителях периодического действия. Вакуумное охлаждение отличается высокой скоростью, особенно при подаче продукта в аппарат распылением, т. к. суммарная площадь испарения при этом значительно больше площади испарения при подаче продукта в виде сплошной струи или в виде струи, распадающейся на капли. Одновременно с охлаждением, которое происходит за счет кипения продукта в условиях вакуума (внутренняя теплота продукта расходуется на парообразование кипением), продукт дополнительно подсушивается на 3,0–3,5 %. Вязкость увеличивается в 2–3 раза, а лактоза за счет пересыщения ею раствора частично кристаллизуется. Размеры кристаллов не должны превышать 10–11 мкм, только тогда они не ощущаются органолептически.

Кристаллизация лактозы в сгущенном молоке с сахаром протекает в соответствии с молекулярно-кинетической теорией кристаллизации в 2 стадии: зарождение и рост кристаллов. Основным условием зарождения центров кристаллизации является пересыщение раствора. Для массового зарождения необходимо быстрое охлаждение. На скорость и массовость зарождения центров кристаллизации положительно влияет перемешивание.

Для лактозы характерен гетерогенный механизм образования зародышей, поэтому в этом случае необходимо наличие базисной поверхности кристаллизации, роль которой выполняет затравка в виде мелкокристаллической рафинированной лактозы. Сущность процесса состоит в том, что при подаче продукта на охлаждение в вакуум-охладитель возникают местные скопления растворенной лактозы, которые по размерам приближаются к критическим для зарождения кристаллов, но не достигают их, а размещение молекул в растворе еще недостаточно соответствует необходимому положению их в узлах кристаллической решетки. Спонтанная кристаллизация не успевает возникнуть, для этого необходима затравка. Таким образом, для получения качественного продукта необходимо быстрое охлаждение, интенсивное перемешивание и обязательное внесение затравки.

**При периодическом способе** производства сгущенного молока с сахаром режимы одноступенчатого охлаждения в вакуум-охладителе такие:

- начальное разряжение не менее 933 гПа;
- распыление и интенсивное охлаждение продукта в период подачи (уменьшение температуры на 10–15 °С);
- непрерывная работа мешалки;
- внесение затравки при температуре 30–37 °С (устанавливает лаборатория по графику);
- доза мелкокристаллической рафинированной лактозы не менее 0,02 % массы продукта;
- общее время охлаждения 40–60 мин при разрежении 97–998 гПа.

Преимуществом вакуумного охлаждения является возможность регулирования состава продукта в процессе охлаждения, а не после него. Если необходимо добавить воду, ее вносят в пастеризованном виде в процессе охлаждения, а не после его завершения.

Готовый продукт фасуют в потребительскую тару.

**Непрерывно-поточный способ производства цельного сгущенного молока с сахаром.** По сравнению с периодическим, непрерывно-поточный способ производства имеет следующие особенности:

- поточное растворение сахара в молоке;
- периодическое смешивание компонента нормализации (сливок или обезжиренного молока) с молочно-сахарной смесью и экстрактами;
- обязательный контроль смеси всех компонентов до выпаривания;
- непрерывно-поточное выпаривание общей смеси;
- непрерывно-поточное охлаждение готового продукта;
- поточное внесение затравки в охлажденный продукт;
- гомогенизация проводится только в случаях, когда показатели вязкости продукта низкие и не соответствуют требуемым стандартам.

По ходу технологического процесса предусмотрено трехкратное смещение его во времени, что обусловлено необходимостью резервирования:

- 1) цельного молока для расчетов нормализации и сахара;
- 2) молочно-сахарной смеси для внесения в нее компонентов нормализации (сливки или обезжиренное молоко);
- 3) охлажденного готового продукта перед фасовкой в целях завершения процесса кристаллизации лактозы и контроля соответствия состава продукта стандарту.

При непрерывно-поточном способе производства цельного сгущенного молока с сахаром принятое по качеству и количеству цельное молоко очищают, охлаждают до температуры 5 °С и резервируют на некоторое время для расчета компонентов смеси (обезжиренное молоко или сливки, сахар, цельное молоко). Затем часть цельного молока сепарируют для получения компонентов нормализации (обезжиренное молоко и сливки), а остальную часть подогревают до температуры 65 °С и растворяют в ней сахар. Полученную

молочно-сахарную смесь охлаждают до 15 °С, фильтруют, а затем очищают на сепараторе–диспергаторе при температуре 56 °С. Затем эту смесь подогревают до температуры 74 °С и выдерживают 15 с (пастеризация смеси повышает ее термостойкость), охлаждают ледяной водой до 5 °С и направляют в емкость для нормализации, куда добавляют сливки или обезжиренное молоко (пахту).

Нормализованную смесь непрерывно направляют из емкости для хранения в уравнивательный бак ВВУ. ВВУ состоит из трех корпусов и финишера (четвертый корпус). Смесь подогревают в трубчатых подогревателях, находящихся в пароотделителях, до температуры 41, 57 и 75 °С, соответственно в третьем, втором и первом корпусах ВВУ. Затем смесь идет в деаэратор, где она охлаждается до температуры 58–62 °С и одновременно освобождается от воздуха и газов. Затем ее подогревают в четвертом подогревателе до 83–87 °С и направляют на тепловую обработку в двухсекционный трубчатый пастеризатор, где в первой секции температура 100–110 °С, во второй – 115–125 °С, а оттуда – в испарительный бак, где температура снижается до 95 °С за счет самоиспарения.

Смесь непрерывно сгущают в первом и третьем корпусах ВВУ при температурах 78 и 48 °С, затем во втором и четвертом корпусах (финишер) при температурах 60 и 50 °С и через датчик регулятора плотности подают в емкость для сгущенной смеси.

Гомогенизируют смесь (при необходимости) при температуре 50 °С и  $P = 2-2,5$  МПа.

Охлаждают продукт в потоке до 20–23 °С в пластинчатом охладителе и в потоке вносят затравку лактозы с размерами кристаллов не более 3–4 мкм из расчета 0,02 % к массе продукта; затравку предварительно прогревают при температуре 105 °С для уничтожения микроорганизмов.

Продукт с внесенной затравкой лактозы подают в емкость, где выдерживают 4–6 ч до завершения процесса кристаллизации при постоянном перемешивании.

После определения качественных показателей готовый продукт упаковывают и маркируют.

#### **Пороки сгущенного молока:**

– Загустевание – изменение состава молока; нарушение режимов тепловой обработки; невысокая доля влаги и повышение температуры хранения;

– Расслоение с отслаиванием белково-жирового слоя и выпадение в осадок кристаллов лактозы – невысокая вязкость молока в осенне-зимний период; отсутствие или недостаточная гомогенизация смеси; низкое содержание СОМО. Нарушение режима охлаждения в вакуум-охладителе.

Применение затравки с частицами размером более 5 мкм и массовой долей белка выше нормы;

- Выпадение кристаллов сахарозы – кристаллизация сахарозы при ее содержании более 64,5 % в водной части. Хранение при температуре, близкой к 0 °С;

- Ложный бомбаж – термическое сжатие и расширение продукта в металлической банке в результате перепада температур;

- Горьковатый или прогорклый вкус – липолиз жира при длительном резервировании молока в сыром виде;

- Нечистый вкус – протеолиз белков;

- Слабый кормовой привкус – использование сахара-песка с массовой долей инертного сахара более 1 %. Использование молока с таким привкусом;

- Потемнение продукта – образование меланоидов при температуре хранения 20–25 °С;

- Бомбаж - вздутие тары в результате газообразования, возбудителями которого являются осмофильные дрожжи;

- Плесневение и образование «пуговиц» – протеолиз белков шоколадно-коричневой плесенью и другими разновидностями осмофильных плесеней, которые являются вторичной микрофлорой.

#### **4.4 Технология производства сухих молочных консервов**

В зависимости от массовой доли жира сухое молоко подразделяют на:

- обезжиренное;
- частично обезжиренное;
- цельное.

Сухое обезжиренное молоко – сухой молочный продукт, в котором массовая доля сухих веществ молока составляет не менее 95 %, массовая доля молочного белка в сухих обезжиренных веществах молока – не менее 34 % и массовая доля молочного жира – не более 1,5 %.

Сухое цельное молоко – сухой молочный продукт, в котором массовая доля сухих веществ молока составляет не менее 95 %, массовая доля молочного белка в сухих обезжиренных веществах молока – не менее 34 % и массовая доля молочного жира – не менее 26 и не более 42 %. Основная технологическая схема производства сухих молочных консервов показана на рисунке 4.3.

**Приемка молока.** Осуществляется так же, как и при производстве сгущенных молочных консервов.

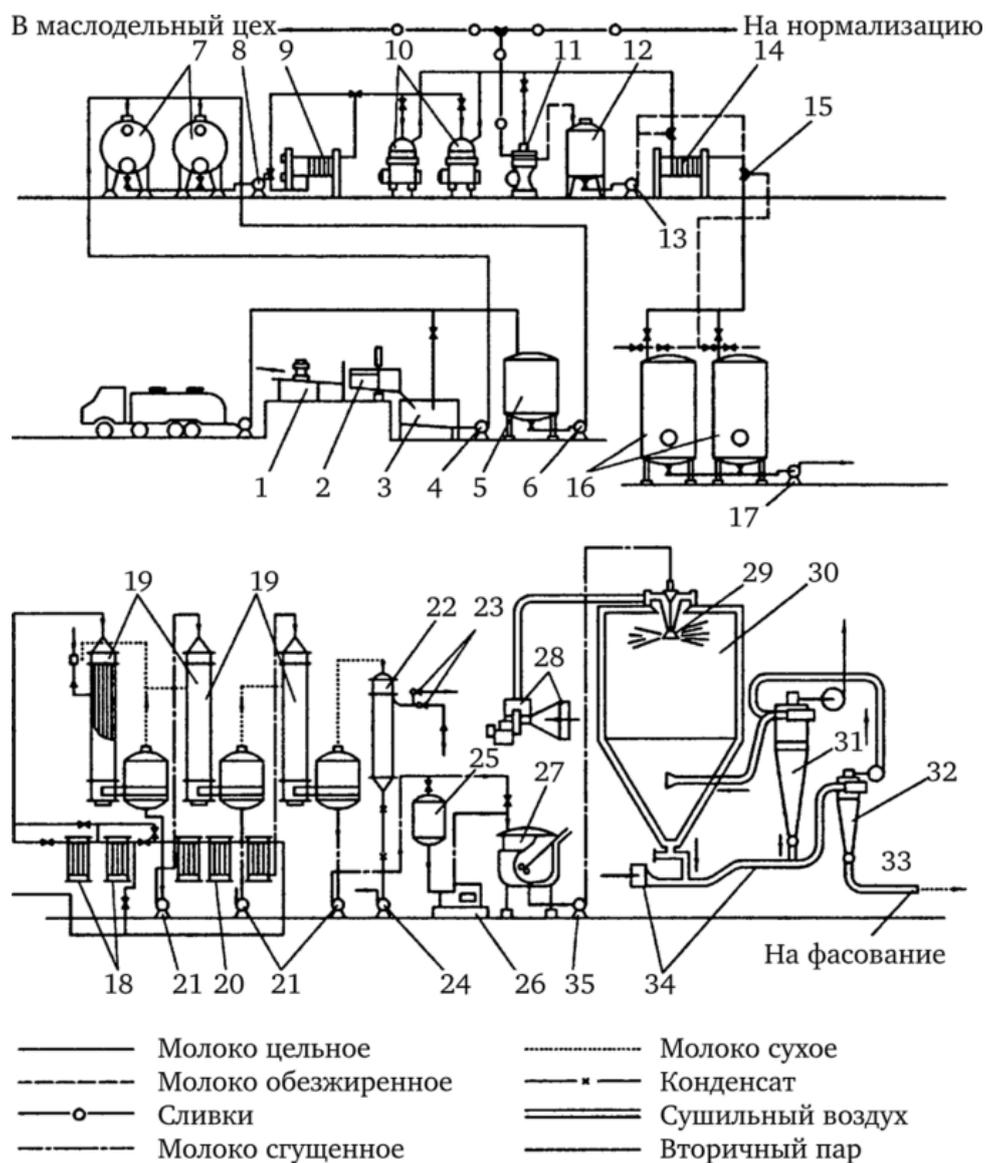


Рисунок 4.3 – Аппаратурно-технологическая схема производства молока цельного сухого:

1 – рольганг; 2 – весы для молока; 3 – бак приемный; 4 – насос для молока; 5 – емкость с тензометрическим устройством для взвешивания молока; 6, 8, 13, 17, 21, 24, 35 – насосы; 7, 16 – емкости для хранения молока; 9 – подогреватель пластинчатый; 10 – молокоочиститель центробежный; 11 – сепаратор-сливкоотделитель; 12 – емкость для хранения обезжиренного молока; 14 – охладитель пластинчатый; 15 – счетчик для обезжиренного молока; 18 – подогреватели трубчатые для окончательного нагревания молока (сдвоенные); 19 – вакуум-выпарной аппарат пленочный трехступенчатый; 20 – подогреватели трубчатые для предварительного нагревания молока; 22 – конденсатор; 23 – парозежкторный блок; 25 – бак промежуточный; 26 – гомогенизатор; 27 – емкость промежуточная с мешалкой; 28 – калорифер; 29 – распыливающий диск; 30 – сушилка распылительная; 31 – циклон основной; 32 – циклон разгрузочный; 33 – выдача продукта на фасование; 34 – устройство для охлаждения сухого молока

**Очистка и охлаждение.** Молоко очищают с подогревом и направляют на переработку или охлаждают до 2–8 °С.

**Промежуточное хранение** происходит при температуре 2–8 °С не более 24 ч при периодическом перемешивании, чтобы не было отстоя жира.

**Нормализация** проводится добавлением сливок, обезжиренного молока или пахты.

**Пастеризация** осуществляется при температуре не ниже 90 °С без выдержки, желательнее при температуре 95 °С. Для СОМ и молока сухого с гидрожиром температура пастеризации 75–77 °С для пленочной сушки, 85–87 °С – для распылительной сушки.

**Сгущение** молока перед сушкой обязательно, это экономит затраты теплоты и повышает производительность сушильной установки. Оптимальная степень сгущения молока в циркуляционной ВВУ 43–48 % при температуре 68–70 °С в первом корпусе и 50–52 °С – во втором; в аппаратах, работающих по принципу падающей пленки, – 52–54 % при температуре 72–74 °С в первом корпусе, 60–72 °С – во втором, 46–48 °С – в третьем корпусе. Продолжительность сгущения соответственно 50 и 3–4 мин. При выработке СОМ и сухой пахты на вальцовых сушилках сгущение ведут до массовой доли сухих веществ 30–32 %.

**Гомогенизация** обеспечивает уменьшение массовой доли «свободного жира» в сухом продукте в 2–3 раза. Оптимальная температура гомогенизации 55–60 °С, давление 10–15 МПа при одноступенчатой гомогенизации и при двухступенчатой  $P_1 = 11,5–12,5$  МПа,  $P_2 = 2,5–3$  МПа. Для сливок  $P = 5–6$  МПа. В гомогенизированном молоке массовая доля свободного жира составляет 2–6 %, увеличение до 9–16 % ведет к ухудшению смачиваемости и восстанавливаемости продуктов, быстрому окислению жира и появлению салостого привкуса.

**Сушка.** Известны следующие способы сушки молочных продуктов:

- распылительный в потоке горячего воздуха; в кипящем слое;
- контактный; в состоянии пены;
- сублимацией.

При любом способе сушки должны быть обеспечены: получение заданной конечной влажности, свободная сыпучесть, минимальное содержание свободного поверхностного жира, требуемая полнота и скорость растворения продукта при минимальных потерях.

Распылительная сушка позволяет почти мгновенно получить сухое молоко за счет большой поверхности контакта мельчайших капель сгущенного молока с горячим воздухом. Например, при распылении 1 кг сгущенного молока образуется  $15 \cdot 10^9$  частиц с суммарной площадью поверхности 100–130 м<sup>2</sup>. При такой огромной удельной поверхности сушка измеряется секундами.

Сушку продуктов распылением ведут на распылительных прямооточных сушилках (рисунок 4.4) и сушилках со смешанным движением воздуха и продукта, работающих в одну или две стадии.

При одностадийной сушке сгущенная смесь распыляется в потоке горячего воздуха в сушильной камере, при этом с поверхности частиц испаряется влага, капля высыхает в течение нескольких секунд, оседает в виде порошка на дне камеры и выводится из нее. Режим сушки: температура поступающего воздуха 165–180 °С, температура отработавшего воздуха 65–85 °С для прямооточной сушильной установки с параллельным движением сушильного воздуха и продукта; соответственно 140–170 °С и 65–80 °С в сушилках со смешанным движением сушильного воздуха и продукта. В прямооточных сушилках исключается перегрев, пересыхание и пригорание частиц, ограничена возможность самовозгорания порошка в камере. Одностадийная сушка проста, но продукты плохо смачиваются и растворяются, имеют невысокую объемную массу.

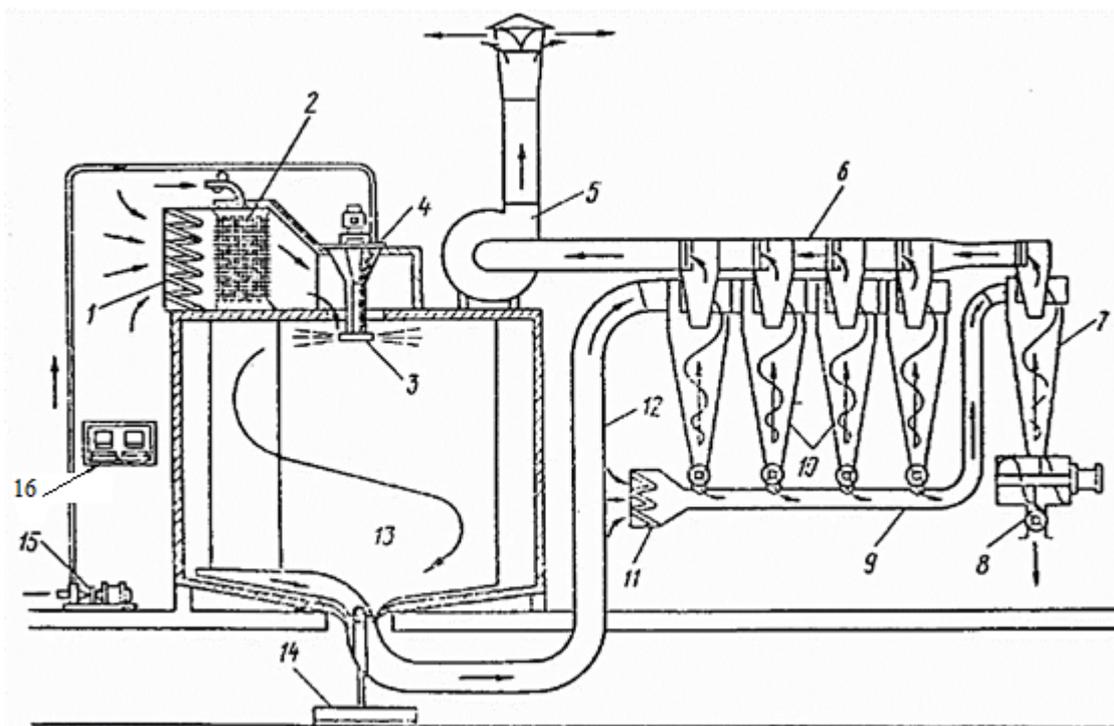


Рисунок 4.4 – Схема прямооточной распылительной сушилки с дисковым распылителем:

1 – фильтр для воздуха; 2 – калорифер; 3 – распыливающий диск; 4 – патрубок для входа молока; 5 – вентилятор; 6 – воздуховод; 7, 10 – циклоны для отделения сухого молока от воздуха; 8 – разгрузочный поворотный шибер; 9, 12 – пневмотранспортёр для подачи воздуха с сухим молоком в циклоны; 11 – фильтр для воздуха; 13 – сушильная башня; 14 – привод уборочного механизма; 15 – насос; 16 – щит управления

Наиболее совершенной, эффективной и перспективной является двухстадийная сушка, когда продукт выводится из камеры недосушенным – с содержанием влаги 6–9 %, что придает ему термопластические свойства,

способствующие агломерации частиц. Продукт досушивается в вибрационных конвективных сушилках (инстантайзерах), где молочный порошок переводится в псевдооживенное состояние и высушивается в виде агломератов до конечной массовой доли влаги в виброкипящем слое, который создается путем пропускания через слой частиц продукта горячего (температура 80–90 °С) воздуха (псевдооживенное состояние).

При двухстадийной сушке на первой стадии используют воздух с температурой 200–220 °С, благодаря чему процесс сушки интенсифицируется, на 20 % увеличивается производительность сушилки, удельные энергозатраты снижены на 15–20 %. Продукты характеризуются повышенной объемной массой, на 50–60 % уменьшено содержание свободного жира, размеры агломератов 200–250 мкм, уменьшена гигроскопичность.

При контактном способе сушки сгущенный продукт наносится на поверхность вальцов, имеющих температуру 105–130 °С в аппаратах, работающих при атмосферном давлении, и 50–60 °С – в вакуумных сушилках. Продукт высыхает в виде пленки, которую срезают и размалывают, охлаждают и фасуют. Этот способ применяют в основном для сушки обезжиренного молока, пахты, сыворотки.

Сублимационная сушка наиболее полно сохраняет вкус, аромат и структуру готовых продуктов, они легко восстанавливаются. Влага из предварительно замороженных при температуре –25 °С продуктов удаляется при разрежении (остаточное давление в сублиматоре 13,33–133,3 Па). Замороженная вода испаряется без перехода в жидкое состояние при температуре 40 °С. Этот способ особенно применим для сушки заквасок и кисломолочных продуктов, при этом выживаемость микроорганизмов составляет 82–95 %.

Сушка в состоянии пены осуществляется путем введения газа под давлением 15 МПа в сгущенную до 40 % сухих веществ молочную смесь перед распылением в камере. Соотношение газ : продукт = 5:1. Пористые частицы продукта хорошо смачиваются и растворяются.

**Охлаждение сухого продукта.** Сухое молоко или сливки выводятся из башни сушильной установки шнеком или скребками, просеиваются на сите с размером отверстий 2×2 мм и охлаждаются до температуры 15–20 °С в системе пневмотранспорта или в аппаратах, где охлаждение продукта происходит в виброкипящем слое. Допускается охлаждение прямо в цехе после упаковывания в фанерно-штампованные бочки или бумажные мешки.

**Упаковывание.** Сухие молочные продукты упаковываются в металлические банки со сплошной или съемной крышкой массой нетто 250, 500, 1000 г; комбинированные банки со съемной крышкой массой 250 и 500 г; клееные пачки массой 250, 400 и 500 г с внутренним герметично заделанным

пакетом из алюминиевой фольги, бумаги; клееные пачки с целлофановыми вкладышами массой 250 г.

**Хранение** до отправки потребителю осуществляют в складе готовой продукции при температуре не выше 20 °С, относительная влажность воздуха не более 85 %, длительность хранения не более 15 сут со дня выработки.

**Пороки сухих консервов:**

- Пригорелые частицы – нарушение температуры режима сушки;
- Комкование – фасование продукта в неохлажденном виде;
- Осаливание – окисление молочного жира при хранении сырого молока и в процессе производства. Наличие свободного поверхностного жира;
- Прогоркание – образование альдегидов, кетонов в результате окисления непредельных жирных кислот;
- Затхлый привкус – увлажнение сухого продукта из-за негерметичности его упаковки;
- Нечистый привкус – разложение белка из-за хранения продуктов с массовой долей влаги более 7 % или фасование неохлажденного продукта;
- Ухудшение смачиваемости, снижение скорости и полноты растворения – повышение температуры хранения. Увлажнение продукта и увеличение свободного поверхностного жира (смачиваемость). Полнота растворения уменьшается из-за длительного резервирования сгущенной смеси перед сушкой;
- Потемнение и появление карамельного привкуса – повышенная температура хранения интенсифицирует реакции меланоидинообразования, окисления и карамелизации продукта.

**Контрольные вопросы**

1. В чем заключаются теоретические основы и принципы консервирования молока?
2. Обоснуйте назначение и режимы тепловой обработки молока в производстве молочных консервов.
3. Опишите способы и режимы сгущения в производстве молочных консервов.
4. Какими способами вводят сахар при производстве сгущенных молочных консервов с сахаром?
5. Какой способ консервирования лежит в основе производства сухих молочных консервов?
6. Какие способы сушки используют в производстве сухих молочных продуктов?
7. В чем особенности хранения сухих молочных консервов?
8. Охарактеризуйте пороки молочных консервов и причины их возникновения.

## 5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Целью практических занятий является формирование умений и навыков в области управления производством продукции из сырья животного происхождения с учетом требований качества и стоимости.

Оценка результатов выполнения заданий по каждой практической работе производится при представлении студентом отчета по практической работе, демонстрации преподавателю исполнения расчетного задания и на основании ответов на вопросы по тематике практической работы. Студент, самостоятельно выполнивший задание и продемонстрировавший знание в области технологии производства продукции из мяса и молока, ответивший на поставленные вопросы при защите практической работы, получает по практической работе оценку «отлично». Оценка «хорошо» выставляется, если студент самостоятельно выполнил задание, продемонстрировал знания в области технологии производства продукции из мяса и молока, ответил на поставленные вопросы с незначительными ошибками. Студент, выполнивший практическое задание, но в ответах при защите допустил ошибки, получает оценку «неудовлетворительно». Неудовлетворительная оценка по практическим работам выставляется, если он не выполнил и не защитил предусмотренные рабочей программой дисциплины задания.

При необходимости для обучающихся инвалидов или с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

### 5.1 Практическое занятие № 1

#### «Общие принципы продуктовых расчетов в молочной промышленности»

*Цель занятия:* приобретение умений и навыков выполнения продуктовых расчетов в молочной промышленности.

#### **Рекомендации по выполнению работы**

**Материальный баланс в производстве молочных продуктов** служит для контроля производства, регулирования состава продукции и установления производственных потерь. С помощью материального баланса можно определить экономические показатели технологических процессов и способов производства (производственные потери, степень использования составных частей молока, расход сырья, выход готового продукта).

В основе материального баланса лежит закон сохранения вещества, записанный математически в виде двух уравнений.

Первое уравнение – это баланс сырья и вырабатываемых из него продуктов, рассчитывается по формуле (5.1):

$$m_c = m_r + m_{\Pi} + \Pi, \quad (5.1)$$

где  $m_c, m_r, m_{\Pi}$  – масса соответственно сырья, готового и побочного продукта, кг;  $\Pi$  – производственные потери, кг;

Масса получаемых после переработки продуктов меньше массы переработанного сырья. Разницу между ними составляют производственные потери. Производственные потери выражают также в процентах от количества переработанного сырья, формулы (5.2), (5.3), (5.4):

$$n = \frac{\Pi}{m_c} \cdot 100, \quad (5.2)$$

откуда

$$\Pi = \frac{m_c \cdot n}{100}. \quad (5.3)$$

Тогда уравнение (5.1) примет вид:

$$m_c = m_r + m_{\Pi} + \frac{m_c \cdot n}{100}. \quad (5.4)$$

Второе уравнение материального баланса составляют по массе сухих веществ или отдельных составных частей молока. Если составные части молока не претерпевают химических изменений в ходе технологических процессов, их количество в сырье должно быть равно количеству в готовом и побочном продуктах. Баланс составных частей молока при его переработке можно оставить так (формулы (5.5), (5.6)):

$$\frac{m_c \cdot r_c}{100} = \frac{m_r \cdot r_r}{100} + \frac{m_{\Pi} \cdot r_{\Pi}}{100} + \Pi_{\text{ч}} \quad (5.5)$$

или

$$m_c \cdot r_c = m_r \cdot r_r + m_{\Pi} \cdot r_{\Pi} + \Pi_{\text{ч}} \cdot 100, \quad (5.6)$$

где  $r_c, r_r, r_{\Pi}$  – массовая доля составных частей молока соответственно в сырье, готовом и побочном продуктах, %;  $\Pi_{\text{ч}}$  – потери составных частей молока, кг.

Потери выражают в процентах от составных частей молока, содержащихся в сырье, по формуле (5.7):

$$\Pi_{\text{ч}} = \frac{m_c \cdot r_c \cdot n_{\text{ч}}}{100 \cdot 100}, \quad (5.7)$$

где  $n_{\text{ч}}$  – потери составных частей молока, %.

После подстановки  $\Pi_{\text{ч}}$  в уравнение (5.5) второе уравнение материального баланса примет вид (5.8), (5.9):

$$\frac{m_c \cdot r_c}{100} = \frac{m_r \cdot r_r}{100} + \frac{m_{\Pi} \cdot r_{\Pi}}{100} + \frac{m_c \cdot r_c \cdot n_{\text{ч}}}{100 \cdot 100} \quad (5.8)$$

или

$$m_c \cdot r_c = m_r \cdot r_r + m_{\Pi} \cdot r_{\Pi} + \frac{m_c \cdot r_c \cdot n_{\text{ч}}}{100}. \quad (5.9)$$

Потери составных частей молока  $n_{\text{ч}}$  и потери сырья  $n$ , выраженные в процентах, численно равны.

Баланс можно составить по любой части молока – жиру  $Ж$ , сухому остатку молока  $С$ , сухому обезжиренному молочному остатку (СОМО)  $О$ . Так, баланс по жиру при сепарировании молока будет рассчитываться по формуле (5.10):

$$m_{\text{м}} \cdot Ж_{\text{м}} = m_{\text{сл}} \cdot Ж_{\text{сл}} + m_{\text{об}} \cdot Ж_{\text{об}} + \frac{m_{\text{м}} \cdot Ж_{\text{м}} \cdot n_{\text{ж}}}{100}, \quad (5.10)$$

где  $m_{\text{м}}, m_{\text{сл}}, m_{\text{об}}$  – масса соответственно молока, сливок, обезжиренного молока, кг;  $Ж_{\text{м}}, Ж_{\text{сл}}, Ж_{\text{об}}$  – массовая доля жира соответственно в молоке, сливках и обезжиренном молоке, %;  $n_{\text{ж}}$  – потери жира при сепарировании, %.

### Задача

Определить массу сливок для производства 500 кг масла, если массовая доля жира составляет 78 %, в сливках 38 %, в пахте 0,7 %, производственные потери при этом составили 0,6 %.

### Решение

$$m_{\text{с}} = \frac{m_{\text{г}} \cdot (r_{\text{г}} \cdot r_{\text{п}})}{r_{\text{с}} - r_{\text{п}}} \cdot \frac{100}{100 - n} = \frac{500 \cdot (78 - 0.7)}{38 - 0.7} \cdot \frac{100}{100 \cdot 0.6} = 1042 \text{ кг.}$$

**Ответ:** понадобится 1042 кг сливок жирностью 38%

### Ход работы

**Задание 1.** Провести решение задач по расчетам необходимой массы молочного сырья, готовой продукции в соответствии с вариантами заданий, указанными преподавателями.

### Отчет о проделанной работе должен содержать:

- цель работы;
- решение задач.

### Контрольные вопросы

1. Для чего используется материальный баланс при производстве молочных продуктов?
2. Какой закон лежит в основе материального баланса?
3. Дайте определение понятию «производственные потери».

## 5.2 Практическое занятие № 2 «Расчеты по нормализации сырья»

**Цель занятия:** приобретение умений и навыков по выполнению расчетов нормализации сырья в молочной промышленности.

### Рекомендации по выполнению работы

**Нормализацию** по массовой доле жира можно осуществлять периодическим или непрерывным способом. В первом случае цельное молоко смешивают в емкости (при включенной мешалке) с расчетным количеством нормализующего компонента – обезжиренного молока или сливок в зависимости от соотношения массовых долей жира в исходном и нормализованном молоке.

Расчет ведут, исходя из уравнения материального баланса, в данном случае – жиробаланса. Возможны два варианта.

Первый – когда массовая доля жира (м. д. ж.) в исходном молоке больше, чем в нормализованном ( $J_M > J_{Н.М}$ ). Тогда к цельному молоку надо добавить определенное количество обезжиренного молока в соответствии с уравнением материального баланса (формула (5.11)).

$$M_{Н.М} = M_M + M_{об.м} \quad (5.11)$$

Второй вариант – когда м. д. ж. в исходном молоке меньше, чем в нормализованном ( $J_M < J_{Н.М}$ ). Тогда уравнение материального баланса будет иметь вид  $M_{Н.М} = M_M + M_{сл}$ , а нормализующим компонентом будут сливки, которые добавляют к исходному цельному молоку.

Составим уравнения жиробаланса для обоих вариантов (5.12), (5.13):

$$M_{Н.М} \cdot J_{Н.М} = M_M \cdot J_M + M_{об.м} \cdot J_{об.м} \quad (\text{первый вариант}); \quad (5.12)$$

$$M_{Н.М} \cdot J_{Н.М} = M_M \cdot J_M + M_{сл.м} \cdot J_{сл} \quad (\text{второй вариант}), \quad (5.13)$$

где  $M_M$ ,  $M_{Н.М}$ ,  $M_{об.м}$ ,  $M_{сл}$  – масса исходного цельного, нормализованного, обезжиренного молока и сливок, кг;  $J_M$ ,  $J_{Н.М}$ ,  $J_{об.м}$ ,  $J_{сл}$  – м. д. ж. в цельном, нормализованном, обезжиренном молоке и сливках, %.

Решив эти уравнения, получим формулы (5.14), (5.15) для определения количества обезжиренного молока и сливок, необходимых для нормализации:

$$M_{об.м} = \frac{M_M \cdot (J_M - J_{Н.М})}{(J_{Н.М} - J_{об.м})}; \quad (5.14)$$

$$M_{сл} = \frac{M_M \cdot (J_{Н.М} - J_M)}{(J_{сл} - J_{Н.М})}. \quad (5.15)$$

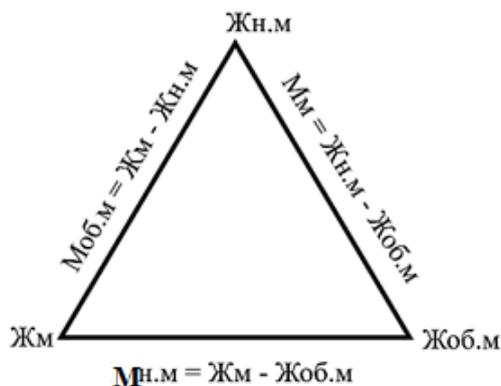
На практике для расчета массы нормализующего компонента часто пользуются методом треугольника или методом квадрата.

При расчете по треугольнику в его вершинах проставляют значение м. д. ж. компонентов соответствующего уравнения жиробаланса. Например, при нормализации обезжиренным молоком в вершинах треугольника записывают  $J_M$ ,  $J_{Н.М}$ ,  $J_{об.м}$ ; при нормализации сливками –  $J_M$ ,  $J_{Н.М}$ ,  $J_{сл}$ .

На внешних сторонах треугольника указывают разность между большим и меньшим содержанием жира, на каждой из внутренних сторон треугольника – массу компонента, жир которого указан в вершине напротив. На каждой стороне

треугольника получаем соотношения, из которых выводятся расчетные формулы.

Например, пусть  $Ж_M > Ж_{н.м}$ , тогда  $M_{н.м} = M_M + M_{об.м}$ . Треугольник будет иметь следующий вид:

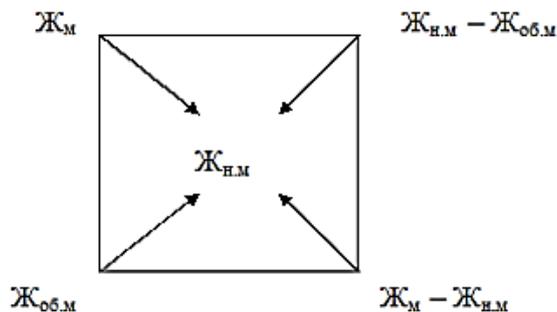


Учитывая правило треугольника, в соответствии с которым отношение внутренних сторон к внешним есть величина постоянная, составляем пропорцию (5.16):

$$\frac{M_{н.м}}{Ж_M - Ж_{об.м}} = \frac{M_M}{Ж_{н.м} - Ж_{об.м}} = \frac{M_{об.м}}{Ж_M - Ж_{н.м}} \quad (5.16)$$

Если известна масса исходного молока ( $M_M$ ), то, объединив попарно члены пропорции, можно вывести расчетные формулы для  $M_{об.м}$  и  $M_{н.м}$ .

При расчете по квадрату в его центре записывают требуемую жирность нормализованного молока  $Ж_{н.м}$ , а по углам располагают: с левой стороны – м. д. ж. в компонентах ( $Ж_M$  и  $Ж_{об.м}$  или  $Ж_M$  и  $Ж_{сл}$ ), справа – разности по диагоналям между большей и меньшей величинами, которые показывают количественное соотношение между компонентами смеси ( $M_M$  и  $M_{об.м}$ ). Например, для случая  $Ж_M > Ж_{н.м}$ , когда  $M_{н.м} = M_M + M_{об.м}$ , квадрат будет иметь вид



Тогда

$$\frac{M_M}{J_{H.M} - J_{Ob.M}} = \frac{M_{Ob.M}}{J_M - J_{H.M}}$$

Если известна масса нормализованной смеси и требуется определить массу ее компонентов, полученные в правой части разности суммируют; например,  $J_{H.M} - J_{Ob.M} + J_M - J_{H.M} = J_M - J_{Ob.M}$ .

Тогда соотношение примет вид:

$$\frac{M_M}{J_{H.M} - J_{Ob.M}} = \frac{M_{H.M}}{J_M - J_{Ob.M}},$$

из которого следует формула (5.17):

$$M_{ц.м} = \frac{M_{H.M} \cdot (J_{H.M} - J_{Ob.M})}{J_M - J_{Ob.M}} \quad (5.17)$$

При непрерывном способе нормализации используют сепаратор-сливкоотделитель, снабженный нормализующим устройством. В этом случае из сепаратора отводится часть сливок (избыток), если м. д. ж. в нормализованном молоке меньше, чем в исходном, или часть обезжиренного молока, если м. д. ж. в нормализованном молоке больше, чем в исходном.

Нормализацию молока по сухим веществам проводят, добавляя сухое или сгущенное молоко. При расчете количества нормализующего компонента учитывают растворимость сухого молока и содержание влаги в сгущенном молоке.

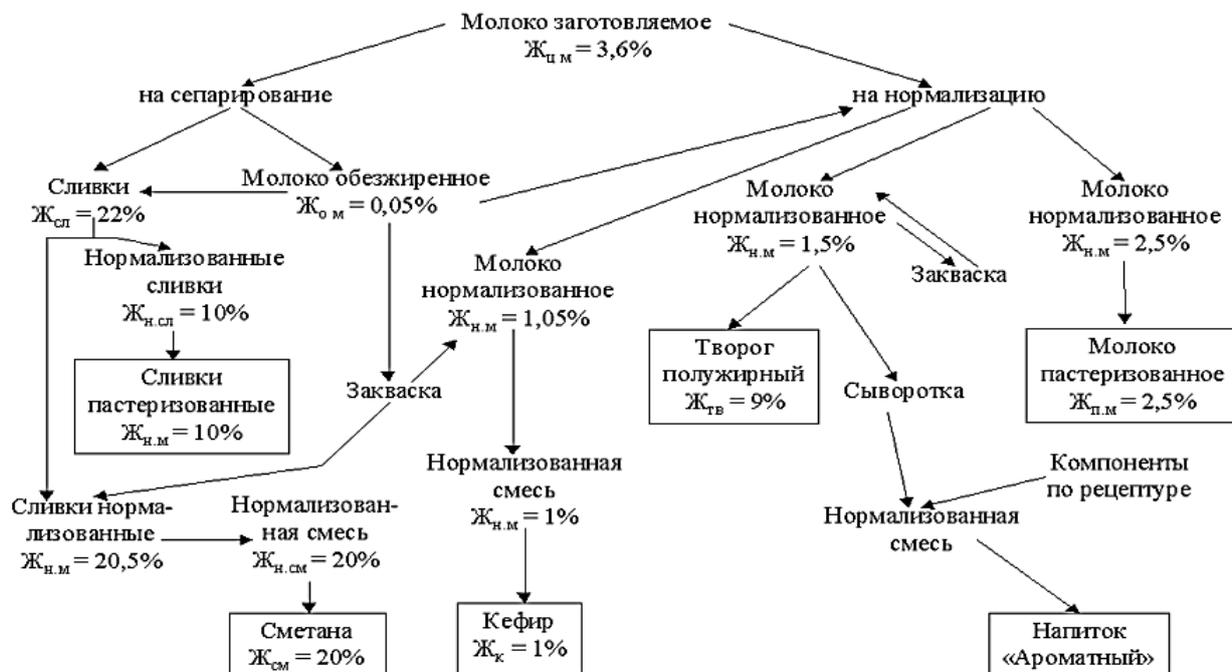


Рисунок 5.1 – Схема технологических направлений переработки молока

### **Схема технологического направления переработки молока.**

Построение схемы зависит от выбранного способа нормализации молока – поточного или смешением. В качестве примера показана схема направлений переработки молока на городском молочном заводе (рисунок 5.1).

#### **Ход работы**

**Задание 1.** Произвести построение схемы технологического направления переработки молока в соответствии с вариантами заданий, указанными преподавателями (в зависимости от способа нормализации и готовой продукции).

#### **Отчет о проделанной работе должен содержать:**

- цель работы;
- схему технологического направления переработки молока..

#### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите способы нормализации молока по массовой доле жира.
2. Какие методы расчета массы нормализующего компонента используются на практике?
3. От чего зависит схема технологического направления переработки молока?

### **5.3 Практическое занятие № 3**

#### **«Производственные расчеты при выработке питьевого молока, кисломолочной продукции»**

*Цель занятия:* приобретение умений и навыков по выполнению производственных расчетов при производстве пастеризованного, топленого молока, кисломолочных напитков, сметаны, творога.

#### **Рекомендации по выполнению работы**

**Пастеризованное молоко.** Прежде чем приступить к расчету, все количество пастеризованного молока, которое должно быть выработано, делят в зависимости от вида расфасовки на количество молока во флягах, цистернах, пакетах и т. д., поскольку от вида расфасовки зависят нормы расхода сырья.

По массе пастеризованного молока определяют массу нормализованного молока с учетом предельно допустимых потерь при приемке, обработке и розливе по формуле (5.18):

$$M_{н.м} = \frac{M_{п.м} \cdot P_{н.м}}{1000}, \quad (5.18)$$

где  $M_{п.м}$  – масса пастеризованного молока, кг;  $P_{н.м}$  – норма расхода нормализованного молока на 1 т пастеризованного молока в зависимости от вида расфасовки и мощности завода, кг.

Потери нормализованного молока при производстве пастеризованного молока рассчитываются по формуле (5.19):

$$P_{н.м} = M_{н.м} - M_{п.м}. \quad (5.19)$$

Дальнейший порядок расчета зависит от выбранной схемы нормализации: смешением (схема № 1) или в потоке (схема № 2).

### Схема № 1

По массе нормализованного молока определяют его составляющие: цельное  $M_{ц.м}$  и обезжиренное  $M_{о.м}$  молоко или цельное молоко и сливки  $M_{сл}$ , кг по формулам (5.20), (5.21):

$$M_{н.м} = M_{ц.м} + M_{о.м}, \text{ если } Ж_{н.м} < Ж_{ц.м}; \quad (5.20)$$

$$M_{н.м} = M_{ц.м} + M_{сл}, \text{ если } Ж_{н.м} > Ж_{ц.м}, \quad (5.21)$$

где  $Ж_{ц.м}$  – массовая доля жира в цельном молоке, %;  $Ж_{н.м}$  – массовая доля жира в нормализованном молоке, %.

В первом случае массу цельного и обезжиренного молока определяют по следующим формулам (5.22), (5.23):

$$M_{ц.м} = \frac{M_{н.м} \cdot (Ж_{н.м} - Ж_{о.м})}{Ж_{ц.м} - Ж_{о.м}}; \quad (5.22)$$

$$M_{о.м} = \frac{M_{н.м} \cdot (Ж_{ц.м} - Ж_{н.м})}{Ж_{ц.м} - Ж_{о.м}}, \quad (5.23)$$

где  $Ж_{о.м}$  – массовая доля жира в обезжиренном молоке, %.

Во втором случае массу цельного молока и сливок определяют по формулам (5.24), (5.25):

$$M_{ц.м} = \frac{M_{н.м} \cdot (Ж_{сл} - Ж_{н.м})}{Ж_{сл} - Ж_{ц.м}}; \quad (5.24)$$

$$M_{сл} = \frac{M_{н.м} \cdot (Ж_{н.м} - Ж_{ц.м})}{Ж_{сл} - Ж_{ц.м}}, \quad (5.25)$$

где  $Ж_{сл}$  – массовая доля жира в сливках, %.

### Схема № 2

По массе нормализованного молока устанавливают массу цельного молока, необходимого для нормализации, и массу сливок (обезжиренного молока), полученных при этом, определяют по формулам (5.26), (5.27):

$$M_{ц.м} = M_{н.м} + M_{сл}, \text{ если } Ж_{н.м} < Ж_{ц.м}; \quad (5.26)$$

$$M_{ц.м} = M_{н.м} + M_{о.м}, \text{ если } Ж_{н.м} > Ж_{ц.м}. \quad (5.27)$$

В первом случае масса цельного молока и сливок рассчитывается по формулам (5.28), (5.29):

$$M_{ц.м} = \frac{M_{н.м} \cdot (Ж_{сл} - Ж_{н.м})}{Ж_{сл} - Ж_{ц.м}}; \quad (5.28)$$

$$M_{сл} = \frac{M_{ц.м} \cdot (Ж_{ц.м} - Ж_{н.м})}{Ж_{сл} - Ж_{н.м}} \cdot \frac{100 - п_{сл}}{100}, \quad (5.29)$$

где  $p_{сл}$  – предельно допустимые потери сливок при нормализации, %.

Потери сливок рассчитываются по формуле (5.30):

$$P_{сл} = M_{сл} \cdot \frac{p_{сл}}{100 - p_{сл}}; \quad (5.30)$$

во втором случае – по формулам (5.31), (5.32):

$$M_{ц.м} = \frac{M_{н.м} \cdot (Ж_{н.м} - Ж_{о.м})}{Ж_{ц.м} - Ж_{о.м}}; \quad (5.31)$$

$$M_{о.м} = \frac{M_{ц.м} \cdot (Ж_{н.м} - Ж_{ц.м})}{Ж_{н.м} - Ж_{о.м}} \cdot \frac{100 - p_{о.м}}{100}, \quad (5.32)$$

где  $p_{о.м}$  – предельно допустимые потери обезжиренного молока, %.

Потери обезжиренного молока рассчитываются по формуле (5.33):

$$P_{о.м} = M_{о.м} \cdot \frac{p_{о.м}}{100 - p_{о.м}}. \quad (5.33)$$

В расчетах массовую долю жира в нормализованном молоке принимают равной массовой доле жира в продукте, в обезжиренном молоке – 0,05 %, в сливках – в зависимости от их дальнейшей переработки.

### Задача

Необходимо выработать 23000 кг пастеризованного молока с массовой долей жира 2,5 %, расфасованного в пакеты из комбинированного материала пюр-пак емкостью 0,5 л. Норма расхода  $P_{н.м}$  при этом составляет 1004,3 кг/т. Сколько цельного молока и обрата для этого потребуется? Жирность цельного молока 3,4 %, жирность обрата 0,05 %.

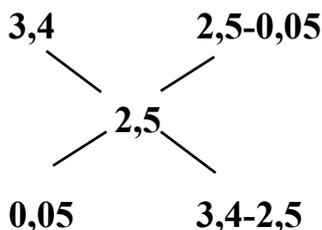
### Решение

Масса нормализованной смеси, направляемой на выработку 23000 кг молока пастеризованного, рассчитываются по формуле (5.18):

$$M_{н.м} = \frac{M_{п.м} \cdot P_{н.м}}{1000}.$$

$$M_{н.м} = \frac{23000 \cdot 1004,3}{100} = 23098,9 \text{ кг.}$$

Расчет компонентов смеси (цельное молоко + обезжиренное молоко) ведут по формулам, по треугольнику Баркана или по квадрату смешения:



$$M_{ц.м} = \frac{23098,9 \cdot (2,5 - 0,05)}{3,4 - 0,05} = 16893,23 \text{ кг.}$$

$$M_{о.м} = M_{н.м} - M_{ц.м} = 23098,9 - 16893,23 = 6205,67 \text{ кг.}$$

**Ответ:** понадобится 16893,23 кг цельного молока, 6205,67 кг обезжиренного молока

**Топлёное молоко.** В производстве топленого молока массовую долю жира в нормализованном молоке рассчитывают с учетом потерь влаги при испарении в процессе топления по формуле (5.34):

$$Ж_{н.м} = \frac{Ж_{т.м} \cdot 1000}{P_T}, \quad (5.34)$$

где  $Ж_{т.м}$  – массовая доля жира в нормализованном молоке, %;  $Ж_{н.м}$  – массовая доля жира в нормализованном молоке после его топления (равная массовой доле жира в готовом продукте),  $P_T$  – норма расхода нормализованного молока на получение 1 т топленной смеси, кг (при топлении в закрытой емкости составляет 1014 кг, в открытой – 1055 кг).

При расчете топленого молока, зная массу готового продукта, определяют массу топленной смеси по формуле (5.35):

$$M_{т.см} = \frac{M_{т.м} \cdot P_{т.см}}{1000}, \quad (5.35)$$

где  $M_{т.см}$  – масса топлёной смеси,  $M_{т.м}$  – масса топленого молока (готового продукта), кг;  $P_{т.см}$  – норма расхода топленной смеси на 1 т топленого молока в зависимости от вида расфасовки, кг.

Затем рассчитывают массу нормализованного молока (перед топлением) по формуле (5.36):

$$M_{н.м} = \frac{M_{т.см} \cdot P_T}{1000}, \quad (5.36)$$

где  $M_{н.м}$  – масса нормализованного молока перед топлением, кг.

### **Задача**

Выполнить расчет для топленого молока с массой долей жира 4 %. Масса готового продукта 6 т. Массовая доля жира в цельном молоке 3,3 %, в сливках для нормализации 25 %. Потери на испарение 14 кг на 1 т топленной смеси. Расчет произвести для продукта, вырабатываемого в пакетах тетра-пак вместимостью 500 см<sup>3</sup> на городском заводе мощностью 80 тыс. тонн в смену.

### **Решение**

Произведем расчет жирности нормализованной смеси:

$$Ж_{н.м} = \frac{4 \cdot 1000}{1014} = 3,94 \%$$

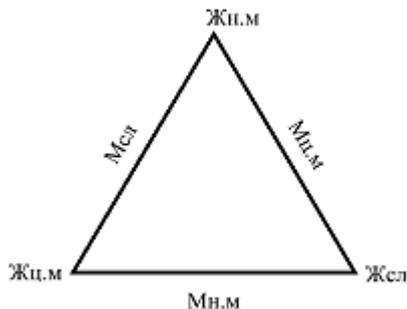
Определим массу топленной смеси:

$$M_{т.см} = \frac{6000 \cdot 1008,4}{1000} = 6050,4 \text{ кг.}$$

Рассчитаем массу нормализованного молока (перед топлением):

$$M_{н.м} = \frac{6050,4 \cdot 1014}{1000} = 6135,1 \text{ кг.}$$

Расчет компонентов смеси (цельное молоко + сливки) ведут по формулам, по треугольнику Баркана или по квадрату смешения:



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

$$M_{ц.м} = \frac{6135,1 \cdot (25,0 - 3,94)}{25 - 3,3} = 5954,16 \text{ кг};$$

$$M_{сл} = M_{н.м} - M_{ц.м};$$

$$M_{сл} = 6135,1 - 5954,16 = 180,94 \text{ кг.}$$

**Ответ:** понадобится 5954,16 кг цельного молока, 180,94 кг сливок.

**Производственные расчеты при выработке жидких кисломолочных напитков.** По количеству намеченных к выпуску кисломолочных продуктов определяют количество нормализованной смеси  $M_{н.см}$  отдельно для каждого продукта и вида его расфасовки и рассчитывают по формуле (5.37):

$$M_{н.см} = \frac{M_{к.пр} \cdot P_{н.см}}{1000}, \quad (5.37)$$

где  $M_{к.пр}$  – масса кисломолочного продукта, кг;  $P_{н.см}$  – норма расхода нормализованной смеси на 1 т продукта в зависимости от мощности завода, вида расфасовки и способа производства, кг.

Под массой нормализованной смеси понимают общую массу всех компонентов, предусмотренных рецептурой: нормализованного по массовой доле жира молока, закваски, сухого обезжиренного молока, вкусовых наполнителей и т. д.

Потери нормализованной смеси при производстве жидких кисломолочных продуктов  $\Pi_{н.см}$  рассчитываются по формуле (5.38):

$$\Pi_{н.см} = M_{н.см} - M_{к.пр}. \quad (5.38)$$

Количество бактериальной закваски  $M_{зак}$  при пересадочном способе ее производства рассчитывают по формуле (5.39):

$$M_{зак} = \frac{M_{н.см} \cdot K_{зак}}{100}, \quad (5.39)$$

где  $K_{зак}$  – количество закваски по технологической инструкции, %.

Если в состав смеси входят только нормализованное по массовой доле жира молоко и закваска, приготовленная на молоке такой же жирности, получается равенство, указанное формуле (5.40):

$$Ж_{н.м} = Ж_{зак} = Ж_{к.пр}, \quad (5.40)$$

где  $Ж_{н.м}$ ,  $Ж_{зак}$  и  $Ж_{к.пр}$  – массовая доля жира в нормализованном молоке, закваске и кисломолочном продукте, соответственно, %.

В этом случае масса нормализованной смеси численно равна массе нормализованного молока (с учетом входящей в нее массы закваски).

Если же закваска приготовлена на обезжиренном молоке или на молоке с другой (по сравнению с нормализованным молоком) жирностью ( $J_{зак}$ ;  $J_{н.м.}$ ), массовую долю жира в нормализованном молоке до внесения закваски рассчитывают по формуле (5.41):

$$J_{н.м.} = \frac{100 \cdot J_{к.пр} - K_{зак} \cdot J_{зак}}{100 - K_{зак}}, \quad (5.41)$$

где  $J_{зак}$  – массовая доля жира в закваске на обезжиренном молоке, % (равная 0,05%);  $K_{зак}$  – количество закваски по технологической инструкции, % (в расчетах принимается 5 %).

Массу нормализованного молока определяют по разности между массой нормализованной смеси и массой закваски, рассчитывают по формуле (5.42):

$$M_{н.м.} = M_{н.см} - M_{зак}. \quad (5.42)$$

Далее расчет ведут как для питьевого молока.

Если в состав нормализованной смеси помимо нормализованного по массовой доле жира молока и бактериальной закваски входят и другие компоненты (сухое обезжиренное молоко, сахар-песок, плодово-ягодный сироп и т. д.), расчет массы компонентов производят по рецептуре кисломолочного продукта (так же, как и для белкового молока).

В продуктовом расчете ряженки после определения массы нормализованной смеси, состоящей из топленого молока (далее именуемой топленой смесью) и бактериальной закваски, определяют массу закваски, а затем массу топленой смеси по формуле (5.43):

$$M_{т.см} = M_{н.см} - M_{зак}. \quad (5.43)$$

Массовую долю жира в топленой смеси рассчитывают по формуле (5.44):

$$J_{т.см} = \frac{100 \cdot J_p - K_{зак} \cdot J_{зак}}{100 - K_{зак}}, \quad (5.44)$$

где  $J_p$  – массовая доля жира в ряженке, %.

Далее расчет производят так же, как и для топленого молока.

### Задача

Сколько сырья потребуется для выработки 15500 кг кефира с массовой долей жира 3,2 %, расфасованного в пакеты из комбинированного материала пюр-пак емкостью 0,5 л? Жирность цельного молока 3,4 %. Норма расхода сырья при этом составляет 1011,5 кг/т.

### Решение

Масса смеси, направляемой на выработку кефира:

$$M_{н.см} = \frac{15500 \cdot 1011,5}{1000} = 15678,25 \text{ кг.}$$

Закваска для кефира готовится на обезжиренном молоке, следовательно, массовая доля жира в нормализованном молоке должна быть несколько выше массовой доли жира готового кефира и определяется по формуле:

$$J_{н.м.} = \frac{100 \cdot 3,2 - 5 \cdot 0,05}{100 - 5} = 3,37 \text{ \%}.$$

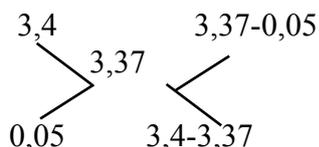
Масса закваски:

$$M_{\text{зак}} = \frac{15678,25 \cdot 5}{100} = 783,91 \text{ кг.}$$

Масса нормализованного молока, направляемого на выработку кефира, без учета массы закваски:

$$M_{\text{н.м}} = 15678,25 - 783,91 = 14894,34 \text{ кг.}$$

Массу компонентов нормализованной смеси рассчитывают по формулам, по треугольнику Баркана или по квадрату смешения:



$$M_{\text{ц.м}} = \frac{14894,34 \cdot (3,37 - 0,05)}{3,34 - 3,37} = 14760,96 \text{ кг.}$$

$$M_{\text{о.м}} = M_{\text{н.м}} - M_{\text{ц.м}} = 14894,34 - 14760,96 = 133,38 \text{ кг.}$$

**Ответ:** понадобится 14760,96 кг цельного молока, 133,38 кг обезжиренного.

**Производственные расчеты при выработке сметаны.** По массе готовой сметаны определяют массу нормализованной смеси (сливок и закваски) с учетом потерь при производстве смеси, рассчитывают по формуле (5.45):

$$M_{\text{н.см}} = \frac{M_{\text{см}} \cdot P_{\text{н.см}}}{1000}, \quad (5.45)$$

где  $M_{\text{см}}$  – масса сметаны по экономическому обоснованию, кг;  $P_{\text{н.см}}$  – норма расхода нормализованной смеси на 1 т сметаны в зависимости от массовой доли жира, способа производства, вида расфасовки, мощности завода, кг.

Потери нормализованной смеси при производстве сметаны  $P_{\text{н.см}}$  рассчитывают по формуле (5.46):

$$P_{\text{н.см}} = M_{\text{н.см}} - M_{\text{см}}. \quad (5.46)$$

По количеству нормализованной смеси рассчитывают массу ее бактериальной закваски по формуле (5.47):

$$M_{\text{зак}} = \frac{M_{\text{н.см}} \cdot K_{\text{зак}}}{100}. \quad (5.47)$$

Определяют массу заквашиваемых сливок смеси по формуле (5.48):

$$M_{\text{сл}} = M_{\text{н.см}} - M_{\text{зак}}. \quad (5.48)$$

Массовую долю жира в сливках перед внесением закваски  $J_{\text{сл}}$  рассчитывают по формуле (5.49):

$$J_{\text{сл}} = \frac{100 \cdot J_{\text{н.см}} - K_{\text{зак}} \cdot J_{\text{зак}}}{100 - K_{\text{зак}}}, \quad (5.49)$$

где  $J_{\text{н.см}}$  – массовая доля жира в заквашенных сливках, соответствующая жирности готового продукта, %.

Массу молока, которое надо просепарировать для сметаны  $M_{ц.м}$ , находят по формуле (5.50):

$$M_{ц.м} = \frac{M_{сл} \cdot (Ж_{сл} - Ж_{о.м})}{Ж_{ц.м} - Ж_{о.м}} \cdot \frac{100}{100 - П_{ц.м}}, \quad (5.50)$$

где  $П_{ц.м}$  – предельно допустимые потери молока при получении сливок, %.

Потери молока при получении сливок  $П_{ц.м}$  смеси рассчитывают по формуле (5.51):

$$П_{ц.м} = M_{ц.м} \cdot \frac{100 - П_{ц.м}}{100}. \quad (5.51)$$

Определяют массу обезжиренного молока  $M_{о.м}$ , полученного при сепарировании, по формуле (5.52):

$$M_{о.м} = \frac{M_{ц.м} \cdot (Ж_{сл} - Ж_{ц.м})}{Ж_{сл} - Ж_{о.м}} \cdot \frac{100 - П_{о.м}}{100}, \quad (5.52)$$

где  $П_{о.м}$  – предельно допустимые потери обезжиренного молока, %.

Потери обезжиренного молока при сепарировании смеси рассчитывают по формуле (5.53):

$$П_{о.м} = M_{о.м} \cdot \frac{П_{о.м}}{100 - П_{о.м}}. \quad (5.53)$$

### Задача

Необходимо выработать резервуарным способом 2500 кг сметаны с массовой долей жира 20 %, расфасованной в полимерные коробочки массой 200 г. Норма расхода сырья при выработке составляет 1009,4 кг/т. Сколько цельного молока жирностью 3,4 % понадобится для нормализации сливок жирностью 22 % при производстве данного продукта?

### Решение

Масса смеси, направляемой на выработку сметаны:

$$M_{н.см} = \frac{2500 \cdot 1009,4}{1000} = 2523,5 \text{ кг.}$$

Для выработки сметаны можно использовать закваску прямого внесения DVS (тогда не рассчитывают массу закваски), а также закваску, приготовленную на цельном или обезжиренном молоке.

Масса вносимой закваски:

$$M_{зак} = \frac{2523,5 \cdot 5}{100} = 126,18 \text{ кг.}$$

Определяем массу заквашиваемых сливок:

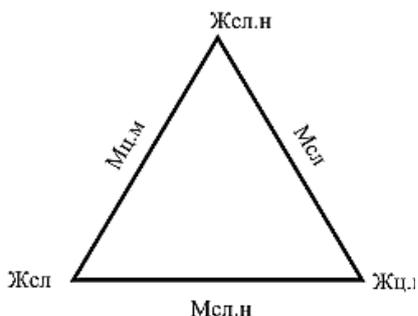
$$M_{сл} = 2523,5 - 126,18 = 2397,32 \text{ кг.}$$

Массовая доля жира в нормализованных сливках перед заквашиванием:

$$Ж_{сл} = \frac{100 \cdot 20 - 5 \cdot 0,05}{100 - 5} = 21,05 \text{ \%}.$$

Массу компонентов для составления смеси с массовой долей жира 21,05 % определяют по формулам, по треугольнику Баркана или по квадрату смешения:

$$\frac{M_{\text{сл.н}}}{\text{Ж}_{\text{сл}} - \text{Ж}_{\text{ц.м}}} = \frac{M_{\text{сл}}}{\text{Ж}_{\text{сл.н}} - \text{Ж}_{\text{ц.м}}} = \frac{M_{\text{ц.м}}}{\text{Ж}_{\text{сл}} - \text{Ж}_{\text{сл.н}}}$$



$$M_{\text{сл}} = \frac{2397,32 \cdot (21,05 - 3,4)}{22 - 3,4} = 2274,88 \text{ кг.}$$

$$M_{\text{ц.м}} = \frac{2274,88 \cdot (22 - 21,05)}{21,05 - 3,4} = 122,44 \text{ кг.}$$

**Ответ:** понадобится 122,44 кг цельного молока, 2274,88 кг сливок.

**Производственные расчеты по выработке творога.** По массе готового продукта рассчитывают массу творога с учетом предельно допустимых потерь на расфасовку  $M_{\text{ТВ}}$  по формуле (5.54):

$$M_{\text{ТВ}} = \frac{M_{\text{ТВ}}^1 \cdot P_p}{1000}, \quad (5.54)$$

где  $M_{\text{ТВ}}^1$  – масса готового продукта, кг;  $P_p$  – норма расхода творога при расфасовке на 1 т готового продукта, кг.

При выработке творога из нормализованного молока вначале определяют массовую долю жира в нормализованной смеси по формулам:

$$\text{Ж}_{\text{н.см}} = \text{Б} + \text{К} \text{ – для творога с массовой долей жира } 18 \%;$$

$$\text{Ж}_{\text{н.см}} = \text{Б} \cdot \text{К} \text{ – для творога с массовой долей жира } 5\text{--}9 \%,$$

где  $\text{Б}$  – массовая доля белка в цельном молоке, %;  $\text{К}$  – коэффициент нормализации, зависящий от вида творога, способа производства и конкретных условий производства (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Значение коэффициента нормализации при производстве творога на различном оборудовании

Способ производства творога (оборудование)	Вид творога					
	18 % жирности		9 % жирности		5 % жирности	
	Весна–лето	Осень–зима	Весна–лето	Осень–зима	Весна–лето	Осень–зима
ТО–2,5	0,15–0,30	0,30–0,40	0,40–0,50	0,50–0,55	0,20–0,28	
ТИ–4000	0,15–0,25	0,25–0,35	0,40–0,47	0,47–0,55	0,20–0,28	
Я9–ОПТ	-	-	0,50	0,53	0,28	
Линии с ваннами–сетками	-	-	0,50	0,52	0,25–0,29	0,30–0,32

Количество нормализованной смеси на выработку творога рассчитывают по формуле (5.55):

$$M_{н.см} = \frac{M_{тв} \cdot P_{н.см}}{1000} \quad (5.55)$$

где  $P_{н.см}$  – норма расхода нормализованной смеси на 1 т творога, кг.

Массу закваски, приготовленной из нормализованного молока и необходимой для выработки творога, находят по формуле (5.56):

$$M_{зак} = \frac{M_{н.см} \cdot K_{зак}}{100} \quad (5.56)$$

Потери нормализованной смеси при производстве творога  $\Pi_{н.см}$  рассчитывают по формуле (5.57):

$$\Pi_{н.см} = \frac{M_{н.см} \cdot \Pi_{н.см}}{100}, \quad (5.57)$$

где  $\Pi_{н.см}$  – нормативные производственные потери жира, %.

По массе нормализованной смеси определяют массу входящего в нее цельного и обезжиренного молока (схема № 1) или цельного молока и сливок, полученных при нормализации (схема № 2).

В случае приготовления закваски на обезжиренном молоке считают, что она в количестве  $M_{зак}$  будет произведена из части обезжиренного молока, необходимого для нормализации цельного молока.

Нормативную массу сыворотки  $M_{сыв.н}$  рассчитывают исходя из норм сбора сыворотки в зависимости от вида творога и способа его выработки (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Норма сбора сыворотки при производстве творога на различном оборудовании

Способ производства творога (оборудование)	Норма сбора сыворотки, %			
	Вид творога			
	18 % жирности	9 % жирности	5 % жирности «Крестьянский»	нежирный
ТО–2,5 и ТИ–4000	75	75	78	80
Линии с ваннами–сетками	-	75	78	80
Я9–ОПТ	-	80	82	84

Теоретическую массу сыворотки  $M_{\text{СЫВ.Т}}$  определяют по разности между массой нормализованной смеси и массой творога (до фасования), рассчитывают по формуле (5.58):

$$M_{\text{СЫВ.Т}} = M_{\text{Н.СМ}} - M_{\text{Т.В}} \quad (5.58)$$

Потери сыворотки  $\Pi_{\text{СЫВ.}}$  рассчитывают по формуле (5.59):

$$\Pi_{\text{СЫВ.Т}} = M_{\text{СЫВ.ТВ}} - M_{\text{СЫВ.Н}} \quad (5.59)$$

При производстве творога отдельным способом продуктовый расчет производят согласно рисунку 5.2.

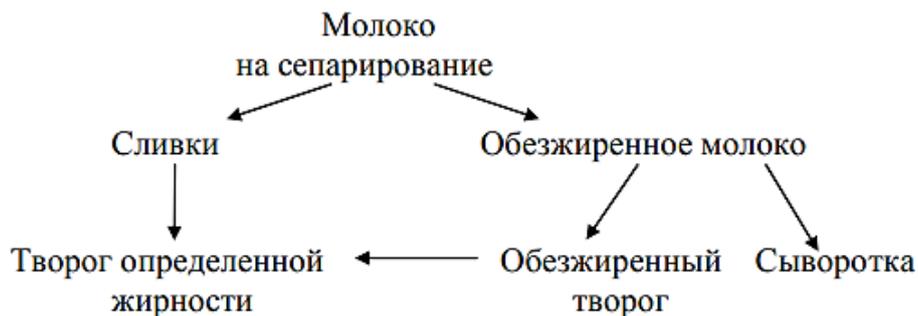


Рисунок 5.2 – Переработка молока при производстве творога отдельным способом

Массовую долю жира в сливках принимают равной 50–55 %. Далее по массе готового творога рассчитывают массу творожной смеси (нежирного творога и сливок)  $M_{\text{ТВ.СМ}}$  с учетом потерь при расфасовке по формуле (5.60):

$$M_{\text{ТВ.СМ}} = \frac{M_{\text{ТВ}} \cdot P_p \cdot P_{\text{ТВ.СМ}}}{1000 \cdot 1000}, \quad (5.60)$$

где  $M_{\text{ТВ}}$  – масса готового творога, кг;  $P_{\text{ТВ.СМ}}$  – норма расхода нежирного творога и сливок на 1 т готового продукта при производстве творога отдельным способом, кг;  $P_p$  – норма расхода творога на 1 т при расфасовке, кг.

Потери творожной смеси при производстве творога отдельным способом и его расфасовке  $\Pi_{\text{Т.СМ}}$  рассчитывают по формуле (5.61):

$$\Pi_{\text{Т.СМ}} = M_{\text{ТВ.СМ}} - M_{\text{ТВ}} \quad (5.61)$$

Массу сливок определяют по формуле (5.62):

$$M_{\text{СЛ}} = \frac{M_{\text{ТВ.СМ}} \cdot \mathcal{J}_{\text{ТВ}}}{\mathcal{J}_{\text{СЛ}}}, \quad (5.62)$$

где  $\mathcal{J}_{\text{ТВ}}$  – массовая доля жира в готовом твороге, %;  $\mathcal{J}_{\text{СЛ}}$  – массовая доля жира в сливках, %.

Массу обезжиренного творога рассчитывают по формуле (5.63):

$$M_{\text{Н.ТВ}} = M_{\text{ТВ.СМ}} - M_{\text{СЛ}} \quad (5.63)$$

Массу обезжиренного молока для выработки обезжиренного творога  $M_{\text{О.М1}}$  определяют по формуле (5.64):

$$M_{\text{О.М1}} = \frac{M_{\text{Н.ТВ}} \cdot P_o}{1000}, \quad (5.64)$$

где  $P_0$  – норма расхода обезжиренного молока на выработку 1 т обезжиренного творога, кг/т (берут по действующим нормам в зависимости от мощности завода и массовой доли белка  $B_{0,м}$  в обезжиренном молоке, рассчитывают по формуле (5.65)):

$$B_{0,м} = \frac{B_{ц,м} \cdot 100}{100 - Ж_{ц,м}}, \quad (5.65)$$

где  $B_{ц,м}$  – массовая доля белка в цельном молоке, %;  $Ж_{ц,м}$  – массовая доля жира в цельном молоке, %.

По массе сливок рассчитывают массу цельного молока по формуле (5.66):

$$M_{ц,м} = \frac{M_{сл} \cdot (Ж_{сл} - Ж_{0,м})}{Ж_{ц,м} - Ж_{0,м}} \cdot \frac{100}{100 - п_{ц,м}}, \quad (5.66)$$

где  $п_{ц,м}$  – предельно допустимые потери молока при сепарировании, %.

Массу обезжиренного молока, полученного при сепарировании  $M_{0,м2}$ , определяют по формуле (5.67):

$$M_{0,м2} = \frac{M_{ц,м} \cdot (Ж_{сл} - Ж_{ц,м})}{Ж_{сл} - Ж_{0,м}} \cdot \frac{100 - п_{0,м}}{100}, \quad (5.67)$$

где  $п_{0,м}$  – предельно допустимые потери обезжиренного молока, %.

Массу обезжиренного молока, полученного при сепарировании, сравнивают с массой, требующейся для производства обезжиренного творога, а затем определяют недостающую массу, рассчитывают по формуле (5.68):

$$M_{0,м} = M_{0,м1} - M_{0,м2}. \quad (5.68)$$

Таким образом получают необходимую массу цельного и обезжиренного молока для производства творога. Расчет массы сыворотки аналогичен рассмотренному ранее.

Расчеты производства творожных изделий выполняют исходя из их заданной массы или массы творога, выделенного для производства, по утвержденным рецептурам с учетом норм расхода сырья.

### Задача

Рассчитать количество сырья и полученной сыворотки для производства на линии Я9-ОПТ 3100 кг творога полужирного (с массовой долей жира 9 %), расфасованного в брикеты по 0,25 кг. Норма расхода продукта при расфасовке составляет 1008 кг/т. Массовая доля белка в цельном молоке 3,0 %, жирность – 3,4 %.

### Решение

Масса творога, направляемого на фасовку:

$$M_{тв} = \frac{3100 \cdot 1008}{1000} = 3124,8 \text{ кг.}$$

Для творога 9 %, вырабатываемого традиционным способом из нормализованного молока, определяют массовую долю жира в нормализованном молоке по формуле:

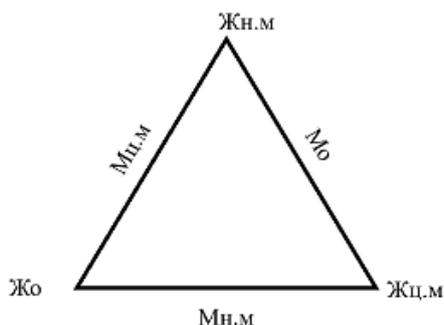
$$Ж_{н,см} = 0,53 \cdot 3,0 = 1,6 \text{ \%}.$$

Норма расхода нормализованного молока (с массовой долей жира 1,6 %) на выработку творога 9 % равна 6717 кг/т. Тогда масса нормализованного молока для выработки 3124,8 кг творога составит:

$$M_{н.см} = \frac{3124,8 \cdot 6717}{1000} = 20989,3 \text{ кг.}$$

Расчет компонентов нормализации ведут известными методами:

$$\frac{M_{н.м}}{Ж_{ц.м} - Ж_0} = \frac{M_0}{Ж_{ц.м} - Ж_{н.м}} = \frac{M_{ц.м}}{Ж_{н.м} - Ж_0}.$$



$$M_{ц.м} = \frac{20989,3 \cdot (1,6 - 0,05)}{3,4 - 0,05} = 9711,5 \text{ кг.}$$

$$M_0 = \frac{9711,5 \cdot (3,4 - 1,6)}{1,6 - 0,05} = 11277,9 \text{ кг.}$$

Теоретическая масса сыворотки:

$$M_{сыв.т} = 20989,3 - 3124,8 = 17864,5 \text{ кг.}$$

Масса сыворотки, полученной при выработке творога, при норме сбора ее на линии Я9-ОПТ 80 % от массы нормализованного молока:

$$M_{сыв} = \frac{M_{нм} \cdot 80}{100} = \frac{20989,3 \cdot 80}{100} = 16791,44 \text{ кг.}$$

**Ответ:** понадобится 9711,5 кг цельного молока, 11277 кг обезжиренного, потери сыворотки составят 17864,5 кг и 16791,44 кг соответственно.

### Задания для самостоятельной работы

1. На предприятие, выпускающее молочную продукцию, поступило сырье для переработки в количестве 3,8 т жирностью 3,6 %. Сколько необходимо обезжиренного молока для нормализации смеси для выпуска пастеризованного молока жирностью 2,5 %?

2. Сколько молока для сепарирования потребуется для получения обрата 1,7 т, если при сепарировании были получены сливки жирностью 38 %, цельное молоко поступило жирностью 3,9 %?

3. На сепарирование направляется 300 кг цельного молока (3,2 %). Сколько будет получено обезжиренного молока и сливок жирностью 10 %?

4. Для производства питьевого молока необходимо получить 500 кг нормализованного жирностью 1,5 %. Сколько цельного молока жирностью 3,8 % необходимо направить на нормализацию? Сколько сливок с массовой долей жира 25 % при этом останется?

5. Определить количество топленого молока (3,2 %), которое получается из 5 т обезжиренного, розлив производится в бутылки 0,5 л. Потери на испарение 14 кг на 1 т смеси топленой. Сколько потребуется сливок 30 % жирности для нормализации? Завод производит 50 т продукции в смену.

6. Сколько сырья потребуется для выработки 20000 кг кефира с массовой долей жира 2,5 %, расфасованного в пакеты из комбинированного материала пюр-пак емкостью 0,5 л? Жирность цельного молока 3,6 %. Норма расхода сырья при этом составляет 1011,5 кг/т.

7. Необходимо выработать 5000 кг кисломолочного продукта «Ацидолакт» с массовой долей жира 3,2 %, расфасованного в пакеты из комбинированного материала пюр-пак емкостью 1 л. Норма расхода сырья при этом составляет 1011,7 кг/т. Для выработки кисломолочного продукта «Ацидолакт» используется закваска прямого внесения DVS. Сколько цельного молока жирностью 3,6 % для этого потребуется?

8. Необходимо выработать 26900 кг йогурта натурального с массовой долей жира 3,2 %, расфасованного в пакеты из комбинированного материала пюр-пак емкостью 0,5 л. Норма расхода сырья при этом составляет 1014,2 кг/т. Сколько цельного молока жирностью 3,4 % для этого потребуется?

9. Выполнить продуктовый расчет сметаны с массовой долей жира 15 %, масса готового продукта 3 т. Массовая доля жира в исходном цельном молоке 3,4 %, в закваске – 0,05 %. Норма потерь массы и жира молока при его сепарировании составляет 0,12 %. Сметана вырабатывается резервуарным способом в стаканчиках из полистирола объемом 500 см<sup>3</sup> на городском заводе мощностью 260 т в смену.

10. Определить количество готового продукта сметаны с массовой долей жира 20 %. Масса исходного цельного молока 15 т, массовая доля жира в нем 3,5 %, в закваске – 0,05 %. Норма потерь массы и жира молока при получении сливок 0,12 %. Произвести расчет для сметаны, вырабатываемой резервуарным способом в стаканчиках из полистирола объемом 350 см<sup>3</sup> на городском заводе мощностью 50 т в смену.

11. Определить количество готового продукта творога с массовой долей жира 9 %, расфасованного в брикеты. Масса цельного молока 10 т, массовая доля жира в нем 3,4 %, белка – 3,1 %. Произвести расчет для отдельного способа производства на линии ТО–2,5, мощность предприятия 80 т в смену.

12. Определить количество готового продукта творога с массовой долей жира 9 %, расфасованного в брикеты. Масса цельного молока 10 т, массовая доля жира в нем 3,4 %, белка – 3,1 %. Произвести расчет для отдельного способа производства на линии ТО–2,5, мощность предприятия 80 т в смену.

13. Рассчитать количество сырья и полученной сыворотки для выработки на линии Я9-ОПТ 5300 кг творога полужирного (с массовой долей жира 9 %),

расфасованного в брикеты по 0,25 кг. Норма расхода продукта при расфасовке составляет 1007,0 кг/т. Масса цельного молока 5 т, массовая доля жира в нем 3,6 %, белка – 3,0 %.

## **6 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

Целью лабораторного практикума является формирование умений и навыков по постановке технологического процесса производства продукции из молока с использованием современных способов контроля производства и качества готовой продукции.

Каждая работа начинается с рассмотрения ее цели и теоретической части изучаемой темы. Затем дается перечень необходимого оборудования, приборов, материалов, приводятся задания и порядок выполнения, ее краткое содержание, методы исследования и требования к оформлению.

К работам в лаборатории студентов допускают после их ознакомления с правилами безопасности (общими – в начале семестра и частными – перед каждым занятием). Допуск к выполнению лабораторной работы происходит при условии положительной оценки ответов студента на устные вопросы, охватывающие тему лабораторной работы. Отчет по лабораторной работе представляется в рукописном или печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе.

Оценка результатов выполнения задания по каждой лабораторной работе производится при представлении студентом отчета, составленного по результатам самостоятельно выполненной им лабораторной работы, на основании ответов на вопросы по ее тематике. Студент, самостоятельно выполнивший лабораторную работу и продемонстрировавший знание использованных им методов лабораторных исследований, получает оценку «зачтено». Студент получает оценку «не зачтено», если он не выполнил лабораторную работу, не провел все предполагаемые темой занятия исследования, не составил отчет по лабораторной работе.

При необходимости для обучающихся инвалидов или с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

### **Правила техники безопасности при работе в лаборатории**

1. Перед началом занятий необходимо надеть белый халат.
2. На рабочем месте не следует держать никаких посторонних предметов. Сумки и пакеты укладывают в специально отведенное для них место.
3. Категорически запрещается пить воду из химической посуды, а также пробовать на вкус химические реактивы.

4. Не включать и не выключать без разрешения преподавателя рубильники и приборы. Следить за состоянием изоляции проводов, электроарматуры и оборудования.

5. Горячие и раскаленные предметы ставить только на асбестовую сетку или иную термостойкую прокладку.

6. При работе с крепкими кислотами и щелочами необходимо:

а) при отмеривании и переливании кислоты и щелочи надевать защитные очки, резиновые перчатки и поверх халата прорезиненный фартук;

б) не втягивать кислоту пипеткой в рот, использовать для ее отмеривания дозаторы или резиновую грушу;

в) при закрытии жирометров пробками и встряхивании завертывать их в салфетки;

г) при ввертывании в жирометр резиновой пробки, а также при отсчете показателя содержания жира держать его за расширенную часть, завернутую в салфетку;

д) вынимая пробки из жирометров, держать приборы отверстиями в сторону от себя и от окружающих;

е) отработанные кислоты и щелочи сливать через воронку в специальные бутылки.

7. При попадании на руки или лицо кислоты пораженные места сразу же промыть чистой водой, залить слабым раствором соды и снова чистой водой. Если кислота попала на одежду, ее нейтрализуют содой, а затем смывают водой.

8. Если жирометр в центрифуге разбился, необходимо немедленно промыть диск содовым раствором, чистой водой и протереть его насухо.

9. При воспламенении горючих жидкостей (бензин, эфир, спирт и др.) следует выключить электронагревательные приборы и принять меры к тушению пожара.

10. По окончании работы привести в порядок рабочее место (вымыть посуду, поставить на рабочее место реактивы, приборы и т. п.).

## **6.1 Лабораторная работа № 1**

### **«Изучение технологии производства кисломолочных напитков»**

*Цель работы:* приобретение умений и навыков в области технологии производства и оценки показателей качества кисломолочных жидких продуктов на примере йогурта.

#### **Методические указания по выполнению лабораторной работы**

##### **Оборудование, приборы, материалы:**

- молоко коровье сырье;
- закваска прямого внесения;

- термостат лабораторный, гомогенизатор лабораторный; рН-метр;
- химический стакан вместимостью 150–200 см<sup>3</sup>, химический стакан вместимостью 500–1000 см<sup>3</sup>, пипетка на 20 см<sup>3</sup>, баня водяная; термометр лабораторный; цилиндр; ареометр типа АМ, АМТ, цилиндры 1-31/215, 1-39/265, 1-50/415, термометры с диапазоном измерений температуры от 0 до 55 °С; жиरोмеры (бутирометры) типа 1–6, 1–7; пробки резиновые; груши резиновые; центрифуга с частотой вращения не менее 1000 с<sup>-1</sup>; дозаторы для серной кислоты и изоамилового спирта; пипетка на 10,77 см<sup>3</sup>, весы лабораторные 2-го класса точности; пипетки вместимостью 10 см<sup>3</sup>; палочки стеклянные;
- 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствор гидроксида натрия; кислота серная плотностью 1810–1820 кг/м<sup>3</sup>; спирт изоамиловый 1 %-й; 1%-й спиртовой раствор фенолфталеина; вода дистиллированная; 2,5 %-й раствор сернокислого кобальта.

### **Методы исследования**

Органолептические показатели йогурта определяют по ГОСТ 31981, ГОСТ Р ИСО 22935-2.

Физико-химические показатели исходного сырья и продуктов определяют следующими методами:

- плотность молока – по ГОСТ Р 54758;
- кислотность молока – по ГОСТ Р 54669;
- кислотность йогурта - по ГОСТ 31976;
- массовую долю жира молока и йогурта – по ГОСТ 5867;
- массовую долю белка йогурта - по ГОСТ 23327;
- пероксидазу, фосфатазу – по ГОСТ 3623;
- массовую долю сухих веществ – по ГОСТ Р 54668.

### **Порядок выполнения работы**

**Задание 1.** Определить состав и свойства исходного сырья для производства йогурта – молока цельного (массовая доля жира, кислотность, плотность). Результаты измерений оформить в виде таблицы 6.1.

#### **Определения плотности молока ареометрическим методом**

Метод с применением ареометра основан на определении объема вытесненной жидкости и массы плавающего в ней ареометра.

Плотность молока - это его масса при температуре 20 °С, заключенная в единице объема (килограммы на кубический метр). Измерение плотности молока производят с помощью специального ареометра.

Определение плотности молока коровьего сырого проводят при температуре  $(20 \pm 5)$  °С. 250 или 500 см<sup>3</sup> пробы для анализа тщательно перемешивают и осторожно, во избежание образования пены, переливают по стенке в сухой цилиндр, который следует держать в слегка наклонном положении. Если на поверхности пробы в цилиндре при этом образовалась пена, ее аккуратно снимают мешалкой. Цилиндр с анализируемой пробой устанавливают на ровной горизонтальной поверхности и измеряют температуру пробы ( $t_1$ ). Отсчет показаний температуры проводят не ранее чем через 2-4 мин после опускания термометра в пробу. Сухой и чистый ареометр медленно опускают в анализируемую пробу, погружая его до тех пор, пока до предполагаемой отметки ареометрической шкалы не останется 3-4 мм, затем оставляют его в свободно плавающем состоянии. При этом он не должен касаться стенок цилиндра. Проводят первый отсчет показаний плотности ( $\rho_1$ ) по шкале ареометра через 3 мин после установления его в неподвижном положении. После этого его осторожно приподнимают на высоту уровня балласта в нем и снова опускают, оставляя в свободно плавающем состоянии. После установления его в неподвижном состоянии проводят второй отсчет показаний плотности ( $\rho_2$ ). При этом глаза оператора должны находиться на уровне мениска. Отсчет показаний проводят по верхнему краю мениска.

Отсчет показаний по ареометрам типа АМ или АМТ проводят до половины цены наименьшего деления шкалы, в ареометрах типа АОН-1 или АОН-2 - до цены наименьшего деления. Затем повторяют измерение температуры пробы ( $t_2$ ). За результат измерения температуры анализируемой пробы продукта ( $t$ ) принимают среднеарифметическое значение результатов двух измерений  $t_1, t_2$  температуры, округленное до первого десятичного знака.

За результат измерений плотности анализируемой пробы продукта ( $\rho_{cp}$ ) при температуре  $t$  принимают среднеарифметическое значение результатов двух показаний ареометра  $\rho_1$  и  $\rho_2$ , округленное до первого десятичного знака.

Если анализируемая проба продукта во время определения плотности имела температуру выше или ниже 20 °С, полученные результаты при данной температуре ( $t$ ) должны быть приведены к температуре 20 °С в соответствии с таблицами, указанными в ГОСТ.

По таблицам в левой крайней графе находят строку со значением ( $\rho_{cp}$ ), а в последующих графах таблиц – температуру ( $t$ ). На пересечении соответствующей строки и графы находят значение плотности молока при температуре 20 °С, которое принимается за окончательный результат.

Если сырое или обезжиренное молоко имеет температуру от 10 °С до 15 °С, для определения его плотности при температуре 20 °С к полученному значению плотности пробы этого молока ( $\rho_{cp}$ ) прибавляют поправку (в соответствии с ГОСТ).

За окончательный результат измерения плотности при температуре 20 °С и плотности ( $\rho_{20}$ ) принимают среднеарифметическое значение двух параллельных результатов измерений, выполненных в условиях повторяемости.

### **Определение кислотности молока индикаторным методом**

Метод основан на нейтрализации свободных кислот, кислых солей и свободных кислотных групп, содержащихся в продукте, раствором гидроокиси натрия в присутствии индикатора фенолфталеина.

В коническую колбу вместимостью 150-200 мл отмеряют пипеткой 10 мл молока, прибавляют из бюретки 20 мл дистиллированной воды и три капли 1 %-го фенолфталеина. Смесь тщательно перемешивают и медленно титруют 0,1 н. раствором едкого натра (калия) при непрерывном помешивании содержимого колбы легким ее вращением до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин. Сравнение ведут с заранее приготовленным эталоном. Срок хранения эталона не более 8 ч при комнатной температуре.

Приготовление контрольных эталонов окраски для молока: в колбу вместимостью 100 или 250 см<sup>3</sup> отмеривают 10 см<sup>3</sup> молока и дистиллированную воду в объеме 20 см<sup>3</sup>, 1 см<sup>3</sup> раствора сернокислого кобальта массовой концентрации 25 г/дм<sup>3</sup>. Смесь тщательно перемешивают.

Кислотность анализируемого продукта, °Т (в градусах Тернера) вычисляют умножением объема раствора гидроокиси натрия в сантиметрах кубических, пошедшего на нейтрализацию кислот, содержащихся в определенном объеме анализируемого продукта, на коэффициент 10.

За окончательный результат анализа принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений, округленное до первого десятичного знака.

### **Определение жирности молока кислотным методом**

Метод основан на выделении жира из молока, молочного напитка, молочных и молокосодержащих продуктов, кисломолочных продуктов, сыра и сырных продуктов, масла и масляной пасты, сливочно-растительного спреда и сливочно-растительной топленой смеси, мороженого под действием концентрированной серной кислоты и изоамилового спирта с последующим центрифугированием и измерении объема выделившегося жира в градуированной части жиромера.

В чистый молочный жиромер, помещенный в штатив, осторожно, стараясь не смочить горлышко, наливают автоматической пипеткой 10 мл серной кислоты плотностью 1810-1820 кг/м<sup>3</sup>. Затем пипеткой вместимостью 10,77 мл добавляют в жиромер молоко так, чтобы жидкости не смешивались. Молоко из пипетки должно вытекать медленно, выдувание его из

пипетки не допускается. Затем в жиросмер добавляют 1 мл изоамилового спирта и закрывают сухой пробкой. Жиросмеры закрывают сухими пробками, вводя их немного более чем наполовину в горловину. Для этого с помощью полотенца или тряпки необходимо взять жиросмер левой рукой за расширенную часть (не за шкалу) и вращательными движениями ввести пробку в горлышко до соприкосновения с поверхностью спирта. Жиросмеры встряхивают до полного растворения белковых веществ, переворачивая не менее пяти раз так, чтобы жидкости в них полностью перемешались.

Для обеспечения проведения измерений рекомендуется наносить мел на поверхность пробок для укупорки жиросмеров.

После этого жиросмеры ставят пробкой вниз в водяную баню с температурой  $65 \pm 2$  °C на 5 мин. Вынув из бани, их вставляют в патроны центрифуги, располагая симметрично один против другого. При нечетном количестве жиросмеров в центрифугу помещают жиросмер, наполненный водой. Закрыв центрифугу крышкой, смесь центрифугируют в течение 5 мин, затем вынимают из центрифуги и движением резиновой пробки регулируют столбик жира так, чтобы он находился в трубке со шкалой. Жиросмеры снова помещают на 5 мин в водяную баню, вынимают из нее и быстро производят отсчет жира. Движением пробки вверх или вниз устанавливают нижнюю границу столбика жира на целом делении шкалы жиросмера и от него отсчитывают число делений до нижней точки мениска столбика жира. Показание жиросмера соответствует содержанию жира в молоке в процентах. Граница раздела жира и кислоты должна быть резкой, а столбик жира - прозрачным (светло-желтого цвета).

При использовании центрифуги с подогревом жиросмеров допускается проведение одного центрифугирования в течение 15 мин с последующей выдержкой в водяной бане при температуре  $(65 \pm 2)$  °C в течение 5 мин.

Граница раздела жира и кислоты должна быть резкой, а столбик жира - прозрачным. При наличии «кольца» (пробки) буроватого или темно-желтого цвета, различных примесей в столбике жира или размытой нижней границы измерение проводят повторно.

При работе с серной кислотой следует проявлять особую осторожность и соблюдать следующие требования:

1. Наполнять жиросмер нужно в строго указанной последовательности: кислота – молоко – спирт. Если в жиросмер влить сначала молоко, а затем серную кислоту, то в узкой части прибора образуется пробка свернувшихся белков, и анализ придется повторить. Если же смешать спирт с кислотой, то образуется ряд нерастворимых соединений, искажающих результат анализа.

2. Поскольку смешивание крепкой кислоты и молока приводит к сильному нагреванию жидкости, жиросмер следует предварительно укрепить в штативе и заполнить кислотой только над кюветами.

3. Если при заполнении жироскопа горлышко оказалось смоченным серной кислотой, для нейтрализации кислоты пробку с поверхности надо покрыть мелом (продольными штрихами) и только после этого закрыть жироскоп пробкой.

4. Содержимое жироскопа встряхивать только при закрытой пробке, предварительно завернув его в полотенце или тряпку. При этом его отверстие следует направлять в сторону от себя и окружающих.

5. После окончания определения жира содержимое жироскопа тщательно перемешать и вылить в еще теплом состоянии в специально предназначенные склянки с этикетками (но не в раковину!).

6. В случае попадания кислоты на кожу немедленно промыть пораженное место водой, а затем 3 %-м раствором двууглекислой соды.

Таблица 6.1 – Физико-химические показатели молока

Наименование образца	Физико-химические показатели		
	Плотность кг/м <sup>3</sup>	Массовая доля жира, %	Кислотность, °Т

**Задание 2.** В соответствии с заданием преподавателя выполнить продуктовый расчет для йогурта с массовой долей жира 1,5; 2,5; 3,2 % и определить потребность в сырье.

**Задание 3.** Выработать йогурт резервуарным способом.

Согласно ТР ТС 033/2013 «Технический регламент Таможенного союза. О безопасности молока и молочной продукции», «**йогурт**» - кисломолочный продукт с повышенным содержанием сухих обезжиренных веществ молока, произведенный с использованием заквасочных микроорганизмов (термофильных молочнокислых стрептококков и болгарской молочнокислой палочки).

В соответствии с ГОСТ 31981-2013 йогурты подразделяют на йогурт и йогурт обогащенный, в зависимости от вносимых немолочных компонентов - на йогурт без компонентов и йогурт с компонентами. Йогурт, изготавливаемый с пробиотиками и/или пребиотиками, может выпускаться с наименованием «биойогурт».

Технологический процесс производства йогурта резервуарным способом состоит из следующих операций: приемка и подготовка сырья и материалов, нормализация по жиру и сухим веществам, очистка, гомогенизация смеси, пастеризация, охлаждение, заквашивание, сквашивание, перемешивание, охлаждение, розлив, упаковывание, маркирование и хранение.

Молоко, отобранное по качеству, нормализуют по массовой доле жира и сухих веществ. По жиру его нормализуют либо в потоке, применяя сепаратор–

нормализатор, либо добавлением к обезжиренному молоку цельного молока или сливок. По сухим веществам его нормализуют добавлением сухого молока, которое восстанавливают в соответствии с действующей нормативной документацией. Кроме того, нормализацию по сухим веществам проводят выпариванием пастеризованного и гомогенизированного молока при температуре 55-60 °С.

Нормализованное молоко очищают на сепараторах–молокоочистителях, гомогенизируют при давлении 15±2,5 МПа и температуре 60-65 °С. Допускается гомогенизация и при температуре пастеризации. Очищенную и гомогенизированную смесь пастеризуют при 92±2 °С с выдержкой 2-8 мин или при 87±2 °С с выдержкой 10-15 мин и охлаждают до температуры заквашивания 40±2 °С. Смесь заквашивают сразу после её охлаждения подобранными заквасками (например, приготовленными на чистых культурах термофильного стрептококка, болгарской палочки). Количество вносимой закваски составляет 3-5 % объема заквашиваемой смеси, а закваски, приготовленной на стерилизованном молоке, – 1-3 %. Если применяют симбиотическую закваску, то её вносят в количестве 1-3 %, а бактериальный концентрат добавляют в соответствии с инструкцией по применению сухого бактериального концентрата. Закваску вносят в молоко в резервуар для кисломолочных продуктов при включенной мешалке. После заполнения резервуара всю смесь дополнительно перемешивают в течение 15 мин. Закваску можно вносить и перед заполнением резервуара молоком.

Окончание сквашивания определяют по образованию прочного сгустка кислотностью 95-100 °Т. Сгусток охлаждают в течение 10-30 мин и перемешивают в целях получения однородной консистенции и избежания отделения сыворотки. Сгусток, охлажденный до 16-20 °С, направляют на розлив, упаковывание, маркирование и доохлаждение в холодильных камерах до температуры 4±2 °С. После этого технологический процесс считается законченным, продукт готов к реализации.

**Для получения опытных образцов йогурта необходимо:**

1. 1 дм<sup>3</sup> молока пастеризовать при 85 °С с выдержкой 2-8 мин. Перелить в стаканы вместимостью 0,5 дм<sup>3</sup>.
2. Смесь охладить до 40±2 °С.
3. Внести в охлажденную смесь 5 % предварительно приготовленной закваски на обезжиренном молоке (*Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus*) или закваски DVS (нормы закладки смотреть в Инструкции по применению).
4. Хорошо перемешать смесь с закваской, закрыть колпачками из фольги, пронумеровать и поставить в термостат для сквашивания при температуре 40±2 °С.

5. Провести процесс сквашивания молока, полученные сгустки охладить до температуры  $16\pm 2$  °С, равномерно перемешать.

**Задание 4.** Произвести оценку органолептических, физико-химических показателей полученных кисломолочных напитков. Сравнить с промышленными образцами.

#### **Подготовка пробы кисломолочных продуктов для испытаний**

Жидкие кисломолочные продукты в потребительской упаковке перемешивают в зависимости от консистенции продукции путем пятикратного перевертывания упаковки или шпателем около 1 мин после вскрытия упаковки.

Допускается использование автоматических перемешивающих устройств при условии наличия обоснованных режимов, сохраняющих структуру и свойства продукта.

Продукт помещают в стакан вместимостью 500 см<sup>3</sup> и нагревают на водяной бане до температуры  $(30\pm 2)$  °С, тщательно перемешивая шпателем до получения однородной смеси, перемещая нижние слои пробы к поверхности. Подготовленный образец переносят в стакан гомогенизатора и гомогенизируют в течение 1–3 мин при частоте вращения ножей от 2000 мин<sup>-1</sup> до 5000 мин<sup>-1</sup> до получения однородной массы.

Если в пробе наблюдают отделение жира, для обеспечения лучшей гомогенизации образец нагревают на водяной бане до температуры  $(36\pm 2)$  °С, затем охлаждают до температуры  $(20\pm 2)$  °С.

Во избежание расслоения продукта пробу для анализа отбирают сразу после гомогенизации.

#### **Оценка органолептических показателей**

Определение внешнего вида и консистенции, вкуса и запаха, цвета проводят органолептически и характеризуют в соответствии с требованиями ГОСТ 31981-2013, ГОСТ Р ИСО 22935-2. Органолептические показатели йогурта представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Органолептические показатели йогурта (ГОСТ 31981-2013)

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид и консистенция	Однородная, с нарушенным сгустком при резервуарном способе производства, в меру вязкая. Допускается наличие включений нерастворимых частиц, характерных для внесенных компонентов
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов, в меру сладкий вкус (при выработке с подслащивающими компонентами), с соответствующим вкусом и ароматом внесенных компонентов
Цвет	Молочно-белый или обусловленный цветом внесенных компонентов, однородный или с вкраплениями нерастворимых частиц

В случае больших контейнеров отбирают не менее 500 г пробы. Перед оценкой рекомендуется выдержать пробы при температуре  $(4,0 \pm 2,0)$  °С.

Для оценки внешнего вида пробы для анализа по возможности следует представлять в оригинальных упаковках. Для оценки консистенции, вкуса и аромата каждому оценщику должны быть предоставлены порционные упаковки вместимостью от 50 до 100 г. Во время оценки пробы должны иметь температуру  $(12,0 \pm 2,0)$  °С.

Внешний вид: исследуют содержимое упаковки и поверхность продукта, его цвет, видимую чистоту, наличие примесей, пятен плесени, отделение сыворотки и разделение фаз. Исследуют открытую упаковку, если необходимо, выливают продукт из упаковки.

Запах и аромат: проводят органолептическую оценку запаха и аромата, нюхая и пробуя продукт на вкус.

Консистенция: продукт перемешивают ложкой, затем оценивают густоту, вязкость и однородность путем растирания пробы во рту языком.

### Определение физико-химических показателей

По физико-химическим показателям йогурты должны соответствовать нормам, указанным в таблице 6. 3.

Таблица 6.3 - Физико-химические показатели йогуртов (ГОСТ 31981-2013)

Наименование показателя	Нормативное значение	
	Менее 0,5 (обезжиренные)	От 0,5 до 10,0 включ.
Массовая доля жира, %		
Массовая доля белка, %, не менее: – для йогуртов без компонентов – для йогуртов с компонентами		3,2 2,8*
Массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), %, не менее: – для йогуртов без компонентов – для йогуртов с компонентами		9,5 8,5**
Кислотность, °Т	От 75 до 140 включ.	
Фосфатаза или пероксидаза	Отсутствие	
Температура продукта при выпуске с предприятия, °С	4±2	
* Массовая доля белка в молочной основе для йогуртов с компонентами должна быть не менее 3,2 % в соответствии с требованиями. ** Массовая доля СОМО в молочной основе для йогуртов с компонентами должна быть не менее 9,5 %.		

### Потенциометрический метод определения титруемой кислотности кисломолочных продуктов

Метод основан на нейтрализации кислот, содержащихся в продукте, раствором гидроксида натрия молярной концентрацией  $0,1$  моль/дм<sup>3</sup> до

заранее заданного значения рН и индикации точки эквивалентности при помощи потенциометрического анализатора.

Продукт максимально полно освобождают от упаковки, помещают в стакан вместимостью 500 см<sup>3</sup> и нагревают на водяной бане до температуры (23±2) °С, тщательно перемешивая шпателем до получения однородной смеси, перемещая нижние слои пробы к поверхности. Подготовленный образец переносят в колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup> с притертой пробкой.

В стакан вместимостью 50 см<sup>3</sup> помещают (10,00±0,01) г анализируемой пробы, добавляют 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и тщательно перемешивают.

В стакан помещают стержень магнитной мешалки и устанавливают его на магнитную мешалку. Включают двигатель мешалки и погружают электроды потенциометрического анализатора в стакан со смесью. Содержимое титруют раствором гидроокиси натрия до точки эквивалентности (8,80±0,01) рН. При достижении рН 4,0 интервал между последующими прикапываниями щелочи должен составлять не менее 20 с; при достижении рН 8,3 интервал должен составлять не менее 30 с; при достижении рН 8,8 добавление щелочи прекращают.

Измеряют объем раствора гидроокиси натрия, израсходованный на титрование смеси, с отсчетом результата измерений до 0,05 см<sup>3</sup>.

Титруемая кислотность пробы  $W$  в градусах Тернера равна объему водного раствора гидроокиси натрия молярной концентрацией 0,1 моль/дм, затраченному на нейтрализацию 10 г йогурта, умноженному на 10.

За окончательный результат принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных измерений, округленное до второго десятичного знака, если выполняется условие приемлемости.

Титруемую кислотность пробы  $W$ , ммоль/г вычисляют по формуле (6.1):

$$W = \frac{0,9V}{m} \quad (6.1)$$

где  $V$  – объем раствора гидроокиси натрия, израсходованный на титрование, см<sup>3</sup>; 0,9 – коэффициент пересчета объема гидроокиси натрия на количество молей молочной кислоты в 100 г пробы, ммоль/см<sup>3</sup>;  $m$  – масса пробы, г.

За окончательный результат принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных измерений, округленное до второго десятичного знака.

### **Определение массовой доли общего азота по Кьельдалю с последующим определением массовой доли белка в кисломолочных продуктах**

Метод Кьельдаля основан на минерализации пробы молока концентрированной серной кислотой в присутствии окислителя, инертной

соли – сульфата калия и катализатора – сульфата меди. При этом аминокруппы белка превращаются в сульфат аммония, растворенный в серной кислоте. Массовую долю белка определяют, умножая полученный результат на соответствующий коэффициент.

При измерении массовой доли белка масса сухих веществ в анализируемой пробе должна быть не более 0,15 г.

В стаканчике для взвешивания или стеклянной бюксе с крышкой взвешивают 1,00–1,50 г жидкого продукта с записью результата до четвертого знака после запятой. Продукт из стаканчика (бюксы) осторожно переливают в колбу Кьельдаля. Пустой стаканчик (бюксу) с крышкой вновь взвешивают и по разнице между первым и вторым взвешиваниями устанавливают массу анализируемой пробы.

В колбу Кьельдаля также добавляют 1,50–2,00 г смешанного катализатора и затем осторожно приливают 10 см<sup>3</sup> концентрированной серной кислоты и 10 см<sup>3</sup> 30 %-го раствора перекиси водорода. Колбу прикрывают насадкой или стеклянной воронкой и приступают к нагреванию в наклонном положении под углом 45° при температуре 450–500 °С.

В процессе нагревания необходимо следить, чтобы жидкость в колбе непрерывно кипела и на ее стенках не оставалось черных несгоревших частиц, смывая их легкими круговыми движениями.

При наличии черных частиц на горловине колбы, если они не захватываются конденсатом паров кислоты в период кипения или кислотой при перемешивании содержимого, следует охладить колбу, смыть в нее эти частицы небольшим количеством дистиллированной воды и затем продолжить сжигание.

После того как жидкость в колбе обесцветится (допускается слегка зеленоватый оттенок), нагрев продолжают еще в течение 30 мин. Дают колбе остыть до температуры (20±5) °С, к содержимому приливают, обмывая стенки, от 20 до 30 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и приступают к отгонке аммиака.

Если при минерализации содержимое колбы долго остается темным или затвердевает при охлаждении, вероятно, происходит неполное сжигание. В этом случае проводят дополнительное сжигание при той же температуре.

После подготовки прибора для отгонки аммиака вместо пустой конической колбы под холодильник подставляют колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup> с 25 см<sup>3</sup> раствора борной кислоты массовой концентрации 40 г/дм<sup>3</sup> и четырьмя каплями смешанного индикатора так, чтобы кончик холодильника был погружен в раствор. Вместо пустой колбы Кьельдаля присоединяют колбу с минерализованной пробой.

В воронку наливают 20 см<sup>3</sup> раствора гидроокиси натрия массовой концентрации 400 г/дм<sup>3</sup> и, открывая понемногу зажим при осторожном покачивании колбы Кьельдаля, вливают раствор гидроокиси натрия массовой концентрации 400 г/дм<sup>3</sup>. Закрывают кран подачи гидроокиси натрия, открывая зажим. В холодильнике пары раствора аммиака конденсируются и попадают в колбу с раствором борной кислоты. Перегонку продолжают 10 мин, считая с того момента, когда раствор борной кислоты в приемной колбе приобретет зеленое окрашивание. После окончания отгонки конец трубки холодильника вынимают из раствора борной кислоты, ополаскивают дистиллированной водой и продолжают процесс перегонки еще 2 мин.

Содержимое приемной колбы титруют раствором соляной кислоты молярной концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup> до перехода окраски индикатора от зеленого до слабого серо-фиолетового окрашивания.

Для внесения в результат измерения соответствующей поправки на реактивы проводят определение массовой доли азота в контрольной пробе, используя вместо анализируемого продукта 1 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и (0,100±0,001) г сахарозы. Определение массовой доли азота в контрольной пробе проводят по трем параллельным определениям. За окончательный результат определения поправки на реактивы принимают среднеарифметическое значение результатов трех параллельных определений.

Определение в контрольной пробе проводят при замене хотя бы одного из реактивов.

Массовую долю общего азота  $X$ , % в анализируемой пробе вычисляют по формуле (6.2):

$$X = \frac{1,4 \cdot (V_1 - V_2) \cdot c}{m} \quad (6.2)$$

где  $V_1$  – объем кислоты, затраченный на титрование, см;  $V_2$  – объем кислоты, затраченный на титрование при контрольном измерении, см;  $c$  – концентрация соляной кислоты, моль/дм<sup>3</sup>;  $m$  – масса навески продукта, г; 1,4 – коэффициент пересчета объема кислоты в массовую долю общего азота.

Массовую долю белка, %, определяют по формуле (6.3):

$$Y = 6,38 X, \quad (6.3)$$

где 6,38 – масса молочного белка, эквивалентная единице массы общего азота.

### **Определение массовой доли жира в кисломолочных продуктах кислотным методом**

В чистый молочный жиромер, помещенный в штатив, осторожно, стараясь не смочить горлышко, отвешивают 11 г йогурта, наливают автоматической пипеткой 10 мл серной кислоты плотностью 1810-1820 кг/м<sup>3</sup>.

Далее измерения проводят по аналогии с определением массовой доли жира в молоке-сырье (см. выше).

### **Определение пероксидазы в кисломолочных продуктах**

Метод основан на разложении перекиси водорода ферментом пероксидазой, содержащейся в молоке и молочных продуктах. Освобождающийся при разложении перекиси водорода активный кислород окисляет йодистый калий, освобождая йод, образующий с крахмалом соединение синего цвета.

Кисломолочные продукты с немолочными компонентами (например, с плодово-ягодными наполнителями) фильтруют через бумажный фильтр. Проводят два параллельных измерения. В пробирку помещают анализируемый продукт (5 см<sup>3</sup>) и тщательно перемешивают, растирая стеклянной палочкой.

Добавляют 5 капель раствора йодистокалиевого крахмала и 5 капель раствора перекиси водорода массовой долей 0,5 %, перемешивая вращательными движениями содержимое пробирки после добавления каждого реактива, затем наблюдают изменение окраски.

При отсутствии фермента пероксидазы в молоке и молочных продуктах цвет содержимого пробирки не изменится, следовательно, молоко и молочные продукты подвергались пастеризации при температуре не ниже 80 °С.

При наличии пероксидазы в кисломолочных продуктах содержимое пробирок не более чем через 2 мин приобретает серовато-синюю окраску, постепенно переходящую в темно-синюю. Следовательно, молоко и молочные продукты не подвергались пастеризации, или подвергались при температуре ниже 80 °С, или были смешаны с непастеризованными молочными продуктами. Появление окраски в пробирках более чем через 2 мин после добавления йодистокалиевого крахмала и перекиси водорода не указывает на отсутствие пастеризации, так как может вызываться разложением реактивов.

### **Определение фосфатазы по реакции с фенолфталеинфосфатом натрия**

Метод основан на гидролизе фенолфталеинфосфата натрия ферментом фосфатазой, содержащейся в молоке и молочных продуктах. Освобождающийся при гидролизе фенолфталеин в щелочной среде дает розовое окрашивание.

В пробирку помещают 2 г анализируемого продукта, 2 г дистиллированной воды и 2 г раствора фенолфталеинфосфата натрия в буферной смеси массовой долей 0,1 %. Затем пробирку закрывают пробкой, и содержимое аккуратно перемешивают. Пробирки погружают в водяную баню температурой (42±2) °С. Изменение окраски содержимого пробирки определяют через 10 мин и через 1 ч.

## Определение массовой доли сухого вещества в кисломолочных продуктах

Метод определения массовой доли влаги (или сухого вещества) в продукте основан на высушивании анализируемой пробы продукта при постоянной температуре и вычислении массовой доли влаги (или сухого вещества) по потере массы анализируемой пробы в процентах.

В металлическую бюксу на дно укладывают два кружка марли, высушивают с открытой крышкой при 105 °С 20–30 мин и, закрыв крышкой, охлаждают в эксикаторе в течение 20–30 мин, затем взвешивают.

В подготовленную бюксу пипеткой вносят 5,0–5,1 г исследуемого продукта, равномерно распределяя его по всей поверхности марли, и, закрыв крышкой, взвешивают. Затем открытую бюксу и крышку помещают в сушильный шкаф при 105 °С на 60 мин, после чего бюксу закрывают, охлаждают и взвешивают.

Высушивание и взвешивание продолжают через 20–30 мин до получения разницы в массе между двумя последовательными взвешиваниями не более 0,001 г. Сухой остаток на поверхности марлевого кружка должен иметь равномерный светло-желтый цвет.

Массовую долю сухого вещества, % вычисляют по формуле (6.4):

$$C = \frac{(m_1 - m_0) \cdot 100}{m - m_0}, \quad (6.4)$$

где  $m_0$  – масса бюксы с песком и стеклянной палочкой, г;  $m$  – масса бюксы с песком, стеклянной палочкой и навеской исследуемого продукта до высушивания, г;  $m_1$  – масса бюксы с песком, стеклянной палочкой и навеской исследуемого продукта после высушивания, г.

Расхождение между параллельными определениями должно быть не более 0,2 %. За окончательный результат принимают среднеарифметическое двух параллельных определений.

Массовую долю СОМО  $M_{\text{сомо}}$  в йогурте без компонентов рассчитывают по формуле (6.5):

$$M_{\text{сомо}} = C - M_{\text{жс}}, \quad (6.5)$$

где  $C$  – массовая доля сухих веществ в готовом продукте, %;  $M_{\text{жс}}$  – массовая доля жира в готовом продукте, %.

Результаты измерений органолептических и физико-химических показателей оформить в таблицах 6.4, 6.5.

Таблица 6.4 - Органолептическая оценка опытных и промышленных образцов

Наименование образца	Органолептические показатели		
	Внешний вид и консистенция	Вкус и запах	Цвет
Опытный			
Промышленный			

Таблица 6.5 – Физико-химические показатели опытных и промышленных образцов

Наименование образца	Физико-химические показатели				
	Массовая доля белка, %	Массовая доля жира, %	Кислотность, °Т	Фосфатаза или пероксидаза	Массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), %
Опытный					
Промышленный					

### Оформление отчета

Отчет должен содержать цель работы, технологическую схему процесса производства йогурта, результаты расчетов, таблицы с экспериментальными данными, выводы.

### Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к качеству йогурта?
2. Какие режимы пастеризации молока применяются при производстве йогурта и почему?
3. Какова роль режимов гомогенизации при производстве кисломолочных жидких продуктов?
4. Какие технологические факторы влияют на качество кисломолочных жидких продуктов?
5. В чем сущность биохимических процессов, протекающих при сквашивании йогурта?
6. Чем обусловлена консистенция кисломолочных жидких продуктов?

## 6.2 Лабораторная работа № 2

### «Изучение технологии производства сметаны»

*Цель работы:* приобретение умений и навыков в области технологии производства и оценки показателей качества кисломолочных продуктов на примере сметаны.

### Методические указания по выполнению лабораторной работы

#### Оборудование, приборы, материалы:

- сливки;
- закваска для сметаны;
- термостат лабораторный, гомогенизатор лабораторный; баня водяная; весы лабораторные 2-го класса точности

– химический стакан вместимостью 150-200 см<sup>3</sup>, химический стакан вместимостью 500–1000 см<sup>3</sup>, пипетка на 20 см<sup>3</sup>, баня водяная; термометр лабораторный; цилиндр; ареометр типа АМ, АМТ, цилиндры 1-31/215, 1-39/265, 1-50/415, термометры с диапазоном измерений температуры от 0 до 55 °С; жиромеры (бутирометры) типа 1–40; пробки резиновые; груши резиновые; центрифуга с частотой вращения не менее 1000 с<sup>-1</sup>; дозаторы для серной кислоты и изоамилового спирта; пипетка на 10,77 см<sup>3</sup>, весы лабораторные 2-го класса точности; пипетки вместимостью 10 см<sup>3</sup>; палочки стеклянные;

– 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствор гидроксида натрия; кислота серная плотностью 1810–1820 кг/м<sup>3</sup>; спирт изоамиловый 1 %-й; 1 %-й спиртовой раствор фенолфталеина; вода дистиллированная; 2,5 %-й раствор сернокислого кобальта.

### **Методы исследования**

Органолептические показатели сливок определяют по ГОСТ 34355, ГОСТ Р ИСО 22935-2, сметаны - по ГОСТ 31452, ГОСТ Р ИСО 22935-2.

Физико-химические показатели исходного сырья и продуктов определяют следующими методами:

- плотность сливок – по ГОСТ Р 54758;
- кислотность – по ГОСТ Р 54669;
- массовую долю жира – по ГОСТ 5867;
- массовую долю белка - по ГОСТ 23327;
- пероксидазу, фосфатазу в сметане – по ГОСТ 3623;
- массовую долю сухих веществ в сливках – по ГОСТ Р 54668;
- термоустойчивость сливок – по ГОСТ 25228.

### **Порядок выполнения работы**

**Задание 1.** Определить состав и свойства исходного сырья для производства сметаны – сливок (органолептические, физико-химические показатели). Результаты измерений оформить в виде таблиц 6.6, 6.7.

#### **Подготовка пробы сливок для испытаний**

Пробы сливок перемешивают путем перевертывания посуды с пробами не менее трех раз или переливания продукта в другую посуду и обратно не менее двух раз.

Допускается использование автоматических перемешивающих устройств при условии наличия обоснованных режимов, сохраняющих структуру и свойства продукта. Пробы продуктов доводят до температуры (20±2) °С.

Таблица 6.6 – Органолептические показатели сливок

Наименование образца	Органолептические показатели		
	Внешний вид и консистенция	Вкус и запах	Цвет

Таблица 6.7 – Физико-химические показатели сливок

Наименование образца	Физико-химические показатели					
	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Массовая доля жира, %	Кислотность, °Т	Массовая доля белка, %	Массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), %	Термоустойчивость по алкогольной пробе

### Оценка органолептических показателей сливок

Определение внешнего вида, цвета, консистенции проводят визуально, оценку вкуса – после кипячения пробы, а для оценки запаха 10–20 см сливок подогревают до температуры 35 °С.

Перед оценкой рекомендуется выдержать пробы для анализа при температуре, указанной на упаковках или установленной национальным законодательством. Если температура не указана, рекомендуется выдерживать пробы сливок при температуре (4,0±2,0) °С.

Для оценки внешнего вида пробы для анализа по возможности следует представлять в оригинальных упаковках. Для оценки аромата каждому оценщику должны быть предоставлены порционные упаковки вместимостью от 50 до 100 г. Во время оценки пробы должны иметь температуру (14,0±2,0) °С.

Внешний вид: исследуют содержимое упаковки, его цвет, видимую чистоту, наличие примесей, пятен плесени и разделение фаз. Исследуют открытую упаковку, если необходимо, выливают продукт из нее.

Запах и аромат: проводят органолептическую оценку запаха и аромата, нюхая и пробуя продукт на вкус.

Консистенция: продукт перемешивают ложкой, затем оценивают густоту, вязкость и однородность путем растирания пробы во рту или продвигая сливки по языку.

### **Определение плотности сливок**

Перед определением плотности продукта с отстоявшимся слоем сливок его нагревают до температуры  $(35 \pm 5)$  °С, перемешивают и охлаждают до температуры  $(20 \pm 2)$  °С. Далее анализ проводят по аналогии с определением плотности молока ареометрическим методом (п. 6.1).

### **Определение кислотности сливок индикаторным методом**

В коническую колбу вместимостью 150–200 см<sup>3</sup> вносят  $(10,00 \pm 0,01)$  г сливок, прибавляют из бюретки 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и три капли 1 %-го фенолфталеина. Далее анализ проводят по аналогии с определением кислотности молока индикаторным методом (п. 6.1).

### **Определение массовой доли жира в сливках кислотным методом**

В чистые молочные жиромеры, помещенные в штатив, осторожно, стараясь не смочить горлышко, отвешивают 5,0 г сливок, добавляют 5 г воды, наливают автоматической пипеткой 10 мл серной кислоты плотностью 1810–1820 кг/м<sup>3</sup>. Затем в жиромер добавляют 1 мл изоамилового спирта и закрывают сухой пробкой. Определение жира проводят в соответствии с определением массовой доли жира в молоке кислотным методом (п. 6.1) и следующими дополнительными условиями:

- последовательность операций при заполнении жиромера – отвешивание продукта в жиромер с отсчетом до 0,005 г, добавление воды (при необходимости), серной кислоты и изоамилового спирта;
- серную кислоту в жиромер с водой добавляют осторожно, слегка наклонив его;
- при определении жира в сливках подогревание жиромеров с исследуемой смесью перед центрифугированием проводят в водяной бане при частом встряхивании до полного растворения белка;
- при определении жира в сливках уровень смеси в жиромере устанавливают на 4–5 мм ниже основания его горловины.

Показания жиромера при измерениях в сливках (с массовой долей жира не более 40 %) соответствуют массовой доле жира в этих продуктах в процентах.

Массовую долю жира  $X$ , % в сливках с массовой долей жира более 40 % вычисляют по формуле (6.6):

$$X = \frac{P \cdot 5}{M}, \quad (6.6)$$

где  $P$  – результат измерений, %;  $M$  – масса навески, г; 5 – масса навески продуктов, которые используют для градуировки жиромеров, г.

### **Определение массовой доли общего азота по Кьельдалю с последующим определением массовой доли белка**

Анализ проводят по аналогии с определением массовой доли общего азота по Кьельдалю с последующим определением массовой доли белка в молоке (п. 6.1).

### **Определение массовой доли сухого вещества**

Анализ проводят по аналогии с определением массовой доли сухого вещества в молоке (п. 6.1).

Массовую долю СОМО  $M_{\text{СОМО}}$  в сливках без компонентов рассчитывают по формуле (6.7):

$$M_{\text{СОМО}} = C - M_{\text{жс}}, \quad (6.7)$$

где  $C$  – массовая доля сухих веществ в готовом продукте, %;  $M_{\text{жс}}$  – массовая доля жира в готовом продукте, %.

### **Метод определения термоустойчивости по алкогольной пробе**

Метод основан на воздействии этилового спирта на белки молока и сливок, которые полностью или частично денатурируются при смешивании равных объемов молока или сливок со спиртом.

Пробу сливок перед проведением алкогольной пробы подогревают в стакане на водяной бане до температуры в пределах  $(43 \pm 2)$  °С, перемешивают и охлаждают до температуры  $(20 \pm 2)$  °С.

Термоустойчивость сливок по алкогольной пробе определяют при помощи водного раствора этилового спирта с объемной долей 68, 70, 72, 75 и 80 %.

В чистую сухую чашку Петри наливают  $2 \text{ см}^3$  исследуемого молока или сливок, приливают  $2 \text{ см}^3$  этилового спирта требуемой объемной доли, круговыми движениями смесь тщательно перемешивают. Спустя  $(2 \pm 0,1)$  мин, наблюдают за изменением консистенции.

Если на дне чашки Петри при стекании анализируемых смесей со спиртом не появились хлопья, считается, что они выдержали алкогольную пробу.

В зависимости от того, какой раствор этилового спирта не вызвал осаждения хлопьев в испытуемых молоке и сливках, их подразделяют на группы. Для сливок-сырца этот показатель должен быть не ниже III группы, что соответствует осаждению водным раствором этилового спирта с объемной долей 72 %.

**Задание 2.** В соответствии с заданием преподавателя выполнить продуктовый расчет для сметаны с массовой долей жира 10; 15; 20 % и определить потребность в сырье.

**Задание 3.** Выработать сметану термостатным способом.

Технологический процесс производства сметаны термостатным способом представлен в разделе 3.4.

**Для получения опытных образцов необходимо:**

1. 1 дм<sup>3</sup> сливок пастеризовать при 94±2 °С с выдержкой 20 сек. Перелить в стаканы вместимостью 0,5 дм<sup>3</sup>.
2. Смесь охладить до 32±2 °С.
3. Внести в охлажденную смесь 5 % предварительно приготовленной закваски для производства сметаны или закваски DVS (нормы закладки смотреть в Инструкции по применению).
4. Хорошо перемешать смесь с закваской, закрыть колпачками из фольги, пронумеровать и поставить в термостат для сквашивания при температуре 32±2 °С.
5. Провести процесс сквашивания молока, полученные сгустки охладить до температуры 16±2 °С.

**Задание 4.** Произвести оценку органолептических, физико-химических показателей полученной сметаны. Сравнить с промышленными образцами. Результаты оформить в таблицы 6.9, 6.10.

#### **Подготовка пробы сметаны для испытаний**

Продукт в потребительской упаковке перемешивают шпателем около 1 мин после вскрытия упаковки. Продукт с густой консистенцией предварительно нагревают на водяной бане до температуры (32±2)°С, затем его переносят из упаковки в посуду и составляют объединенную пробу, объем которой равен объему продукта, включенного в выборку. Из объединенной пробы сметаны выделяют пробу, предназначенную для анализа.

#### **Оценка органолептических показателей**

Определение внешнего вида и консистенции, вкуса и запаха, цвета проводят органолептически и характеризуют в соответствии с требованиями ГОСТ 31452 ГОСТ Р ИСО 22935-2, представленными в таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Органолептические показатели сметаны (ГОСТ 31452)

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид и консистенция	Однородная густая масса с глянцевой поверхностью. Для продукта с массовой долей жира от 10,0 % до 20,0 % допускается недостаточно густая, слегка вязкая консистенция с незначительной крупитчатостью
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов
Цвет	Белый с кремовым оттенком, равномерный по всей массе

В случае больших контейнеров отбирают не менее 500 г пробы. Перед оценкой рекомендуется выдержать их при температуре  $(4,0 \pm 2,0)$  °С.

Для оценки внешнего вида пробы для анализа по возможности следует представлять в оригинальных упаковках. Для оценки консистенции, вкуса и аромата каждому оценщику должны быть предоставлены порционные упаковки вместимостью от 50 до 100 г. Во время оценки пробы должны иметь температуру  $(12,0 \pm 2,0)$  °С.

Внешний вид: исследуют содержимое упаковки и поверхность продукта, его цвет, видимую чистоту, наличие примесей, пятен плесени, отделение сыворотки и разделение фаз. Исследуют открытую упаковку, если необходимо, выливают продукт из нее.

Запах и аромат: проводят органолептическую оценку запаха и аромата, нюхая и пробуя продукт на вкус.

Консистенция: продукт перемешивают ложкой, затем оценивают густоту, вязкость и однородность путем растирания пробы во рту языком.

По физико-химическим показателям сметана должны соответствовать нормам, указанным в таблице 6.9.

Таблица 6.9 - Физико-химические показатели сметаны (ГОСТ 31452)

Наименование показателя	Норма для продукта с массовой долей жира, %, не менее				
	10,0; 12,0; 14,0; 15,0; 17,0	19,0; 20,0; 22,0	25,0; 28,0	30,0; 32,0	34,0; 35,0; 37,0; 40,0; 42,0
Массовая доля белка, %, не менее	2,6	2,5	2,3	2,2	2,0
Кислотность, °Т	От 65 до 100 включ.		От 60 до 100 включ.	От 60 до 90 включ.	От 55 до 85 включ.
Фосфатаза или пероксидаза	Не допускается				
Температура продукта при выпуске с предприятия, °С	4±2				

#### Определение кислотности сметаны индикаторным методом

Для сметаны в колбу вместимостью 100 или 250 см<sup>3</sup> помещают  $(5,00 \pm 0,01)$  г продукта, добавляют 30 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и 3 капли раствора фенолфталеина. Смесь тщательно перемешивают и титруют раствором гидроксида натрия до появления слабо-розовой окраски раствора, не исчезающей в течение 1 мин.

Кислотность анализируемого продукта, °Т (в градусах Тернера), вычисляют умножением объема раствора гидроксида натрия в сантиметрах

кубических, пошедшего на нейтрализацию кислот, содержащихся в определенном объеме анализируемого продукта, на коэффициент 20.

За окончательный результат анализа принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений, округленное до первого десятичного знака.

### **Определение массовой доли белка, определение массовой доли жира в сметане**

Определение массовой доли белка, массовой доли жира в сметане проводят по методикам, описанным выше (применительно к сливкам).

### **Определение пероксидазы, фосфатазы**

Анализ проводят по аналогии с определением пероксидазы, фосфатазы в молоке (п. 6.1). Результаты испытаний исследуемых образцов приводят в таблицах 6.10, 6.11.

Таблица 6.10 – Органолептическая оценка опытных и промышленных образцов сметаны

Наименование образца	Органолептические показатели		
	Внешний вид и консистенция	Вкус и запах	Цвет
Опытный			
Промышленный			

Таблица 6.11 – Физико-химические показатели опытных и промышленных образцов сметаны

Наименование образца	Физико-химические показатели			
	Массовая доля белка, %	Массовая доля жира, %	Кислотность, °Т	Фосфатаза или пероксидаза
Опытный				
Промышленный				

### **Оформление отчета**

Отчет должен содержать цель работы, технологическую схему процесса производства сметаны, результаты расчетов, таблицы с экспериментальными данными, выводы.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие требования предъявляются к качеству сметаны?
2. Какое сырье используют для производства сметаны?
3. Какие режимы пастеризации молока применяются при производстве сметаны и почему?

4. Каков состав заквасочных культур, применяемых в производстве сметаны?

5. Какие биохимические процессы положены в основу технологии производства сметаны?

6. Какие пороки характерны для термостатного способа производства сметаны?

### **6.3 Лабораторная работа № 3 «Изучение технологии производства творога»**

*Цель работы:* приобретение умений и навыков в области технологии производства и оценки показателей качества кисломолочных продуктов на примере творога.

#### **Методические указания по выполнению лабораторной работы**

##### **Оборудование, приборы, материалы:**

- молоко коровье сырое, молоко коровье обезжиренное;
- закваска для производства творога, ферментный препарат;
- термостат лабораторный, гомогенизатор лабораторный; анализатор качества молока «Лактан 1-4 М», прибор Чижовой;
- химический стакан вместимостью 150–200 см<sup>3</sup>, фарфоровая ступка; химический стакан вместимостью 500-1000 см<sup>3</sup>, пипетка на 20 см<sup>3</sup>, баня водяная; термометр лабораторный; цилиндр; ареометр типа АМ, АМТ; цилиндры 1-31/215, 1-39/265, 1-50/415, термометры с диапазоном измерений температуры от 0 °С до 55 °С; жиरोмеры (бутирометры) типа 1–6, 1–7; пробки резиновые; груши резиновые; центрифуга с частотой вращения не менее 1000 с<sup>-1</sup>; дозаторы для серной кислоты и изоамилового спирта; пипетка на 10,77 см<sup>3</sup>, весы лабораторные 2-го класса точности; пипетки вместимостью 10 см<sup>3</sup>; палочки стеклянные; фильтровальная бумага;
- 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствор гидроксида натрия; кислота серная плотностью 1810–1820 кг/м<sup>3</sup>; спирт изоамиловый 1 %-й; 1 %-й спиртовой раствор фенолфталеина; вода дистиллированная; 2,5 %-й раствор сернокислого кобальта; соляная кислота молярной концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup>; йодистокалиевый крахмал; рабочий раствор субстрата (для определения фосфатазы); осадитель системы цинк-медь.

##### **Методы исследования**

Органолептические показатели творога определяют по ГОСТ 31453, ГОСТ Р ИСО 22935-2.

Физико-химические показатели исходного сырья и продуктов определяют следующими методами:

- плотность, СОМО, массовая доля белка, массовая доля жира исходного сырья - анализатор качества молока «Лактан 1-4 М»;
- кислотность молока, творога – по ГОСТ Р 54669;
- массовую долю жира в твороге – по ГОСТ 5867;
- массовую долю белка в твороге - по ГОСТ 30648.2;
- пероксидазу, фосфатазу – по ГОСТ 3623;
- массовую долю сухих веществ – по ГОСТ Р 54668.

### Порядок выполнения работы

**Задание 1.** В соответствии с заданием преподавателя выполнить продуктовый расчет для творога с массовой долей жира 5,0, 9,0 % и определить потребность в сырье.

**Задание 2.** Определить качественные показатели молока-сырья, обезжиренного молока в соответствии с Инструкцией к анализатору «Лактан 1-4 М». Определить кислотность молока индикаторным методом в соответствии с п. 6.1. Заполнить таблицу 6.12.

Таблица 6.12 – Физико-химические показатели молока

Наименование образца	Физико-химические показатели			
	Плотность кг/м <sup>3</sup>	Массовая доля белка, %	Массовая доля жира, %	Кислотность, °Т
Молоко цельное				
Молоко обезжиренное				
Нормализованная смесь				

**Задание 3.** Выработать творог кислотно-сычужным способом.

Технологический процесс производства творога кислотно-сычужным способом описан в разделе 3.5.

Нормализация проводится с учетом фактической массовой доли белка в перерабатываемом сырье и коэффициента нормализации. Коэффициент нормализации устанавливают применительно к конкретным условиям производства, для чего ежеквартально проводят контрольные выработки творога.

Методика определения уточненных коэффициентов пересчета белка на жирность смеси состоит в следующем. Проводят 3-4 контрольные выработки творога, в которых жирность смеси определяют по фактическому содержанию белка и коэффициентам пересчета. Далее по данным анализов контрольных выработок рассчитывают поправочный коэффициент жирности смеси по формуле (6.8):

$$K_{ж} = \frac{Ж_{ст} (100 - B_{ф})}{Ж_{ф} (100 - B_{ст})}, \quad (6.8)$$

где  $K_{ж}$  - поправочный коэффициент жирности смеси;  $Ж_{ст}$  - стандартная массовая доля жира (для творога с м. д. ж. 18,0 %  $Ж_{ст} = 18,5$  %; для творога с

м. д. ж. 9,0 %  $J_{\text{ст}} = 9,5$  %);  $V_{\text{ф}}$  - фактическая массовая доля влаги творога, полученного в контрольных выработках;  $J_{\text{ф}}$  - фактическая массовая доля жира творога, полученного в контрольных выработках;  $V_{\text{ст}}$  - стандартная массовая доля влаги (для творога с м. д. ж. 18,0 %  $V_{\text{ст}} = 65$  %; для творога с м. д. ж. 9,0 %  $V_{\text{ст}} = 73$  %).

Рассчитав  $K_{\text{ж}}$ , определяют уточненный коэффициент пересчета белка на жирность смеси по формуле (6.9):

$$K_{\text{п}} = K_{\text{ж}} \cdot J_{\text{см}} / B, \quad (6.9)$$

где  $K_{\text{п}}$  - уточненный коэффициент пересчета белка на жирность смеси;  $J_{\text{см}}$  - массовая доля жира смеси, используемой в контрольной выработке, %;  $B$  - массовая доля белка в молоке, %.

Средний коэффициент пересчета белка на жирность смеси определяют для каждой контрольной выработки по формуле (6.10):

$$K_{\text{пср}} = (K_{\text{п1}} + K_{\text{п2}} + K_{\text{п3}}) / 3. \quad (6.10)$$

Для выработки творога, соответствующего требованиям стандарта, жирность смеси определяют по среднему значению коэффициента пересчета и массовой доле белка в молоке, поступающем на переработку, по формуле (6.11):

$$J_{\text{см}} = B_{\text{м}} \cdot K_{\text{пср}}. \quad (6.11)$$

При отклонении жирности продукта в ту или другую сторону коэффициент пересчета уточняют по данным трех-четырёх последних выработок.

#### **Для получения опытных образцов необходимо:**

1. 3 дм<sup>3</sup> нормализованной смеси пастеризовать при  $78 \pm 2$  °С с выдержкой 15–20 сек. Смесь охладить до  $30 \pm 2$  °С.

2. Внести в охлажденную смесь 5 % предварительно приготовленной закваски на обезжиренном молоке или закваски DVS (нормы закладки смотреть в Инструкции по применению, хлористый кальций и ферментный препарат (количество предварительно рассчитать)).

Объём воды или сыворотки определяют по формуле (6.12):

$$V = K_{\text{ф}} \cdot 100, \quad (6.12)$$

где  $V$  - объём воды или сыворотки, см<sup>3</sup>;  $K_{\text{ф}}$  - масса фермента, г; 100 - объём воды или сыворотки для растворения 1 г фермента, см<sup>3</sup>.

3. Добавить хлористый кальций из расчёта 400 г безводного хлористого кальция на 1000 кг заквашиваемой смеси. Его вносят в виде водного раствора с массовой долей от 30 до 40 %, которую уточняют по плотности при 20 °С.

4. Хорошо перемешать смесь, закрыть и поставить в термостат для сквашивания при температуре  $30 \pm 2$  °С.

Перемешивание смеси после заквашивания продолжают от 10 до 15 мин, затем оставляют в покое до образования сгустка требуемой кислотности:

- (58±5) °Т для творога с м. д. ж. 23,0 %;
- (61±5) °Т для творога с м. д. ж. 20,0; 19,0; 18,0; 15,0; 10,0; 9,0 %;
- (65±5) °Т для творога с м. д. ж. 7,0; 5,0; 4,0 %;
- (68±5) °Т для творога с м. д. ж. 3,8; 3,0; 2,0 %;
- (71±5) °Т для творога обезжиренного.

Продолжительность сквашивания смеси активной бактериальной закваской или бакконцентратом при указанных выше температурах составляет от 6 до 10 ч с момента внесения закваски, при ускоренном способе - от 4 до 6 ч.

5. Провести процесс сквашивания молока, полученные сгустки охладить до температуры 16±2 °С, разрезать, отпрессовать.

**Задание 4.** Произвести оценку органолептических, физико-химических показателей полученного творога. Сравнить с промышленными образцами.

### **Оценка органолептических показателей**

Определение внешнего вида и консистенции, вкуса и запаха, цвета проводят органолептически и характеризуют в соответствии с требованиями ГОСТ 31453, указанными в таблице 6.13.

После вскрытия потребительской упаковки осматривают поверхность продукта, которая должна быть чистой, незаветренной, без плесени и пятен краски на упаковке, отмечают наличие или отсутствие сыворотки. Для определения цвета творог помещают в чашку Петри (около половины ее объема), расположенную на белой поверхности, и осматривают.

Структуру и консистенцию творога определяют по внешнему виду растиранием на пергаменте при обязательном опробовании продукта. С понижением жирности консистенция творога становится более плотной, нежирный творог имеет рассыпчатую консистенцию.

Далее определяют вкус и запах, обращая внимание на посторонние привкусы и запахи.

Таблица 6.13 – Органолептические показатели творога (ГОСТ 31453)

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид и консистенция	Мягкая, мажущаяся или рассыпчатая с наличием или без ощутимых частиц молочного белка. Для обезжиренного продукта – незначительное выделение сыворотки
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов. Для продукта из восстановленного молока – с привкусом сухого молока
Цвет	Белый или с кремовым оттенком, равномерный по всей массе

По физико-химическим показателям творог должен соответствовать значениям, указанным в таблице 6.14.

Таблица 6.14 - Физико-химические показатели творога (ГОСТ 31453)

Наименование показателя	Норма для продукта с массовой долей жира, %, не менее												
	обезжиренного, менее 1,8	2,0	3,0	3,8	4,0	5,0	7,0	9,0	12,0	15,0	18,0	19,0	20,0
Массовая доля белка, %, не менее	18,0			16,0				14,0					
Массовая доля влаги, %, не более	80,0	76,0		75,0	73,0	70,0	65,0		60,0				
Кислотность, °Т, не более	240,0		230,0			220,0		210,0			200,0		
Фосфатаза или пероксидаза	Не допускается												
Температура продукта при выпуске с предприятия, °С	4±2												
<i>Примечание.</i> Для продукта, произведенного из цельного молока, массовую долю жира устанавливают в технологической инструкции в виде диапазона фактических значений («от... до ...», %)													

### Определение кислотности творога индикаторным методом

Метод основан на нейтрализации свободных кислот, кислых солей и свободных кислотных групп, содержащихся в продукте, раствором гидроксида натрия в присутствии индикатора фенолфталеина.

В фарфоровую ступку вносят (5,00±0,01) г продукта. Тщательно перемешивают, растирая пестиком. Приливают небольшими порциями 50 см дистиллированной воды, нагретой до температуры (35–40) °С, и 3 капли раствора фенолфталеина. Смесь перемешивают и титруют раствором гидроксида натрия до появления слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин. Пробы анализируют два раза в условиях повторяемости.

Кислотность анализируемого продукта, °Т (в градусах Тернера) вычисляют умножением объема раствора гидроксида натрия в сантиметрах кубических, пошедшего на нейтрализацию кислот, содержащихся в определенном объеме анализируемого продукта, на коэффициент 20.

За окончательный результат анализа принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений, округленное до первого десятичного знака.

### Определение пероксидазы

Метод основан на разложении перекиси водорода ферментом пероксидазой, содержащейся в молоке и молочных продуктах.

Освобождающийся при разложении перекиси водорода активный кислород окисляет йодистый калий, освобождая йод, образующий с крахмалом соединение синего цвета.

Проводят два параллельных измерения. В пробирку помещают 2–3 г творога и 2–3 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, тщательно перемешивают, растирая стеклянной палочкой. Далее анализ по определению пероксидазы в твороге проводится аналогично определению пероксидазы в йогурте (п. 6.1).

### **Определение массовой доли общего азота по Кьельдалю с последующим определением массовой доли белка**

Метод основан на минерализации органического вещества анализируемой пробы продукта концентрированной серной кислотой в присутствии катализатора с образованием сернокислого аммония, переведении его в аммиак, отгонке последнего в раствор борной кислоты, количественном учете аммиака титриметрическим методом и расчете массовой доли белка в анализируемой пробе.

При измерении массовой доли белка масса сухих веществ в анализируемой пробе должна быть не более 0,15 г.

В сухой пробирке, свободно входящей в горло колбы Кьельдаля, взвешивают пробу сухого продукта массой от 0,1000 до 0,2000 г. Содержимое пробирки осторожно переносят в колбу Кьельдаля. Пустую пробирку вновь взвешивают и по разнице между первым и вторым взвешиванием определяют массу взятого продукта.

В колбу Кьельдаля также добавляют 1,50–2,00 г смешанного катализатора и затем осторожно приливают 10 см концентрированной серной кислоты и 10 см 30 %-го раствора перекиси водорода. Колбу прикрывают насадкой или стеклянной воронкой и приступают к нагреванию в наклонном положении под углом 45° при температуре 450–500 °С.

В процессе нагревания необходимо следить, чтобы жидкость в колбе непрерывно кипела и на ее стенках не оставалось черных несгоревших частиц, смывая их легкими круговыми движениями.

При наличии черных частиц на горловине колбы, если они не захватываются конденсатом паров кислоты в период кипения или кислотой при перемешивании содержимого, следует охладить колбу, смыть в нее эти частицы небольшим количеством дистиллированной воды и затем продолжить сжигание.

После того как жидкость в колбе обесцветится (допускается слегка зеленоватый оттенок), нагрев продолжают еще в течение 30 мин. Дают колбе остыть до температуры (20±5) °С, к содержимому приливают, обмывая ее

стенки, от 20 до 30 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и приступают к отгонке аммиака.

Если при минерализации содержимое колбы долго остается темным или затвердевает при охлаждении, вероятно, происходит неполное сжигание. В этом случае проводят дополнительное сжигание при той же температуре.

После подготовки прибора для отгонки аммиака под холодильник подставляют вместо пустой конической колбы колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup> с 25 см<sup>3</sup> раствора борной кислоты массовой концентрации 40 г/дм<sup>3</sup> и четырьмя каплями смешанного индикатора так, чтобы кончик холодильника был погружен в раствор. Вместо пустой колбы Кьельдаля присоединяют колбу с минерализованной пробой.

Наливают в воронку 20 см<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия массовой концентрации 400 г/дм<sup>3</sup> и, открывая понемногу зажим при осторожном покачивании колбы Кьельдаля, вливают раствор гидроксида натрия массовой концентрации 400 г/дм<sup>3</sup>. Закрывают кран подачи гидроксида натрия, открывая зажим. В холодильнике пары раствора аммиака конденсируются и попадают в колбу с раствором борной кислоты. Перегонку продолжают 10 мин, считая с того момента, когда этот раствор в приемной колбе приобретет зеленое окрашивание. После окончания отгонки конец трубки холодильника вынимают из раствора борной кислоты, ополаскивают дистиллированной водой и продолжают процесс перегонки еще 2 мин.

Содержимое приемной колбы титруют раствором соляной кислоты молярной концентрации (HCl) = 0,1 моль/дм<sup>3</sup> до перехода окраски индикатора от зеленого до слабого серо-фиолетового окрашивания.

Для внесения соответствующей поправки на реактивы в результате измерения проводят определение массовой доли азота в контрольной пробе при замене хотя бы одного из реактивов по трем параллельным определениям, используя вместо анализируемого продукта 1 см дистиллированной воды и (0,100±0,001) г сахарозы. За окончательный результат определения поправки на реактивы принимают среднеарифметическое значение результатов трех параллельных определений.

Массовую долю белка  $X$ , % в анализируемой пробе вычисляют по формуле (6.13):

$$X = \frac{(V - V_1) \cdot n \cdot 14,0067 \cdot K \cdot 100}{m \cdot 1000}, \quad (6.13)$$

где  $V$  – объем раствора соляной кислоты молярной концентрации (HCl) = 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, израсходованной на титрование испытуемого раствора, см<sup>3</sup>;  $V_1$  – объем раствора соляной кислоты молярной концентрации (HCl) = 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, израсходованной на титрование в контрольной пробе, см<sup>3</sup>;  $n$  – фактическая молярная концентрация соляной кислоты, моль/дм<sup>3</sup>; 14,0067 – масса азота, эквивалентная 1 дм<sup>3</sup> раствора соляной кислоты

молярной концентрации (HCl) = 1 моль/дм<sup>3</sup>, г;  $K$  – коэффициент пересчета массовой доли общего азота на массовую долю общего белка; 100 – коэффициент пересчета результатов в проценты;  $m$  – масса анализируемой пробы, г; 1000 – коэффициент пересчета см в дм<sup>3</sup>. Коэффициент пересчета массовой доли азота на массовую долю белка ( $K$ ) для молочных продуктов составляет 6,38.

### **Определение массовой доли жира в твороге кислотным методом**

В чистые молочные жиромеры, помещенные в штатив, осторожно, стараясь не смочить горлышко, отвешивают 5,00 г творога, добавляют 5 г воды, автоматической пипеткой наливают 10 мл серной кислоты плотностью 1810–1820 кг/м<sup>3</sup>. Затем в жиромер добавляют 1 мл изоамилового спирта и закрывают сухой пробкой. Далее определение жира проводят в соответствии с определением массовой доли жира в молоке кислотным методом (п. 6.1) и следующими дополнительными условиями:

- последовательность операций при заполнении жиромера – взвешивание продукта в жиромер с отсчетом до 0,005 г, добавление воды (при необходимости), серной кислоты и изоамилового спирта;

- серную кислоту в жиромер с водой добавляют осторожно, слегка наклонив его;

- при определении жира в твороге подогревание жиромеров с исследуемой смесью перед центрифугированием проводят в водяной бане при частом встряхивании до полного растворения белка.

Показание жиромера соответствует содержанию жира в твороге в процентах. Граница раздела жира и кислоты должна быть резкой, а столбик жира – прозрачным (светло-желтого цвета).

### **Определение массовой доли сухого вещества ускоренным методом**

Метод определения массовой доли влаги (или сухого вещества) в продукте основан на высушивании анализируемой пробы продукта при постоянной температуре и вычислении массовой доли влаги (или сухого вещества) по потере массы анализируемой пробы в процентах.

Готовят пакеты (одно- или двухслойные) из бумаги размером 150 x 150 мм, складывают по диагонали, загибают углы и края примерно на 15 мм. Пакет из бумаги вкладывают в листок пергаменты несколько большего размера, не загибая краев. Готовые комбинированные пакеты высушивают в приборе Чижовой в течение 3 мин при той же температуре, при которой высушивают анализируемую пробу, после чего их охлаждают и хранят в эксикаторе.

Подготовленный пакет взвешивают с записью результата до второго десятичного знака, помещают в него 3–5 г подготовленного продукта, который распределяют равномерно по всей внутренней поверхности пакета, с записью результата до второго десятичного знака. Пакет с анализируемой пробой закрывают, помещают в прибор между плитами, нагретыми до требуемой температуры 150–152 °С, и выдерживают 5 мин.

Одновременно можно высушивать два пакета с анализируемыми пробами. При высушивании продуктов с относительно высокой влажностью, таких как творог и творожные изделия, в начале сушки во избежание разрыва пакета верхнюю плиту прибора приподнимают и поддерживают в таком положении до прекращения обильного выделения паров, которое обычно длится 30–50 сек. Затем плиту опускают и продолжают высушивание в течение времени, установленного для данного продукта.

Пакеты с высушенными анализируемыми пробами охлаждают в эксикаторе 3–5 мин и взвешивают.

Массовую долю влаги в анализируемой пробе продукта  $Xв$ , % вычисляют по формуле (6.14):

$$X = \frac{(m - m_1)}{m_2}, \quad (6.14)$$

где  $m$  – масса пакета с анализируемой пробой до высушивания, г;  $m_1$  – масса пакета с анализируемой пробой после высушивания, г;  $m_2$  – масса анализируемой пробы продукта, г.

За окончательный результат принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений, округленное до первого десятичного знака.

### **Определение фосфатазы по реакции с 4-аминоантипирином**

Метод основан на гидролизе динатриевой соли фенилфосфорной кислоты ферментом фосфатазой, содержащейся в молоке и молочных продуктах. Выделившийся при гидролизе свободный фенол в присутствии окислителя дает розовое окрашивание с 4-аминоантипирином.

Творог разводят дистиллированной водой. Для этого (1,000±0,001) г продукта помещают в пробирку, добавляют 2 см дистиллированной воды и тщательно перемешивают.

К 3 см<sup>3</sup> подготовленного продукта добавляют 2 см<sup>3</sup> рабочего раствора субстрата, аккуратно перемешивают и нагревают в водяной бане при температуре (42±2) °С в течение 30 мин. Затем в пробирку добавляют 5 см<sup>3</sup> осадителя системы цинк-медь, тщательно перемешивают содержимое и снова погружают в водяную баню с температурой (42±2) °С на 10 мин. Пробирку вынимают из водяной бани и проводят визуальное сравнение содержимого испытуемого продукта с контрольным.

Контрольным опытом является аналогичная реакция с кипяченым молоком. Если контрольный опыт с кипяченым молоком дает слабо-розовое окрашивание, то динатриевая соль фенилфосфорной кислоты подлежит дополнительной очистке.

При отсутствии фермента фосфатазы в исследуемом продукте окраска содержимого пробирки (раствора, отделившегося от осажденного белка) будет бесцветной, т. е. аналогичной содержимому пробирок в контрольном опыте. Следовательно, молочные продукты подвергались пастеризации при температуре не ниже 63 °С.

При наличии фосфатазы содержимое пробирок (раствора) будет иметь оттенок от розового до темно-красного. Следовательно, молочные продукты не подвергались пастеризации, или подвергались при температуре ниже 63 °С, или были смешаны с непастеризованным молочным продуктом.

Творог на пастеризацию исходного сырья определяют по фосфатазе не позднее семи суток с момента выработки.

Результаты исследований оформить в таблицы 6.15, 6.16.

Таблица 6.15 – Органолептическая оценка опытных и промышленных образцов творога

Наименование образца	Органолептические показатели		
	Внешний вид и консистенция	Вкус и запах	Цвет
Опытный			
Промышленный			

Таблица 6.16 – Физико-химические показатели опытных и промышленных образцов творога

Наименование образца	Физико-химические показатели				
	Массовая доля белка, %	Массовая доля жира, %	Кислотность, °Т	Фосфатаза или пероксидаза	Массовая доля влаги, %, не более
Опытный					
Промышленный					

### Оформление отчета

Отчет должен содержать цель работы, технологическую схему процесса производства творога, результаты расчетов, таблицы с экспериментальными данными, выводы.

### Контрольные вопросы

1. Какие бывают способы производства творога?
2. Какие требования предъявляются к сырью?
3. Какие требования предъявляются к качеству готового продукта?

4. Чем кислотный способ производства творога отличается от кислотнo-сычужного?
5. Что такое раздельный способ производства творога?
6. По каким показателям оценивают качество творога?
7. В каких условиях можно хранить творог?

#### **6.4 Лабораторная работа № 4** **«Изучение технологии производства сухих молочных консервов»**

*Цель:* приобретение навыков и умений в области технологии производства и оценки показателей качества сухих молочных консервов.

##### **Методические указания по выполнению лабораторной работы**

##### **Оборудование, приборы, материалы:**

- молоко сухое обезжиренное, частично обезжиренное, цельное;
- весы лабораторные, прибор Чижовой, прибор для определения чистоты молока диаметром фильтрующей поверхности 30 мм по ТУ 46-22-501;
- химический стакан вместимостью 150–200 см<sup>3</sup>; химический стакан вместимостью 500–1000 см<sup>3</sup>, пипетка на 20 см<sup>3</sup>, баня водяная; термометр лабораторный; цилиндр; ареометр типа АМ, АМТ; цилиндры 1-31/215, 1-39/265, 1-50/415, термометры с диапазоном измерений температуры от 0 до 55 °С; жиромеры (бутирометры) типа 1–40; пробки резиновые; груши резиновые; центрифуга с частотой вращения не менее 1000 с<sup>-1</sup>; дозаторы для серной кислоты и изоамилового спирта; пипетка на 10,77 см<sup>3</sup>, весы лабораторные 2-го класса точности; пипетки вместимостью 10 см<sup>3</sup>; палочки стеклянные; фильтровальная бумага;
- 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствор гидроксида натрия; кислота серная плотностью 1550 кг/м<sup>3</sup>; раствор красителя Амидо черного с рН (2,40±0,05); 1 %-й спиртовой раствор фенолфталеина; вода дистиллированная; 2,5 %-й раствор сернокислого кобальта; соляная кислота молярной концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup>; йодистокалиевый крахмал; раствора фенолфталеинфосфата натрия в буферной смеси массовой долей 0,1 %

##### **Методы исследования**

Органолептические показатели сухого молока определяют по ГОСТ Р ИСО 22935-2, ГОСТ 33629.

Физико-химические показатели определяют следующими методами:

- массовую долю влаги – по ГОСТ 29246;
- массовую долю жира - по ГОСТ 29247;
- массовую долю общего белка в продукте – по ГОСТ 25179;

- массовую долю молочного сахара (лактозы) - по ГОСТ 29248;
- индекс растворимости - по ГОСТ 30305.4;
- группу чистоты – по ГОСТ 29245;
- кислотность - по ГОСТ 30305.3.

## Порядок выполнения работы

**Задание 1.** Произвести оценку органолептических, физико-химических показателей сухого молока.

### Оценка органолептических показателей

Определение внешнего вида и консистенции, вкуса и запаха, цвета проводят органолептически и характеризуют в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 22935-2, ГОСТ 33629, указанными в таблице 6.17.

Таблица 6.17 – Органолептические показатели сухого молока (ГОСТ 33629)

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид и консистенция	Однородный мелкий сухой порошок. Допускается незначительное количество комочков, рассыпающихся при легком механическом воздействии
Вкус и запах	Чистые, свойственные пастеризованному молоку
Цвет	Белый или белый со светло-кремовым оттенком, равномерный по всей массе

Если сухое молоко не расфасовано, для органолептической оценки отбирают не менее 250 г пробы.

Полученные пробы должны быть пригодны для приготовления восстановленного молока, а также возможной повторной оценки группой экспертов и получения соответствующего количества нерастворенного сухого молока для повторной оценки восстановленного продукта. Восстанавливают пробу для анализа, взятую от опытного образца, растворив ее в 90 г воды, отфильтрованной и чистой по микробиологическим показателям, с нейтральными органолептическими свойствами при температуре  $(22,0 \pm 2,0) ^\circ\text{C}$ . Цельное сухое молоко растворяют в воде при температуре  $(40,0 \pm 2,0) ^\circ\text{C}$  и перемешивают электрической мешалкой. В процессе восстановления все пробы для анализа следует перемешивать с одинаковой скоростью в течение одинакового периода времени.

Массу  $m$ , г пробы рассчитывают по формуле (6.15):

$$m = \frac{100}{100 - w_f}, \quad (6.15)$$

где  $w_f$  - массовая доля жира в сухом молоке, %.

Пока происходит оценка, стаканы с восстановленным молоком, а также оставшийся опытный образец сухого молока накрывают. Восстановленное молоко сохраняют в условиях, сводящих к минимуму воздействие света и холода (если требуется), при частом осторожном перемешивании и проводят оценку в течение 1 ч после приготовления. Во время оценки поддерживают температуру восстановленного молока на уровне  $(22,0 \pm 2,0)$  °С.

Внешний вид: исследуют восстановленное и сухое молоко по следующим параметрам: цвет, видимая чистота, наличие комков, хлопьев или твердых гранул. Запах и аромат: проводят органолептическую оценку восстановленного и сухого молока на наличие запаха и аромата, нюхая и пробуя продукт на вкус. Консистенция: проводят органолептическую оценку восстановленного и сухого молока на ощущение его крупниц во рту или плотность/неплотность продукта.

По физико-химическим показателям сухое молоко должно соответствовать нормам, указанным в таблице 6.18.

Таблица 6.18 - Физико-химические показатели сухого молока (ГОСТ 33629)

Наименование показателя	Норма для продукта		
	обезжиренного	частично обезжиренного	цельного
Массовая доля влаги, %, не более	5,0	4,0	4,0
Массовая доля жира, %	не более 1,5	более 1,5 и менее 26,0	не менее 26,0 и не более 41,9
Массовая доля белка в сухом обезжиренном молочном остатке, %, не менее	34,0		
Массовая доля молочного сахара (лактозы), %	от 54,0 до 47,0 включ.	от 52,0 до 39,0 включ.	от 40,0 до 31,5 включ.
Индекс растворимости, см <sup>3</sup> сырого осадка, не более	0,2		
Группа чистоты, не ниже	I		
Кислотность, °Т (% молочной кислоты)	от 14 до 21 включ. (от 0,126 до 0,189 включ.)		

### **Определение кислотности с использованием индикатора фенолфталеина**

Методика основана на методе нейтрализации кислот раствором гидроокиси натрия с применением в качестве индикатора раствора фенолфталеина.

Сухие молочные продукты взвешивают в стакане вместимостью 100 или 250 см<sup>3</sup>, в зависимости от объема титруемой смеси. Массу анализируемой пробы определяют в зависимости от жирности в соответствии с Приложением А ГОСТ 33629. Растворяют в первой порции воды (20 мл) температурой  $(40 \pm 2)$  °С, внося ее маленькими порциями и тщательно растирая комочки

стеклянной палочкой. Охлаждают до  $(20\pm 2)$  °С, выдерживают в течение 5 мин и вносят вторую порцию воды (40 мл) с температурой  $(20\pm 2)$  °С.

Пробы анализируют два раза в условиях повторяемости.

Титрование проводят раствором гидроокиси натрия при перемешивании до окраски раствора, соответствующей окраске образца сравнения и не исчезающей в течение 30 с.

Кислотность анализируемого продукта, °Т (в градусах Тернера) вычисляют умножением объема раствора гидроокиси натрия в сантиметрах кубических, пошедшего на нейтрализацию кислот, содержащихся в определенном объеме анализируемого продукта, на коэффициент 5.

За окончательный результат анализа принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений, округленное до первого десятичного знака.

Определение массовой доли молочной кислоты осуществляют расчетным путем, умножая численное значение показателя титруемой кислотности на 0,009.

#### **Определение массовой доли общего белка колориметрическим методом**

Метод основан на способности белков молока при рН ниже изоэлектрической точки связывать кислый краситель, образуя с ним нерастворимый осадок, после удаления которого измеряют оптическую плотность исходного раствора красителя относительно полученного раствора.

В центрифужную или химическую пробирку помещают 0,17–0,20 г хорошо перемешанного сухого молока, постепенно добавляют 30 см<sup>3</sup> раствора красителя Амидо черного и аккуратно перемешивают в течение  $(5,0\pm 0,5)$  мин при помощи магнитной мешалки с подогревом (температура раствора  $(28\pm 2)$  °С) или  $(10,0\pm 0,5)$  мин без подогрева. Допускается ручное перемешивание.

После перемешивания полученный раствор центрифугируют 10 мин при частоте вращения 1500 об./мин или 20 мин при частоте вращения 1000 об./мин. Осадок отделяют фильтрованием. Определяют оптическую плотность фильтрата при длине волны 450-500 нм.

Массовую долю белка в пробе сухого молока определяют, пользуясь градуировочным графиком. Для построения градуировочного графика готовят градуировочные образцы массовой доли белка в количестве не менее 10 шт. Значения массовой доли белка в них должны находиться в интервале от 20 до 40 %.

В приготовленных образцах определяют массовую долю белка методом Кьельдаля, а также оптическую плотность полученного фильтрата. По полученным результатам строят градуировочный график. Для этого на оси

абсцисс откладывают значения массовой доли белка в пробе продукта в процентах, определенные методом Кьельдаля, а на оси ординат – соответствующие им значения оптической плотности. Полученные точки соединяют.

По измеренному значению оптической плотности фильтрата исследуемой пробы сухого молока с помощью градуировочного графика находят значение массовой доли белка.

За окончательный результат измерений массовой доли белка в сухом молоке принимают среднеарифметическое значение результатов двух измерений, выполненных в условиях повторяемости, если выполняется условие приемлемости.

### **Определение массовой доли белка в сухом обезжиренном молочном остатке**

Массовую долю белка в сухом обезжиренном молочном остатке  $X_B$ , % рассчитывают по формуле (6.16):

$$X_B = (X_{OB}/X_{СОМО}) \cdot 100, \quad (6.16)$$

где  $X_{OB}$  – массовая доля общего белка в продукте, %;  $X_{СОМО}$  – массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка в продукте (молочный белок, молочный сахар (лактоза), ферменты, витамины, минеральные вещества), %; 100 – коэффициент пересчета.

### **Определение массовой доли сухого вещества термогравиметрическим (ускоренным) методом**

Термогравиметрические методы основаны на изменении массы пробы анализируемых продуктов под воздействием температуры.

Готовят пакеты (одно- или двухслойные) из бумаги размером 150 x 150 мм, складывают по диагонали, загибают углы и края примерно на 15 мм. Пакет из бумаги вкладывают в листок пергамента несколько большего размера, не загибая краев. Готовые комбинированные пакеты высушивают в приборе Чижовой в течение 3 мин при той же температуре, при которой высушивают анализируемую пробу, после чего их охлаждают и хранят в эксикаторе.

Подготовленный пакет взвешивают, помещают в него 4,00 г сухих молочных или молокосодержащих консервов, распределяя пробу по возможности равномерно по внутренней поверхности, и быстро взвешивают. Массу пустого пакета и пакета с пробой можно записать на их бортике.

Пакет с пробой закрывают, помещают во влагомер, нагретый до требуемой температуры и включенный на слабый нагрев, и выдерживают необходимое время. Температура выдержки 140-142 °С, продолжительность

3 мин. При рабочем состоянии прибора расхождения в температурах верхней и нижней пластин не должны превышать 5 °С. Одновременно можно высушивать два пакета. Пакеты с высушенными пробами охлаждают в эксикаторе 3–5 мин и взвешивают.

Массовую долю влаги  $X$ , % вычисляют по формуле (6.17):

$$X = 25 \cdot \Delta m, \quad (6.17)$$

где  $\Delta m$  – разница значений масс пакета с пробой анализируемого продукта до и после высушивания, г; 25 – коэффициент пересчета результата анализа в проценты, %/г.

Предел допустимой погрешности результата измерений составляет  $\pm 0,8$  % массовой доли влаги при доверительной вероятности 0,95 и расхождении между двумя параллельными определениями не более 0,2 % массовой доли влаги.

За окончательный результат анализа принимают среднее арифметическое значение результатов вычислений двух параллельных определений, округляя результат до второго десятичного знака.

### **Определение группы чистоты молочных консервов (содержание механических примесей)**

Метод определения группы чистоты молочных консервов (содержание механических примесей) основан на фильтровании 250 см<sup>3</sup> восстановленного продукта через фильтр диаметром 30 мм и сравнении фильтра с эталоном.

Для приготовления восстановленных молочных консервов взвешивают в колбу или в цилиндр следующие пробы для анализа: 30,0 г сухого цельного молока; 22,5 г сухого обезжиренного молока.

Сухие молочные консервы растворяют в небольшом количестве горячей воды (65–70 °С), тщательно растирая комочки до получения однородной массы, затем приливают воду (65–70 °С), доводя объем до 250 см<sup>3</sup>.

Полученный раствор фильтруют, не охлаждая, в приборе для определения чистоты молока через фильтр под давлением, создаваемым с помощью резиновой груши, вакуумного или водоструйного насоса.

После окончания фильтрования фильтр промывают горячей водой, пропуская ее через прибор в количестве 100 см. Затем его вынимают, накладывают на лист бумаги или пергамент и подсушивают на воздухе или с помощью какого-либо нагревательного устройства, не допуская попадания пыли. Под фильтром наносят надпись: наименование продукта, номер варки (сушки), дату выработки.

Группу чистоты определяют путем подсчета частиц на фильтре и сравнения его с эталоном по ГОСТ 8218. Если продукт попадает по чистоте между двумя группами, его относят к более низкой группе чистоты.

Пригорелые частицы сухих молочных продуктов не считаются механической загрязненностью.

### **Определение массовой доли жира**

Кислотный метод основан на выделении жира из молочных консервов под действием концентрированной серной кислоты и изоамилового спирта с последующим центрифугированием и измерении объема выделившегося жира в градуированной части жиromeра.

В два стакана вместимостью 25 или 50 см<sup>3</sup> взвешивают с отсчетом показаний до 0,005 г по 5 г сухих консервов с массовой долей жира до 40 % или по 2,5 г сухих консервов с массовой долей жира более 40 %. Прибором для дозирования приливают по 10 см серной кислоты плотностью 1550 кг/м<sup>3</sup>, тщательно перемешивают стеклянной палочкой до полного растворения продукта.

Пробы из стаканов через воронку переносят в два жиromeра, помещенные в штатив, затем небольшим объемом (5–6 см<sup>3</sup>) серной кислоты той же плотности из прибора для дозирования ополаскивают стакан и палочку и через воронку выливают в жиromeры, смывая остатки продукта со стенок воронки. Добавляют по 1 см<sup>3</sup> изоамилового спирта.

Жиromeры закрывают сухими пробками, вводя их немного более чем наполовину в горловину. Смешивают содержимое, энергично встряхивая и переворачивая 2–3 раза до полного растворения белковых веществ.

Устанавливают жиromeры пробкой вниз в водяную баню при температуре (65±2) °С на 7–10 мин. В течение этого времени их несколько раз вынимают из бани и энергично встряхивают.

Затем их вставляют в патроны центрифуги, направляя градуированной частью к центру и центрифугируют в течение 5 мин, считая время с момента достижения скорости вращения. При нечетном числе жиromeров с анализируемым продуктом в центрифугу для равновесия помещают жиromeр, заполненный 10 см<sup>3</sup> воды и 10 см<sup>3</sup> серной кислоты.

Жиromeры вынимают из центрифуги, регулируют при помощи резиновой пробки столбик жира так, чтобы он находился в градуированной части и нижняя граница совпадала с каким-либо значением, и погружают градуированной частью вверх в водяную баню (65±2) °С на 5 мин. Через 5 мин их вынимают из водяной бани и быстро проводят отсчет жира. При отсчете жиromeр держат вертикально, причем граница жира должна быть на уровне глаз. Движением пробки вверх или вниз устанавливают нижнюю границу столбика жира на каком-либо делении шкалы и от него отсчитывают длину столбика жира до нижней точки мениска верхней границы. Граница раздела жира и кислоты должна быть резкой, а столбик жира – прозрачным. Показание

жиромера выражают в процентах с отсчетом до наименьшего деления его шкалы.

Жироскопы вновь помещают на 5 мин в водяную баню, центрифугируют в течение 5 мин, выдерживают в водяной бане в течение 5 мин и определяют величину столбика жира с отсчетом показаний до наименьшего деления. Если величина столбика жира отличается от предыдущего измерения более чем на половину наименьшего деления (0,05 %), центрифугирование повторяют в третий раз. Если после третьего центрифугирования величина столбика жира вновь увеличилась более чем на 0,05 %, проводят четвертое центрифугирование, каждый раз термостатируя жироскоп в водяной бане до и после центрифугирования по 5 мин.

Массовую долю жира в продуктах с массовой долей жира до 40 % определяют в процентах по шкале жироскопа, более 40 % – определяют умножением показания жироскопа на коэффициент 2.

Предел допускаемой погрешности результата измерений составляет  $\pm 0,5$  % массовой доли жира для сухих молочных и молочосодержащих консервов с массовой долей жира до 40 % и  $\pm 1,0$  % массовой доли жира для консервов с массовой долей жира более 40 % при доверительной вероятности 0,95 и условии, что результаты двух параллельных определений находятся в пределах одного наименьшего деления шкалы жироскопа.

За окончательный результат анализа принимают значение результатов двух параллельных определений, находящихся в пределах одного наименьшего деления шкалы жироскопа.

#### **Определение массовой доли сухого обезжиренного молочного остатка**

Массовую долю сухого обезжиренного молочного остатка  $X_{\text{СОМО}}$ , % рассчитывают по формуле (6.18):

$$X_{\text{СОМО}} = 100 - W - X_{\text{ж}}, \quad (6.18)$$

где 100 – массовая доля составных частей продукта (молочный жир, сухой обезжиренный молочный остаток, влага), %;  $W$  – массовая доля влаги в продукте, %;  $X_{\text{ж}}$  – массовая доля жира в продукте, %.

#### **Определение массовой доли лактозы**

Метод основан на окислении редуцирующих сахаров (лактоза, глюкоза) избытком йода в щелочной среде и определении содержания сахара по разности между количеством взятого йода и избытком йода, определяемого титрованием тиосульфатом натрия.

6,7 г сухого цельного или обезжиренного молока без сахара взвешивают с отсчетом показаний до 0,005 г, затем постепенно наливают горячую воду

температурой 70–75 °С, растирая смесь стеклянной палочкой до получения однородной консистенции, и переносят содержимое в мерную колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup>, смывая стакан водой температурой (20±2) °С. Общий объем воды должен быть 125–150 см<sup>3</sup>. При пробе продукта 5,0 г в колбу прибавляют 10 см<sup>3</sup> раствора сернокислой меди, хорошо перемешивают и дают постоять 1 мин, затем добавляют 4 см<sup>3</sup> раствора гидроокиси натрия молярной концентрации 1 моль/дм<sup>3</sup>. При пробе больше 5,0 г прибавляют 15 см<sup>3</sup> раствора сернокислой меди и 6 см<sup>3</sup> раствора гидроокиси натрия. Содержимое колбы вновь хорошо перемешивают круговыми движениями, не взбалтывая, и оставляют в покое на 10 мин. После появления над осадком прозрачного слоя жидкости колбу охлаждают до (20±2) °С, доливают водой до метки, содержимое сильно взбалтывают и оставляют в покое на 20–30 мин. Затем жидкость фильтруют через сухой складчатый фильтр в сухую колбу. Первые 25–30 см<sup>3</sup> фильтрата отбрасывают.

В коническую колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup> приливают пипеткой 25 см<sup>3</sup> приготовленного фильтрата. Смесь перемешивают и затем из бюретки медленно, при постоянном перемешивании приливают 37,5 см<sup>3</sup> раствора гидроокиси натрия молярной концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup>. Закрывают колбу пробкой и оставляют в темном месте на 20 мин при 20 °С.

Через 20 мин в колбу приливают 8 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты молярной концентрации 0,5 моль/дм<sup>3</sup>, перемешивают и титруют выделившийся йод раствором тиосульфата натрия, приливая его медленно при постоянном перемешивании, до светло-желтой окраски раствора. Затем добавляют 1 см<sup>3</sup> раствора крахмала и продолжают титровать до исчезновения синевато-фиолетовой окраски.

Проводят холостой опыт – вместо 25 см<sup>3</sup> фильтрата приливают в колбу 25 см<sup>3</sup> воды. Массовую долю лактозы  $X$ , % вычисляют по формуле (6.19):

$$X = \frac{(V_0 - V_1) \cdot T_1 \cdot 0,97 \cdot 100}{m}, \quad (6.19)$$

где  $V_0$  – объем тиосульфата натрия, израсходованный на титрование йода в холостом опыте, см;  $V_1$  – объем тиосульфата натрия, израсходованный на титрование фильтрата, см<sup>3</sup>;  $T_1$  – титр раствора тиосульфата натрия, выраженный в граммах лактозы; 0,97 – эмпирический коэффициент;  $m$  – проба продукта, соответствующая 25 см<sup>3</sup> фильтрата, взятая для титрования, равная 0,67 – для сухого цельного или обезжиренного молока, г.

Предел допускаемой погрешности результата измерений составляет ± 1,0% массовой доли лактозы при доверительной вероятности  $P = 0,95$  и расхождении между двумя параллельными определениями не более 0,2 % массовой доли лактозы.

За окончательный результат анализа принимают среднее арифметическое значение результатов вычислений двух параллельных определений, округляя результат до второго десятичного знака.

### **Определение индекса растворимости**

Методика основана на измерении объема нерастворившегося осадка в восстановленной пробе сухого молочного продукта.

В мензурку вместимостью 100 см<sup>3</sup> взвешивают в отдельности каждую пробу исследуемого продукта в граммах, с отсчетом результата до 0,01:12,5 – сухого цельного молока 25 % жирности; 12,0 – сухого цельного молока 20 % жирности; 10,5 – сухого молока 15 % жирности; 9,0 – сухого обезжиренного молока.

Пробу продукта растворяют маленькими порциями воды температурой (40±2) °С, тщательно растирая комочки стеклянной палочкой, доводят объем водой до 100 см<sup>3</sup> и выдерживают в течение 15–20 мин при температуре 18–25 °С. Параллельно проводят два измерения.

Восстановленный продукт перемешивают, заполняют им центрифужные пробирки до метки «10 см» и закрывают пробками. Пробирки обертывают фильтровальной бумагой и помещают в патроны центрифуги, располагая пробками к центру симметрично одну против другой, центрифугируют в течение 5 мин. По окончании центрифугирования при отсутствии четкой границы надосадочную жидкость сливают, оставляя над осадком ее слой высотой около 5 мм. Затем доливают в пробирки воду температурой 18–25 °С до метки «10 см», перемешивают содержимое пробирок палочкой, закрывают пробками и центрифугируют в течение 5 мин. Поочередно вынимают их из патронов центрифуги и отсчитывают объем осадка до ближайшего наименьшего деления пробирки, держа ее пробкой вниз в вертикальном положении так, чтобы верхний уровень находился на уровне глаз. При неровном размещении осадка отсчет проводят по средней линии между верхним и нижним положениями.

Индекс растворимости выражают в кубических сантиметрах сырого осадка по шкале пробирки. За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных измерений, округленное до первого десятичного знака. Результаты измерений оформить в таблицы 6.19, 6.20.

Таблица 6.19 – Органолептическая оценка образцов сухого молока

Наименование образца	Органолептические показатели		
	Внешний вид и консистенция	Вкус и запах	Цвет

Таблица 6.20 – Физико-химические показатели образцов сухого молока

Наименование образца	Физико-химические показатели				
	Массовая доля белка, %	Массовая доля жира, %	Кислотность, °Т	Фосфатаза или пероксидаза	Массовая доля влаги, %, не более

### Оформление отчета

Отчет должен содержать цель работы, технологическую схему процесса производства сухого молока, таблицы с экспериментальными данными, выводы.

### Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к сырью для производства сухих молочных консервов?
2. Какие органолептические показатели характеризуют сухое молоко?
3. Какие физико-химические показатели характерны для молочных сухих консервов?
4. Как изменяется массовая доля влаги в зависимости от жирности молочных консервов?
5. Как определяется группа чистоты молочных консервов?
6. В каких единицах измеряется индекс растворимости?

## 7 ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### **1. Первичная обработка молока включает следующие операции:**

1. очистку молока от посторонних примесей;
2. пастеризацию;
3. охлаждение;
4. хранение;
5. транспортирование;
6. нормализацию.

### **2. Механическая обработка молочного сырья включает:**

1. очистку
2. сепарирование;
3. нормализацию;
4. гомогенизацию;
5. пастеризацию.

### **3. Фильтрование – это процесс:**

- а) разделения неоднородных систем с твёрдой дисперсной фазой;
- б) основанный на задержании твёрдых частиц пористыми перегородками, которые пропускают дисперсионную среду;
- г) разделения неоднородных систем;
- д) дробления жировых шариков.

### **4. Гомогенизация – это процесс:**

1. диспергирования жировых шариков;
2. разделения неоднородных систем;
- 3.увеличения дисперсности белковых частиц;
4. разделения на фракции под действием центробежных сил.

### **5. На эффективность гомогенизации в первую очередь влияет:**

1. скорость потока при входе в гомогенизирующую щель;
- 2.давление гомогенизации;
- 3.температура продукта;
4. размер жировых шариков.

### **6. Какой из белков относится к фракции сывороточных белков молока?**

1.  $\chi$ -казеин;
2.  $\alpha$ -лактоальбумин;

3. каталаза;
4.  $\beta$ -галактозидаза.

**7. На эффективность пастеризации влияет:**

1. температура нагревания и время её воздействия на молоко;
2. кислотность молока, его вспенивание;
3. степень обсемененности и возраст бактериальной клетки;
4. период получения молока и состав продукта;
5. все ответы верны.

**8. Технологический процесс, способствующий удалению из молочного сырья летучих веществ под вакуумом:**

1. деаэрация;
2. дезодорация;
3. дегазация;
4. диспергирование.

**9. Основными классификационными признаками ассортимента питьевого молока являются:**

1. массовая доля жира;
2. бактериальная обсемененность;
3. титруемая кислотность;
4. плотность молока.

**10. Фактор, обуславливающий термоустойчивость цельного молока:**

1. массовая доля жира;
2. плотность;
3. кислотность и солевой баланс;
4. массовая доля лактозы.

**11. Методами контроля термоустойчивости молока для производства стерилизованного молока могут быть:**

1. сычужно-бродильная проба;
2. проба на редуктазу;
3. проба на фосфатазу;
4. проба на термоустойчивость.

**12. В зависимости от температурных границ роста микроорганизмов, входящих в состав микрофлоры, выделяют:**

1. мезофильные;
2. ацидофильные;

3. термофильные;
4. психрофильные.

**13. Сильными кислотообразователями заквасочных культур являются:**

1. сливочный стрептококк;
2. ароматобразующий стрептококк;
3. болгарская палочка;
4. ацидофильная палочка.

**14. Бактериальные закваски и препараты в зависимости от числа видов микроорганизмов, входящих в них, бывают:**

1. смешанные;
2. моновидные;
3. концентрированные;
4. поливидные.

**15. Биохимический процесс молочнокислого брожения сопровождается:**

1. накоплением пропионовой кислоты;
2. накоплением молочной кислоты;
3. изменением растворимости лактозы;
4. отвердеванием молочного жира.

**16. Отличительная особенность йогурта заключается в:**

1. повышенной кислотности;
2. повышенном содержании сухих веществ в готовом продукте;
3. содержании спирта;
4. низкой температуре сквашивания.

**17. Пастеризация сливок в технологии сметаны приводит к:**

1. коагуляции казеина;
2. повышению кислотности;
3. уничтожению посторонней микрофлоры, инаktivации ферментов;
4. снижению количественного содержания лактозы.

**18. Реакция меланоидинообразования происходит при взаимодействии функциональных групп белков молока и ...**

1. липидов;
2. углеводов;
3. макроэлементов;
4. ферментов.

**19. Какой принцип консервирования молока и молочного сырья основан на создании неблагоприятных условий для развития микрофлоры?**

1. биоз;
2. абиоз;
3. ценоанабиоз;
4. анабиоз.

**20. Какой порок вкуса отсутствует в обезжиренных сухих молочных консервах?**

1. нечистый;
2. кормовой;
3. салистый;
4. горький.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бредихин, С. А. Технология и техника переработки молока / С. А. Бредихин, Ю. В. Космодемьянский, В. Н. Юрин. – Москва: Колос, 2001. – 400 с.
2. Горбатова, К. К. Биохимия молока и молочных продуктов: 3-е изд., перераб. и доп. / К. К. Горбатова. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2004. – 320 с.
3. Голубева, Л. В. Практикум по технологии молока и молочных продуктов. Технология цельномолочных продуктов: учеб. пособие / Л. В. Голубева, О. В. Богатова, Н. Г. Догарева [и др.]. - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 384 с.
4. Качество молока. Справочник для работников лабораторий, зоотехников молочно-товарных ферм и работников молокоперерабатывающих предприятий / В. Я. Лях, В. Д. Харитонов, Т. Н. Садовая [и др.]. – Краснодар: Научно-технический центр «Молоко Юга России», 2005. – 166 с.
5. Королева, Н. С. Основы микробиологии и гигиены молока и молочных продуктов / Н. С. Королева. – Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 168 с.
6. Лисин, П. А. Современное технологическое оборудование для тепловой обработки молока и молочных продуктов: пастеризация установки, подогреватели, охладители, заквасочники: справ. пособие / П. А. Лисин, К. К. Полянский, Н. А. Миллер. - Санкт-Петербург: ГИОРД, 2009. - 131 с.
7. Охрименко, О. В. Лабораторный практикум по химии и физике молока: учеб. пособие / О. В. Охрименко, К. К. Горбатова, А. В. Охрименко. - Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005. - 250 с.
8. Патратий, А. П. Справочник для работников лабораторий предприятий молочной промышленности /А. П. Патратий, В. П. Аристова. – Москва: Пищевая промышленность, 1980. – 240 с.
9. Расчет материальных потоков при переработке молока в курсовом и дипломном проектировании: учеб. пособие / И. А. Евдокимов, С. В. Василюк, А. Д. Лодыгин [и др.]. - Санкт-Петербург: Проспект науки, 2009. - 271 с.
10. Рогожин, В. В. Биохимия молока и молочных продуктов: учеб. пособие / В. В. Рогожин. - Санкт-Петербург: ГИОРД, 2006. - 315 с.
11. Ростроса, Н. К. Технология молока и молочных продуктов / Н. К. Ростроса. – Москва: Пищевая промышленность, 1980. – 192 с.
12. Степанова, Л. И. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры: в 2 т. /Л. И. Степанова. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2004. -Т. 1. Цельномолочные продукты. – 384 с.
13. Технология молока и молочных продуктов / П. Ф. Дьяченко, М. С. Коваленко, А. Д. Грищенко [и др.]. – Москва: Пищевая промышленность, 1974. – 448 с.

14. Технология молока и молочных продуктов: учеб. / Г. Н. Крусь [и др.]. – Москва: КолосС, 2006. – 455 с.

15. Тихомирова, Н. А. Технология и организация производства молока и молочных продуктов / Н. А. Тихомирова. – Москва: ДеЛипринт, 2007. – 560 с.

16. Храмцов, А. Г. Справочник технолога молочного производства: технология и рецептуры: в 10 т. / А. Г. Храмцов, С. В. Васи́лин. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2004. – Т. 5 Продукты из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки. - 576 с.

17. Шалыгина, А. М. Общая технология молока и молочных продуктов: учеб. / А. М. Шалыгина, Л. В. Калинина. - Москва: КолосС, 2007. - 199 с.

18. Шидловская, В. П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов: Справочник / В. П. Шидловская. - Москва: КолосС, 2000. – 278 с.

Учебное издание

Оксана Вячеславовна Анистратова  
Ксения Александровна Холобова

ПРОИЗВОДСТВО МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Редактор Э. С. Круглова

Подписано в печать 11.02.2022 г. Формат 60 × 90 1/16.  
Уч.-изд. л. 10,9. Печ. л. 9,5. Тираж 42 экз. Заказ № 3

Издательство федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет».  
236022, Калининград, Советский проспект, 1