

Камчатский государственный технический университет

Кафедра технологии рыбных продуктов

**В.Д. Богданов, В.М. Дацун, М.В. Ефимова**

**ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ  
И ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА  
ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

*Рекомендовано  
Дальневосточным региональным учебно-методическим центром (ДВ РУМЦ)  
в качестве учебного пособия для студентов  
направления 260100 «Технология продуктов питания»  
вузов региона*

Издательство



КамчатГТУ

Петропавловск-Камчатский  
2007

УДК 664(075.8)  
ББК 36  
Б73

Рецензенты:

*Н.В. Щеникова,*  
доктор технических наук, профессор,  
заведующая кафедрой туризма и гостинично-ресторанного бизнеса  
Владивостокского государственного университета экономики и сервиса

*Л.В. Левочкина,*  
кандидат технических наук, доцент,  
заведующая кафедрой технологии пищевой продукции  
Тихоокеанского государственного экономического университета

**Богданов В.Д., Дацун В.М., Ефимова М.В.**

Б73            Общие принципы переработки сырья и введение в технологии производства продуктов питания: Учебное пособие. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2007. – 213 с.

ISBN 978–5–328–00155–7

Учебное пособие составлено в соответствии с требованиями к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы подготовки специалистов по направлению 260100 «Технология продуктов питания» государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

Пособие содержит необходимую информацию для изучения студентами теоретических вопросов о технологических линиях пищевых производств, организации, строении, функционировании и развитии технологического потока, основах технологии производства мясных, молочных и рыбных продуктов.

**УДК 664(075.8)  
ББК 36**

ISBN 978–5–328–00155–7

© КамчатГТУ, 2007  
© Авторы, 2007

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Лекция 1. Организация технологического потока как системы процессов</b> .....	6
1.1. Введение. Роль и место дисциплины в учебном плане .....	6
1.2. Системность технологического потока .....	7
1.3. Операция как составная часть потока .....	8
1.4. Эволюция технологического потока .....	9
Контрольные вопросы .....	11
<b>Лекция 2. Строение технологического потока</b> .....	11
2.1. Строение технологического потока как системы процессов .....	11
2.2. Системный анализ и моделирование технологического потока .....	13
2.3. Системы технологических процессов .....	14
Контрольные вопросы .....	20
<b>Лекция 3. Функционирование технологического потока</b> .....	21
3.1. Функционирование технологического потока как системы .....	21
3.2. Эффективность, точность, устойчивость, управляемость и надежность технологического потока .....	21
Контрольные вопросы .....	27
<b>Лекция 4. Развитие технологического потока</b> .....	27
4.1. Развитие технологического потока как системы процессов .....	27
4.2. Целостность, стохастичность, чувствительность и противоречия технологического потока .....	28
Контрольные вопросы .....	32
<b>Лекция 5. Введение в технологию мясных, рыбных и молочных продуктов</b> .....	33
5.1. Характеристика мяса животных и птиц .....	33
5.2. Характеристика гидробионтов .....	36
5.3. Характеристика молока .....	37
Контрольные вопросы .....	41
<b>Лекция 6. Введение в холодильную технологию продуктов из животного сырья</b> .....	41
6.1. Теоретические основы холодильной обработки .....	41
6.2. Охлаждение пищевого сырья и готовой продукции .....	42
6.3. Замораживание пищевого сырья и готовой продукции .....	43
6.4. Размораживание (дефростация) пищевого сырья .....	48
Контрольные вопросы .....	51
<b>Лекция 7. Введение в технологию посола</b> .....	52
7.1. Теоретические основы посола мяса теплокровных животных, рыбы и птиц .....	52
7.2. Технология соленых продуктов .....	55
7.3. Технология сушеной, солено-сушеной и вяленой продукции .....	56
Контрольные вопросы .....	60

<b>Лекция 8. Введение в технологию копченых продуктов</b> .....	60
8.1. Теоретические основы производства копченой продукции .....	60
8.2. Особенности производства цельномышечных мясных продуктов .....	66
Контрольные вопросы .....	67
<b>Лекция 9. Технология стерилизованных консервов</b> .....	67
9.1. Технология мясных консервов .....	67
9.2. Технология рыбных консервов .....	69
9.3. Технология молочных консервов .....	71
Контрольные вопросы .....	72
<b>Лекция 10. Технология полуфабрикатов</b> .....	73
10.1. Технология мясных полуфабрикатов .....	73
10.2. Технология рыбных полуфабрикатов .....	75
Контрольные вопросы .....	76
<b>Лекция 11. Технология кулинарных продуктов</b> .....	76
11.1. Технология мясных и колбасных изделий .....	76
11.2. Технология рыбных кулинарных изделий .....	80
Контрольные вопросы .....	81
<b>Лекция 12. Технология кормовой и технической продукции</b> .....	81
12.1. Номенклатура и классификация сырья .....	81
12.2. Технология кормовой муки и жиров .....	82
12.3. Выработка кормовых и технических жиров .....	85
12.4. Технология кормовой рыбной муки .....	86
12.5. Производство технической продукции .....	90
Контрольные вопросы .....	91
<b>Лекция 13. Технология цельномолочной продукции</b> .....	91
13.1. Технология пастеризованных и стерилизованных молока и сливок .....	91
13.2. Технология кисломолочных продуктов .....	95
13.3. Технология сыра .....	96
13.4. Технология сливочного масла .....	98
Контрольные вопросы .....	103
<b>Лекция 14. Введение в технологию хлеба, макаронных и кондитерских изделий</b> .....	104
14.1. Сырье хлебопекарного и кондитерского производства .....	104
14.2. Ассортимент хлебобулочных изделий .....	110
Контрольные вопросы .....	110
<b>Лекция 15. Технология макаронных изделий</b> .....	111
15.1. Классификация макаронных изделий .....	111
15.2. Технология макаронных изделий .....	111
Контрольные вопросы .....	119
<b>Лекция 16. Технология кондитерских изделий</b> .....	119
16.1. Характеристика сырья .....	120
16.2. Технология карамели, шоколада и конфет .....	121
16.3. Технология мучных кондитерских изделий .....	133
Контрольные вопросы .....	141

<b>Лекция 17. Характеристика основных зерновых культур</b> .....	141
17.1. Основные зерновые культуры .....	141
17.2. Стандарты на зерно .....	143
Контрольные вопросы .....	148
<b>Лекция 18. Характеристика основных зерновых продуктов</b> .....	148
18.1. Характеристика муки .....	148
18.2. Характеристика солода .....	153
Контрольные вопросы .....	154
<b>Лекция 19. Основы технологии сахара</b> .....	155
19.1. Технология сахара-песка .....	155
19.2. Технология сахара-рафинада .....	162
Контрольные вопросы .....	164
<b>Лекция 20. Основы технологии крахмала и крахмалопродуктов</b> .....	165
20.1. Технология крахмала .....	165
20.2. Технология крахмальной патоки .....	171
20.3. Технология глюкозно-фруктозных сиропов .....	174
20.4. Технология модифицированных крахмалов .....	175
Контрольные вопросы .....	177
<b>Лекция 21. Основы технологии жиров</b> .....	178
21.1. Масличное сырье .....	178
21.2. Технология маргарина .....	182
Контрольные вопросы .....	185
<b>Лекция 22. Введение в технологию виноделия и пивобезалкогольного производства</b> .....	185
22.1. Технология виноградных вин .....	185
22.2. Технология пива .....	190
22.3. Технология кваса .....	194
22.4. Технология безалкогольных напитков .....	195
Контрольные вопросы .....	197
<b>Лекция 23. Основные процессы пищевой технологии, их роль и влияние на качество пищевых продуктов</b> .....	198
23.1. Факторы, влияющие на скорость химических реакций .....	198
23.2. Дисперсные и коллоидные системы .....	202
Контрольные вопросы .....	212
Литература .....	212

## Лекция 1. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОТОКА КАК СИСТЕМЫ ПРОЦЕССОВ

- 1.1. Введение. Роль и место дисциплины в учебном плане.
- 1.2. Системность технологического потока.
- 1.3. Операция как составная часть потока.
- 1.4. Эволюция технологического потока.

### *1.1. Введение. Роль и место дисциплины в учебном плане*

Дисциплина «Общие принципы переработки сырья и введение в технологии производства продуктов питания» относится к циклу общепрофессиональных дисциплин специальности 260100 «Технология продуктов питания» для подготовки бакалавров техники и технологий и базируется на знаниях, приобретенных студентами при изучении неорганической, органической, физической, коллоидной, аналитической химии и физико-химических методов анализа и биохимии.

Цель изучения дисциплины – дать студентам теоретические знания по вопросам закономерности организации, строения, функционирования и развития технологического потока как системы процессов. Большое внимание должно быть уделено методам повышения точности, устойчивости и надежности функционирования линий.

Необходимо акцентировать внимание студентов на сущности химических, микробиологических, коллоидных, биохимических процессов, используемых в преобразовании сельскохозяйственного сырья в продукты питания.

Задача изучения дисциплины – показать студентам, что приобретенные знания по основным принципам переработки сырья и технологиям производства продуктов питания используются в дальнейшем при изучении специальных дисциплин, выполнении учебно-исследовательской работы, курсовых и дипломных работ.

Студент должен *знать*: основные закономерности организации, строения, функционирования и развития машинных технологий пищевых продуктов как больших систем; методы системного анализа и системного синтеза с целью моделирования технологии как системы процессов; закономерности, лежащие в основе технологических процессов производства продуктов питания; основные свойства пищевого сырья, определяющие характер и режимы технологических процессов переработки; основные процессы, протекающие при производстве и хранении различных видов пищевых продуктов; принципы формирования свойств полуфабрикатов и качества готовых изделий.

Студент должен *уметь*: представлять технологию пищевого продукта в виде системы процессов; количественно оценивать точность, устойчивость и надежность функционирования технологической системы; оценивать управляемость технологии с использованием контрольных карт качества; формулировать объективное заключение о качестве конкретной технологии и давать рекомендации по его повышению; количественно оценивать уровень основного системообразующего фактора системы процессов – ее стабильности; количественно оценивать уровень организации (целостности) технологии для выбора целесообразного направления развития; оценивать чувствительность отдельных процессов к колебаниям параметров с целью их взаимной адаптации; оценивать стохастичность связей между процессами в технологии с целью повышения их детерминированности; вскрывать основные противоречия в совершенствовании и развитии технологии с целью их устранения; разрабатывать программу исследования, совершенствования и развития машинной технологии пищевого продукта в целом; разбираться в сущности химических, биохимических, микробиологических, коллоидных и других процессов, протекающих при хранении и переработке сырья; обосновывать требования к ведению технологического процесса и контролю качества продукции.

В табл. 1 приведен объем дисциплины и предусмотренные виды учебной работы.

Таблица 1

Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем дисциплины, ч	
	Всего часов	Семестр
Общая трудоемкость дисциплины	200	VI
Аудиторные занятия		
Лекции	54	
Лабораторные работы	36	
Практические занятия	8	
Самостоятельная работа	102	
Виды итогового контроля		Экзамен

Обеспечение здоровья населения страны – одно из приоритетных направлений деятельности государства. Производство продуктов питания, их качество должны являться важнейшим рычагом, обеспечивающим поддержание здоровья, работоспособности и творческого потенциала нации.

Продовольственная безопасность любой страны, по определению Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), есть способность государства обеспечить физическую и экономическую доступность продуктов питания всем гражданам и социальным группам страны, гарантируемую наличием собственного производства продовольствия, и принятие социальной политики, обеспечивающей достаточный прожиточный минимум.

Государственная политика в области обеспечения здоровья населения страны – это комплекс мероприятий, позволяющих удовлетворить потребности различных категорий населения в рациональном питании с учетом традиций, привычек и экономического положения.

При решении проблемы сохранения здоровья населения необходимо сконцентрировать внимание на обеспечении его традиционными продуктами питания, расширении рациона, организации производства продуктов питания на основе современных наукоемких технологий, развитии и скорейшем внедрении в практику образовательных программ.

## 1.2. Системность технологического потока

Чем сложнее структура созданного технологического потока, чем больше в нем операций и связей, тем больше требуется усилий для организации его нормального функционирования.

Методологический цикл создания высокоэффективной технологической линии должен быть следующим: технологический поток → система процессов → система машин.

Системы в зависимости от рода связи между состоянием элементов бывают детерминированными и стохастическими. Большое значение имеет терминология системного подхода. Рассмотрим основные термины.

*Система* – упорядоченное множество разнородных элементов, взаимосвязанных и образующих некоторое целостное единство, свойства которого больше суммы свойств составляющих его элементов.

*Элементы* – объекты, которые в совокупности образуют систему.

*Подсистемы* – образованные элементами системы группировки, внутри которых связь между элементами отличается от характера связи между самими группировками.

Деление системы на подсистемы представляет собой расчленение большого процесса на *подпроцессы* с соответствующими входами и выходами.

*Структура системы* – определенная упорядоченность связей между элементами системы.

*Связи системы* – это взаимодействие элементов системы, обеспечивающее возникновение и сохранение структуры и целостных свойств системы. Связи осуществляют обмен веществом, энергией и информацией между элементами системы, а также между системой и внешней средой.

*Входы и выходы* системы различаются по материальному, энергетическому и информационному характеру, т. е. в процессе взаимодействия системы с внешней средой происходит поглощение и выделение вещества, энергии и информации. Одни системы по мере совершенствования превращаются в другие.

*Целостность* системы – совокупность элементов, взаимодействие которых обуславливает наличие новых качеств системы, не свойственных образующим ее частям. В соответствии с общей теорией систем целостная система должна иметь *цели функционирования* (которые определяют ее основное назначение), *управление* (т. е. процесс упорядочения системы), *определенную структуру* (которая может распадаться на ряд подсистем), *иерархичность строения* (каждый ее компонент, в свою очередь, может рассматриваться как система, а сама она является лишь одним из компонентов системы более высокого порядка), *непрерывное изменение состояния элементов* системы без изменения ее структурного графа (графической модели структуры).

### 1.3. Операция как составная часть потока

Технологическая операция выполняет две основные функции: обработку объекта (технологический процесс) и подачу объекта в рабочую зону (транспортный процесс). Исходя из этого и учитывая, что технологический поток должен быть непрерывным, академик Л.Н. Кошкин предложил разделить все технологические операции на четыре класса.

*Операции первого класса.* В этих операциях технологическая обработка массы происходит только после завершения транспортного процесса (подачи формы в рабочую зону) и наоборот, т. е. один процесс прерывается другим (рис. 1). Это операции дискретного действия.

*Операции второго класса.* Для них характерно совпадение во времени транспортного и технологического процессов (рис. 2). Транспортный процесс непрерывен, а транспортная и технологическая скорости равны между собой.

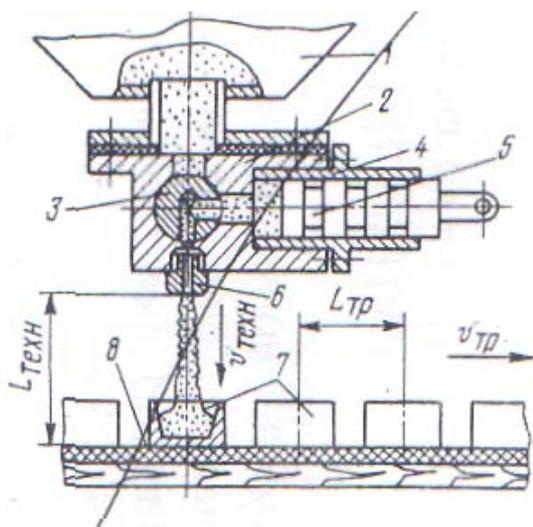


Рис. 1. Устройство для дозирования и формования массы в отливочной машине:

1 – бункер; 2 – корпус отливочной головки; 3 – золотник; 4 – мерный цилиндр; 5 – поршень; 6 – насадка; 7 – форма; 8 – ленточный конвейер

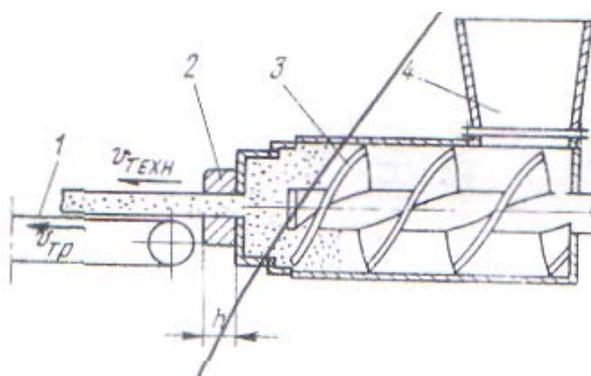


Рис. 2. Устройство для формования массы шнековым нагнетателем:

1 – ленточный конвейер; 2 – матрица; 3 – шнек; 4 – бункер

*Операции третьего класса.* Эти операции отличаются от операций второго класса взаимной независимостью транспортного и технологического процессов. Объекты обрабатываются при их непрерывном транспортировании совместно с рабочими органами через рабочую зону по какой-либо замкнутой траектории (рис. 3). Машины, созданные по этому принципу, получили название *роторных*, поскольку транспортный процесс первоначально был реализован как вращательное движение. В отличие от операций второго класса скорость транспортирования в операциях третьего класса не ограничивается технологической скоростью. При их создании повышение производительности теоретически связано только с увеличением транспортной скорости.

*Операции четвертого класса.* Для них также характерна независимость скорости транспортного процесса от технологической скорости. В операциях четвертого класса обработка осуществляется при массовом транспортировании объектов в произвольном положении через рабочую зону (рис. 4).

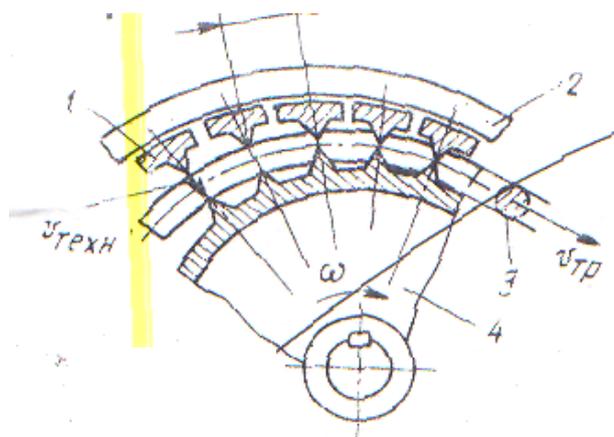


Рис. 3. Устройство для дозирования массы продукта в виде жгута круглого сечения в роторной режущей машине: 1 – откидной нож; 2 – неподвижная направляющая; 3 – жгут продукта; 4 – ротор

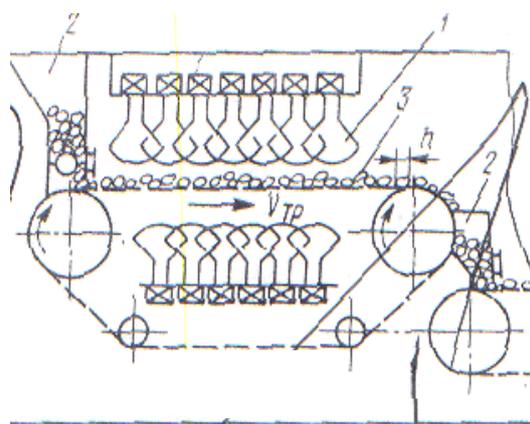


Рис. 4. Устройство для сушки продукта: 1 – генератор инфракрасного излучения; 2 – воронка; 3 – продукт

Понятие «рабочий орган» заменяется понятием «рабочая среда». Она осуществляет технологическое воздействие непосредственно на весь поток, проходящий через рабочую зону. Если быть более точным, машины этого класса операций следует называть аппаратами.

#### 1.4. Эволюция технологического потока

Производительность машин, реализующих операции первого класса, обусловлена технологическими параметрами операции и динамическими возможностями механизма перемещения продукта в зону и из зоны обработки. Отсюда следует, что производительность в каждом конкретном потоке для каждой конкретной операции задана однозначно и не может быть выбрана из условий экономической окупаемости производительности.

На базе операций первого класса нецелесообразно компоновать машины и аппараты в линии будущего из-за различия технологических и транспортных перемещений, а также технологических и транспортных скоростей разных операций. Неодинаковыми окажутся и циклы операции, что обусловит различную производительность машин и аппаратов в потоке. Поэтому условие равной производительности, необходимое при объединении машин для осуществления различных операций первого класса в единую систему, не выполняется, т. е. технологические операции первого класса не могут служить основой для создания высокоэффективных линий.

Существенным отличием операций второго класса является то, что вследствие совмещения во времени технологической и транспортной процессы не прерывают друг друга и могут происходить непрерывно с постоянной скоростью. В отличие от операций первого класса высокая производительность совместима с оптимальными динамическими условиями работы механизмов. В этом заключается важное преимущество операций второго класса. Однако и совокупность операций второго класса нельзя рассматривать как линии будущего.

В операциях третьего класса, имеющих значение при создании автоматических линий, также важен характер соотношения между производительностью, динамическим режимом работы машин и технологическим режимом процесса. Если в операциях первого класса высокая производительность несовместима с оптимальными технологическими и техническими режимами, а в операциях второго класса – только с оптимальными технологическими режимами, то в операциях третьего класса существует возможность достижения высокой производительности без использования высоких ускорений в механизмах привода и высокой скорости технологического процесса.

Возможности операций третьего класса не ограничиваются свойствами обрабатываемого сырья, промежуточного продукта, динамикой привода и рабочих органов машин, а производительность машин определяется лишь скоростью процесса транспортирования.

В автоматических линиях использование операций третьего класса весьма перспективно, поскольку при высокой (в пределах неограниченной) производительности могут быть сохранены оптимальные технологические и динамические режимы, которые обуславливают и технологическую, и конструктивную надежность, что ведет к стабильному качеству продукции, минимальному простоему оборудования по разным причинам и максимальному коэффициенту использования машин и аппаратов в технологической линии. Таким образом, операции третьего класса наиболее пригодны для организации технологического потока, близкого к идеальному.

Операции четвертого класса, как и операции третьего класса, обеспечивают оптимальные условия объединения машин и аппаратов соответствующих конструкций в технологические комплексы, автоматические системы машин и могут быть в общем случае инженерной основой для создания высокоэффективных потоков в линиях. При этом операции четвертого класса в наиболее полной мере соответствуют требованиям высшей формы автоматизма и непрерывности потока. Однако далеко не все технологические превращения исходного сырья и промежуточных продуктов можно осуществить в операциях четвертого класса. Это касается прежде всего дозирования, смешения, формообразования и ряда других процессов.

Принципиальная основа для широкого осуществления комплексной автоматизации в отраслях, перерабатывающих сельскохозяйственное сырье, – это операции третьего класса.

Машины для операций третьего класса могут быть изготовлены по роторной и роторно-конвейерной конструктивным схемам. При роторной схеме рабочие органы монтируются на жестких роторах, при роторно-конвейерной – на гибких замкнутых транспортных системах-конвейерах.

В табл. 2 приведена *классификация технологических потоков*, созданная на основе приведенных выше классов операций. Класс потока определяется наименьшим классом операции в нем и количеством классов операций его составляющих. Поток, содержащий операции более высокого класса, несомненно, прогрессивнее потока, который составляют операции более низкого класса. Классификация технологических потоков позволяет определить место конкретного потока среди всех возможных сочетаний классов операций и установить пути совершенствования его при переходе операций из одного класса в другой, а также определить наиболее целесообразный путь достижения потока (табл. 2, IV).

## Классификация технологических потоков

Количество классов операций, составляющих поток	Наименьший класс операции в потоке			
	I	II	III	IV
Один	(I)	(II)	(III)	(IV)
Два	(I-II)	–	–	–
	(I-III)	(II-III)	–	–
	(I-IV)	(II-IV)	(III-IV)	–
Три	(I-II-III)	–	–	–
	(I-II-IV)	–	–	–
	(I-III-IV)	(II-III-IV)	–	–
Четыре	(I-II-III-IV)	–	–	–

Наиболее эффективные решения расположены в верхнем правом углу табл. 2, а самый примитивный поток (I) содержит все операции первого класса. Технологии пищевых производств – это комплекс операций механического, теплофизического, биохимического и химического воздействия на сырье. Поэтому потоки (III) или (IV) нереальны. По-видимому, наиболее перспективным является поток (III-IV) классов, включающий все операции: от дозирования исходного сырья до упаковки готовой продукции. Конечно, это линии будущего, но их нужно представлять себе в виде идеальных целей.

*Контрольные вопросы*

1. Какие факторы той или иной технологии обуславливают сложность проблемы создания поточной линии?
2. Каковы основные термины метода системного подхода?
3. Каковы характерные особенности целостной системы любой природы?
4. Какова характеристика идеального технологического потока?
5. Какой признак положен в основу классификации технологических операций?
6. Какие признаки положены в основу классификации технологических потоков?
7. Какой смысл вы видите в создании потока более высокого класса, чем его прототип?

**Лекция 2. СТРОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОТОКА**

- 2.1. Строение технологического потока как системы процессов.
- 2.2. Системный анализ и моделирование технологического потока.
- 2.3. Системы технологических процессов.

***2.1. Строение технологического потока как системы процессов***

Технологический поток представляет собой совокупность технологических операций и обладает новым, системным качеством, которого не имеют образующие его элементы. При создании технологической линии возникает новое качество системы, изменяются свойства исходных элементов и при известных условиях образуются новые части ее. Технологическая система процессов активно воздействует на свои элементы и преобразует их, в результате чего исходные элементы, из которых первоначально была образована система, изменяются, совершенствуются технологические режимы и оборудование, улучшаются условия труда. В целостной технологической системе связь между частями ее тесна и ор-

границна. Изменение одних частей вызывает изменения других частей системы. При взаимодействии с окружающей средой технологическая система выступает как единое целое вследствие того, что связь элементов целостной системы значительно устойчивее, чем связь ее элементов с внесистемными образованиями. В технологической системе можно выделить внутренние связи между ее подсистемами и внешние связи, устанавливаемые с другими системами той большой системы, в которую она входит. При низком уровне организации технологическая система по своим свойствам приближается к сумме частей, при высоком – резко отличается по своим свойствам от простой суммы элементов. Целостность технологической системы отражает способность составляющих ее элементов вступать в такие взаимодействия, которые обуславливают новые, интегративные качества системы, не свойственные образующим ее частям.

Целостность технологического потока обеспечивают факторы целостности. Целостность технологических систем обусловлена качеством взаимосвязи протекающих в них материальных, энергетических и информационных процессов преобразования, хранения, передачи, а также качеством их управления.

Материальный, энергетический и информационный обмен между компонентами целого объединяет их в единое образование. Этот обмен представляет собой важную специфическую закономерность возникновения, строения, функционирования и развития целостных систем. Возникновение качественно новых свойств при агрегировании элементов – отражение закона перехода количества в качество. Явление возникновения нового качества называют *эмерджентностью* (*emergence* – возникновение, появление нового).

За элемент технологической системы принята технологическая операция, являющаяся пределом расчленения по качеству технологической системы и представляющая нерасчленимый далее элементарный носитель именно этого качества.

Элементы технологической системы являются своеобразным ее стержнем или обслуживают ведущий компонент, в то же время активно воздействуя на него. Такое различие в значении частей приводит к понятию централизованной системы, т. е. ведущей роли одного или группы компонентов.

Огромное значение в определении специфики технологической системы имеет ее структура. Каждой конкретной технологической системе присуща своя структура. С усложнением технологии, увеличением числа операций усложняется и структура технологической системы. Структура технологической системы является пространственно-временной. Она предполагает определенную динамическую устойчивость пространственно-временных связей компонентов целого. Однако структура системы – выражение не только связи, но и размежевания составляющих ее элементов. При изменении элементов и связей структура системы в определенных пределах остается постоянной, при этом сохраняется соответствие производственного процесса технологической инструкции.

Технологическая система содержит сложный клубок причинных связей между отдельными элементами, системой в целом и ее частями, отдельными подсистемами, а также между системой и внешней средой. При функционировании технологической системы необходимые причинные связи переплетаются со случайными воздействиями. Оценить роль и значение случайных причин и принять необходимые меры для сохранения выхода системы в заданных границах позволяют методы математической статистики и теории вероятностей. Среди характеристик связей сложных систем важное место занимает *корреляция*, обуславливающая некоторое ее вероятностное состояние, что приводит к постоянному колебанию показателей деятельности системы вокруг неких средних параметров. Это помогает системе сохранять равновесное состояние. Наличие свободы компонентов (меры, степени свободы) является важным показателем целостности системы.

Технологическая система функционирует во взаимосвязи с окружающей средой производственного цеха, которую составляют внешние по отношению к системе процессы – с ними так или иначе взаимодействует система. Технологические системы по-разному взаимодействуют с окружающей средой. Реакция частей системы определяется их чувст-

вительностью к неустойчивым факторам среды. Системные методы исследования и совершенствования больших промышленных комплексов требуют определения границ между технологической системой и окружающей средой. Необходимо как можно более точно разграничивать их. Это имеет большое значение для оптимизации функционированияточной линии и создания предпосылок для ее развития.

Отношение системы к среде характеризуют точностью, устойчивостью, надежностью функционирования, а также управляемостью. Эти показатели определяются качеством самой системы (уровнем целостности структуры, уровнем стохастичности связей, уровнем чувствительности элементов). На входы технологической системы поступают потоки вещества, энергии и информации. Ввиду неидеальности систем и специфических особенностей используемых технологических процессов выходные потоки несут меньше вещества и энергии, чем те, которые поступают на вход системы. Определенные части вещества и энергии рассеиваются внутри системы и в окружающей среде. Это вызывает неэффективное использование материальных и энергетических ресурсов, вредное воздействие на окружающую среду. Избежать этого позволяет использование ресурсо- и энергосберегающих технологий и техники, а также разработка экологически чистых технологических систем.

Общей количественной характеристикой системы является такой ее показатель, как сложность, определяемая числом типов компонентов и связей. Оценка сложности структур рассматривается в теории сложных систем. Простейший показатель сложности системы учитывает число и сложность элементов, из которых состоит данная система.

## 2.2. Системный анализ и моделирование технологического потока

При создании технологических систем все задачи принято делить на задачи синтеза и задачи анализа – процессы мысленного или фактического разложения, расчленения, размежевания целого на составные части и воссоединения, воссоздания целого из частей. При анализе и синтезе технологического потока как системы процессов используется абстрактное мышление исследователя.

Наибольшее развитие и применение получил *структурно-функциональный анализ*, базирующийся на выделении в исследуемых системах структурных составляющих и определении их роли (функции) относительно друг друга.

*Функционально-структурный подход*, в отличие от структурно-функционального, основывается на предположении первичности функционального назначения системы по отношению к ее структурной организации

Характерными особенностями функционально-структурного подхода являются:

- учет диалектической взаимосвязи функций и структуры объектов при определяющей роли функции по отношению к структуре;
- целостный подход к анализу и синтезу многоуровневых систем;
- учет материальных, энергетических и информационных связей между элементами системы;
- учет взаимосвязи исследуемой (создаваемой) системы с внешней средой;
- рассмотрение систем в развитии и др.

Важной отличительной особенностью функционально-структурного подхода является совместный учет при анализе и синтезе материальных, энергетических и информационных потоков.

Сущность анализа состоит в расчленении целого на образующие его компоненты, в выделении и изучении функций каждой из частей. Анализ проводится с таким расчетом, чтобы можно было воссоздать систему в ее исходном облике, т. е. синтез системы. Анализ связан с определенным упрощением исследуемой системы. Вычленение основного компонента позволяет увязать между собой компоненты, части целого, а также этапы и периоды его становления и развития.

Для системной точки зрения характерно движение от системы к элементам. Отсюда следует, что изучение любого объекта (сложного или простого) неразрывно связано с изучением той системы, в которую он входит.

Решение задачи анализа системы осуществляется методом последовательных приближений (предварительный анализ → более точный анализ и т. д.).

При системном анализе технологического потока следует учитывать, что его компоненты неравноценны в смысле обеспечения определенного уровня целостности, что имеется центр системы. В центре системы сконцентрированы разнообразные аспекты основного технического противоречия технологического потока (производительность – качество). Их разрешение ведет к развитию системы, определяет перспективу превращения ее в более организованную систему более высокого уровня целостности. Поэтому выделение центра системы представляет собой одновременно изучение условий и возможностей его развития, установления основных направлений совершенствования технологии и техники данного производства.

### 2.3. Системы технологических процессов

Различают *простые*, *большие* и *сложные* системы. Простая система – это та, которую можно исследовать (в пределах поставленной задачи) как нечто целое без расчленения ее на более мелкие системы. Под большой системой понимается такая система, которую практически невозможно исследовать без выделения в ней более простых систем.

При построении моделей систем значение имеет выбор элемента системы, который не подлежит дальнейшему расчленению. В качестве элемента целесообразно принять технологическую операцию, являющуюся минимальным носителем специфического качества данной системы. В технологической системе могут быть выделены процессы преобразования, транспортирования, хранения вещества, энергии, информации. Приняв за элемент технологической системы технологическую операцию, можно представить систему процессов в виде операторной модели. В этом случае технологическая операция представляет совокупность типовых физических, химических и микробиологических процессов, условные обозначения которых (процессоры) показаны на рис. 5.

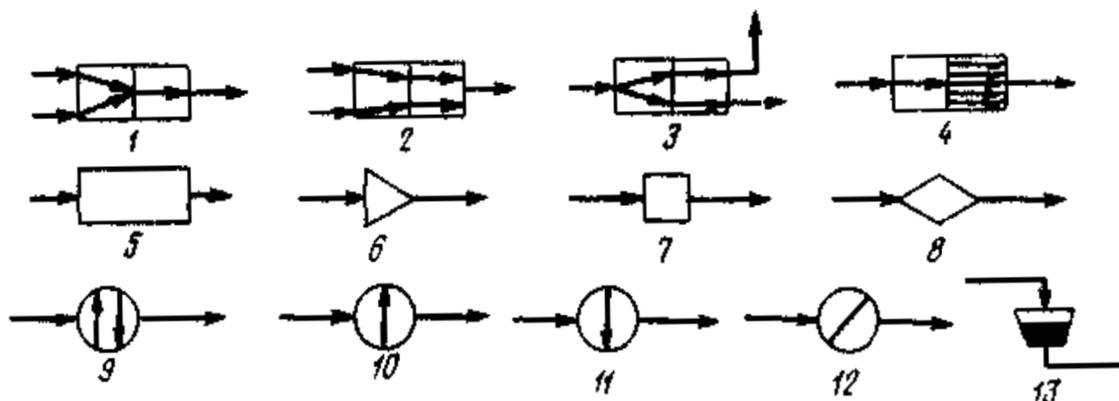


Рис. 5. Условные обозначения технологических процессов обработки сред (процессоры):

- 1 – соединение без сохранения поверхности раздела (смешивание сред);
- 2 – соединение с сохранением поверхности раздела (образование слоя); 3 – разделение на фракции;
- 4 – измельчение; 5 – сложный процесс преобразования (комплекс физических, химических и микробиологических процессов); 6 – дозирование; 7 – формообразование;
- 8 – ориентирование (в частности, предметов); 9 – термостатирование (поддержание постоянной температуры); 10 – нагревание; 11 – охлаждение;
- 12 – изменение агрегатного состояния; 13 – хранение

С помощью тринадцати условных обозначений типовых процессов (рис. 5) можно графически изобразить любую технологическую операцию. Примеры операторов показаны на рис. 6. При изображении операций типовые процессы соединяются стрелками-связями. В общем случае связи – это материальные, энергетические и информационные потоки. Разрабатывая системы процессов в виде так называемых операторных моделей, достаточно показать лишь материальные потоки, которые связывают между собой типовые процессы, отдельные операции и подсистемы.

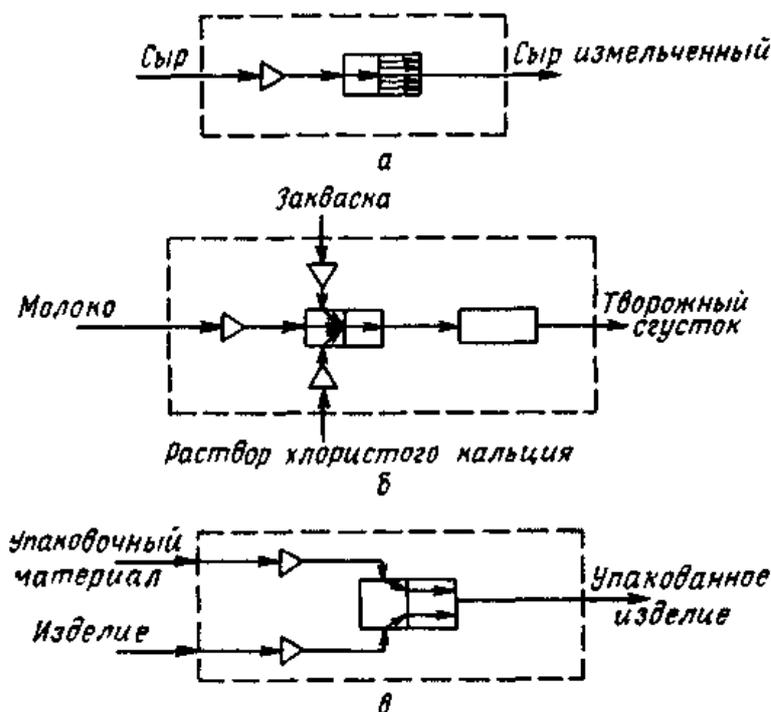


Рис. 6. Примеры условного обозначения технологических операций (операторы):  
 а – измельчение сыра при производстве плавленых сыров;  
 б – получение творожного сгустка из трех компонентов; в – упаковка

Синтез – это физическое или мысленное воссоединение частей, границы которых были установлены в процессе анализа. Синтез сложных систем представляет собой сочетание содержательных (эвристических, интуитивных) и формальных (алгоритмических) методов. Синтезировать систему – значит реализовать заданную совокупность функций на основе совокупности элементов ее будущей структуры. Рациональным методом синтеза технологических систем является разработка операторных моделей. Операторная модель технологической системы производства карамели приведена на рис. 7. Это графическое изображение системы процессов.

Процедуры системного анализа и синтеза выполняют поочередно и неоднократно, всякий раз уточняя содержание элементов, подсистем и их границ, а также структуру системы.

Графически технологические системы изображаются в виде прямоугольника, ограничивающего систему, которая содержит два или более прямоугольника (рис. 8), которые, в свою очередь, ограничивают подсистемы. Подсистема содержит два или более операторов, которые отражают понятие технологических операций и границы которых в большинстве случаев совпадают с границами машин и аппаратов. Оператор, в свою очередь, содержит один, два и более процессоров, которые отражают в общем случае содержание физико-химических и микробиологических процессов. Линии со стрелками – материальные потоки – являются связями между операторами и подсистемами, а также между системой и внешней средой.

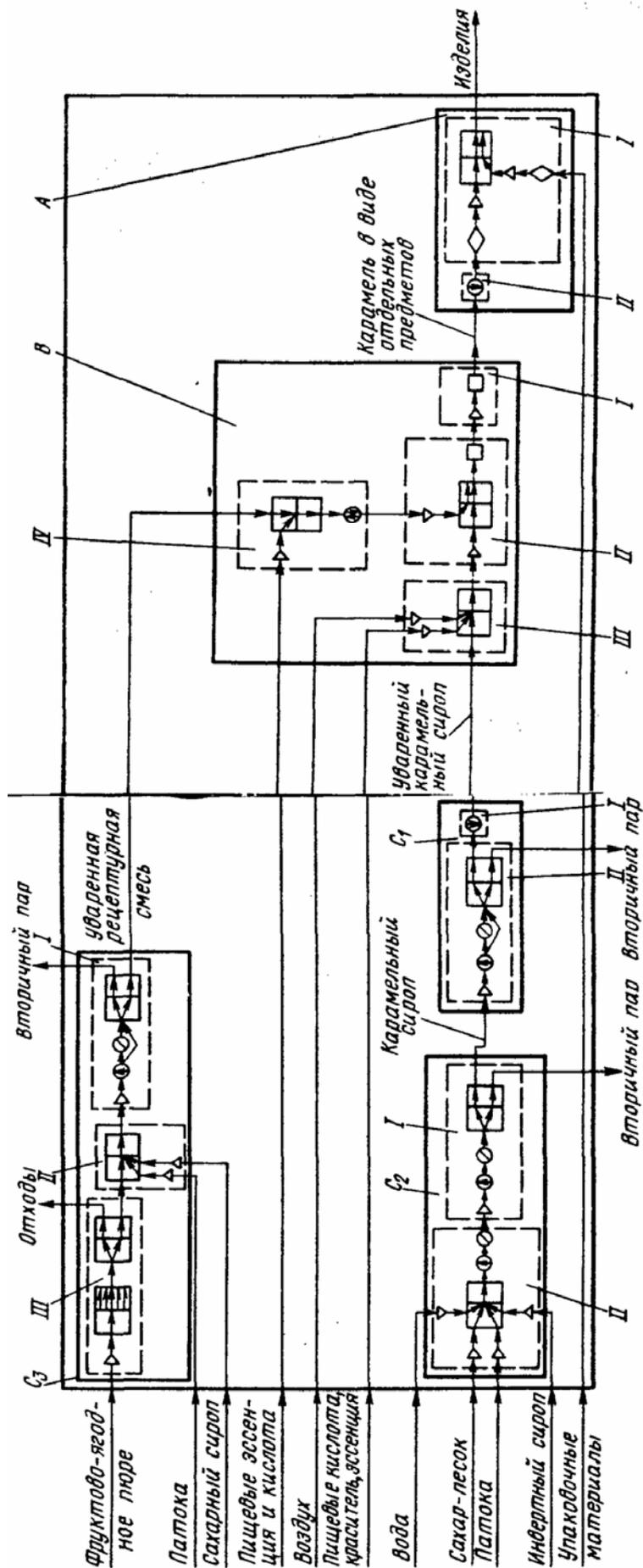


Рис. 7. Операторная модель технологической системы производства карамели с фруктово-ягодной начинкой.

А — подсистема образования изделий с показателями качества, соответствующими стандарту (операторы: I — заготовки карамели, II — охлаждения карамели);  
 В — подсистема образования карамели в виде отдельных предметов с заданными показателями качества (операторы: I — формования карамели с начинкой, II — образования жгута из тянутой карамельной массы и начинки, III — образования тянутой карамельной массы с заданными физико-механическими свойствами, IV — образования начинки с заданными физико-механическими свойствами); подсистемы образования промежуточного продукта с заданными показателями качества: С<sub>1</sub> (операторы: I — охлаждения уваренного карамельного сиропа, II — образования уваренного карамельного сиропа), С<sub>2</sub> (операторы: I — образования карамельного сиропа, II — образования рецептурной смеси), С<sub>3</sub> (операторы: I — образования уваренной рецептурной смеси, II — образования протертого фруктово-ягодного пюре)  
 III — образования протертого фруктово-ягодного пюре

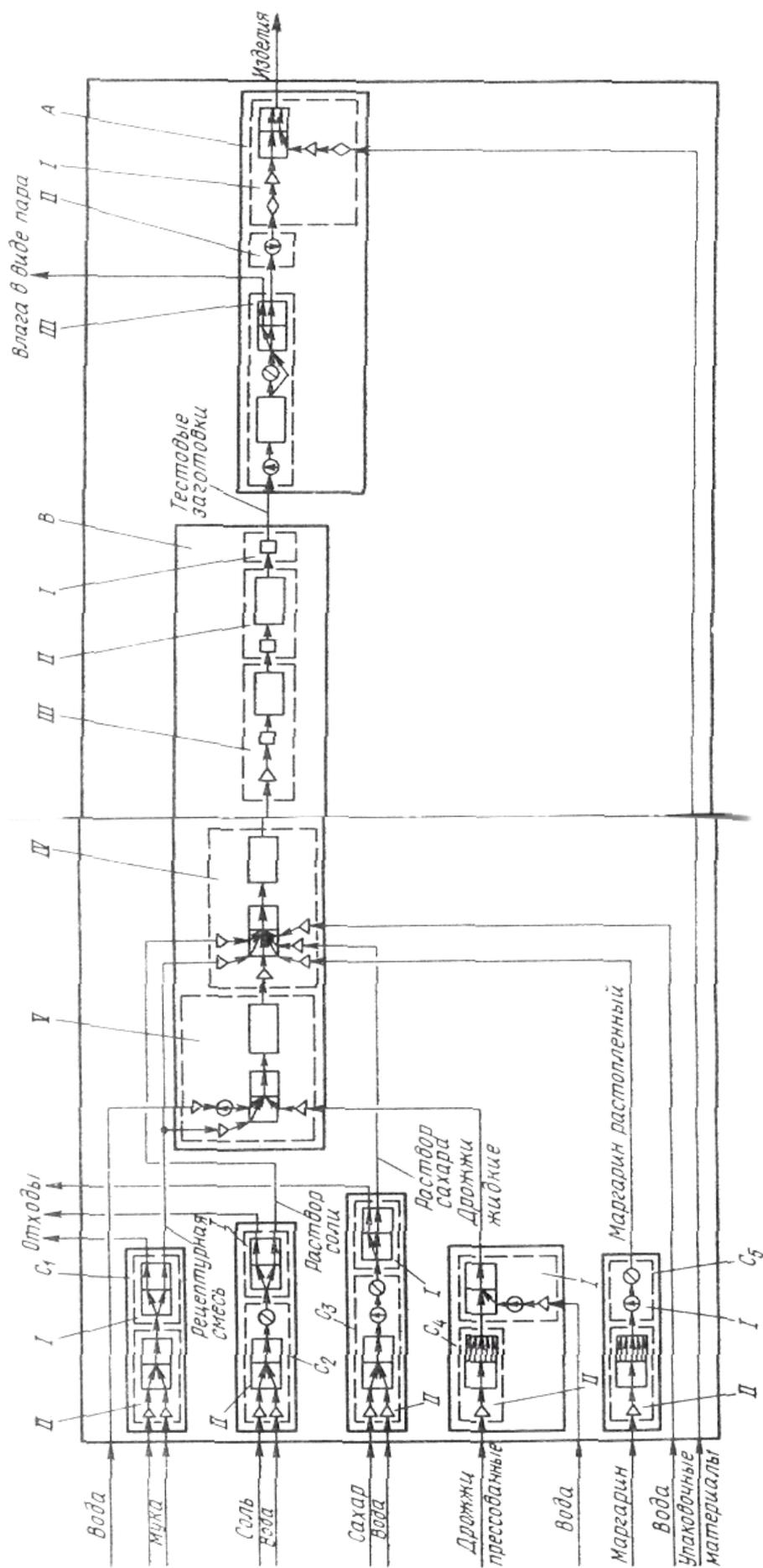


Рис. 8. Операторная модель технологической системы производства подового хлеба из пшеничной муки: А – подсистема образования изделий, соответствующих стандарту (операторы: I – упаковка хлеба, II – охлаждение хлеба, III – выпечка хлеба); В – подсистема образования заготовок теста с заданными показателями качества (операторы: I – надрезания тестовых заготовок, II – закатки тестовых заготовок и восстановления физико-механическими свойствами, III – образования из теста предметов заданной формы, IV – образования промежуточного продукта с заданными физико-механическими свойствами, V – образования опары с заданными физико-механическими свойствами); подсистемы образования рецептурной смеси от примесей: С<sub>1</sub> (операторы: I – очистки рецептурной смеси от примесей, II – образования раствора сахара (соли), С<sub>2</sub> (операторы: I – очистки рецептурной смеси от примесей, II – образования раствора сахара), С<sub>3</sub> (операторы: I – очистки рецептурной смеси от примесей, II – образования жидких дрожжей, С<sub>4</sub> (операторы: I – плавления, II – измельчения маргарина), С<sub>5</sub> (операторы: I – измельчения дрожжей), С<sub>5</sub> (операторы: I – плавления, II – измельчения маргарина)

Операторные модели отражают, разделяют и совмещают две принципиально различные и вместе с тем диалектически связанные функции, выполняемые системой (то, что она делает), и методы (как и какими способами реализуются функции). В операторных моделях функции обозначаются видом связей между операторами, а методы – видом операторов. Операторная модель позволяет четко разделить и связать функции и методы. Она состоит из цепи взаимосвязанных элементов-операторов, в которой качество каждой операции определяется тем, как она выполняется. Операторное моделирование систем предусматривает использование трех основных понятий: вход, процесс и выход, – комбинация количественных и качественных характеристик которых определяет ту или иную технологическую систему. Вход – источник деятельности или питания системы (например, сырье), процесс – вид деятельности, преобразующий вход и выход; выход – цель существования системы или результат деятельности системы (например, готовая продукция).

Метод изображения системы в виде операторной модели дает возможность перейти от самого общего и абстрактного ее представления к более конкретному. Анализ и синтез системы диалектически взаимосвязаны и представляют собой первый шаг в системном исследовании технологических линий, составляют один этап исследования, так как взаимно дополняют друг друга и являются взаимообусловленными.

Модель должна иметь сходство с оригиналом, но не должна быть произвольным, не соответствующим оригиналу образом. Диапазон сходства, подобия модели и ее объекта весьма велик – от абсолютного до нулевого. Моделирование может базироваться на подобии от почти абсолютного до почти нулевого. Моделируя реальный объект в виде системы, исследователь вычленяет в процессе познания определенную структуру объекта и придает ей требуемое значение, которое является отражением взаимосвязи ее элементов. Один и тот же объект может быть представлен нашим сознанием в виде различных систем в зависимости от уровня развития, глубины познания объекта и методологических установок.

Само по себе понятие «система» – абстракция, но она отражает объективно присущие предметам и явлениям системные качества. Системность – свойство объективного мира, не зависящее от человека. Моделирование потока проводится тогда, когда есть необходимость разрешить противоречие между необходимостью развития поточной линии и невозможностью это сделать с помощью современной техники и технологии. В результате формулируется цель исследования, а средством для ее достижения как раз и является системное моделирование. В математическом моделировании технологических процессов пищевого производства сформировалось теоретическое и статистическое направления. Статистическое направление целесообразно использовать на этапе исследования в рамках системы или ее подсистемы (макроисследование), а теоретическое – на этапе исследования в рамках элемента (микроисследование).

Специфика пищевого производства обуславливает следующие характерные *черты технологического потока*:

- большое число факторов, влияющих на ход процессов, отсутствие контроля над частотой возмущающих воздействий;
- ограниченность теоретических представлений и неполнота информации о законах связи между параметрами процессов и их характеристиками;
- сравнительно медленное протекание процессов и значительное запаздывание во времени между контролем параметров на входе и их характеристик на выходе;
- сравнительно узкие пределы колебаний параметров процессов при установившемся режиме потока.

Для исследования режимов технологического потока перспективны методы статистического описания, дающие возможность, абстрагируясь от неизученной сущности процесса, оптимизировать его. При статистическом исследовании стохастических процессов можно использовать регрессивный анализ (базируется на обработке результатов так называемых «пассивных» экспериментов) и планирование многофакторного эксперимента.

Все модели разделяют на стационарные и нестационарные. В связи с этим различают статическую оптимизацию, с помощью которой решаются вопросы создания и реализации

оптимальной модели, и динамическую оптимизацию, цель которой – создание и реализация системы оптимального управления процессом.

Одной из особенностей математического моделирования при макроисследовании систем является то, что, в сущности, между исследователем и реальной системой возникает особое промежуточное звено – кибернетическая модель, несущая многоцелевую информацию о возможности управления объектом исследования.

Системный подход к исследованию непрерывных производственных процессов предполагает изучение их в линии как одного процесса, т. е. макроисследование, а затем по его результатам – микроисследование аппарата или машины.

Первый этап – определение и четкое формулирование цели исследования; выбор показателя эффективности линии; составление перечня факторов, действующих на технологический поток. Второй этап – представление технологического потока как системы процессов, т. е. создание операторной модели технологической системы. Третий этап – построение математической модели. Четвертый этап – анализ математической модели.

При создании конкретной системы выделяется функционально полный набор материальных, энергетических и информационных операторов, соответствующий системам рассматриваемого класса.

Формирование структуры системы осуществляется на основе принципов композиции и декомпозиции функций и структур различных подсистем. В настоящее время сам процесс проектирования сложных систем является несистемным.

При системном подходе моделирование строения объекта и моделирование его функций переплетаются. Такое моделирование становится эффективным средством познания закономерностей сложной целостной системы.

Графическое изображение технологического потока в виде системы процессов (рис. 8) стало возможным после привнесения в технологии пищевых продуктов идей системного анализа и системного синтеза, т. е. технологический поток, представляемый операторной моделью, есть результат системного рассмотрения технологии. На рис. 8 представлены потоки сырья, которые претерпевают самые разнообразные превращения, прежде чем стать готовой продукцией. Технологические подсистемы составляют автономные части (узлы) этих потоков. В каждом потоке имеются четыре-пять таких частей. Поток движется слева направо, причем он образуется значительным набором исходного сырья и материалов, а выход имеет, как правило, один. За пределы системы из подсистем выходят различные отходы и вода.

Подсистемы в большинстве производств связаны последовательно, хотя имеют и параллельные участки технологических потоков. Сами подсистемы представляют собой совокупность технологических операций в количестве от двух до пяти. Связь этих операций тесная и органична. Операции состоят из одного или нескольких типовых процессов. Входящий в операцию поток дозируется и претерпевает различные физические, химические и микробиологические превращения. Операция – минимальный носитель качества технологии, т. е. элемент системы. Вместе с тем она сама может рассматриваться как система, но другого качества. Выход последней операции каждой подсистемы представляет собой *точку контроля* качества соответствующей части технологического потока с целью управления им.

Таким образом, технологический поток выступает как целостная система. Если оценивать современные технологические потоки с точки зрения их качества, то следует сказать, что все они громоздки, в их основе лежат традиционные способы трансформации сырья в продукт, что влечет за собой их большую ресурсо- и энергоемкость. И здесь специалистам перерабатывающих отраслей предстоит провести большую работу для того, чтобы повысить уровень организации (целостности) технологических потоков как систем процессов.

Современные технологии перерабатывающих производств ориентированы на традиционное качество сельскохозяйственной продукции. Сложность этих технологий во многом обусловлена значительным диапазоном свойств продукции растениеводства и животноводства.

Концепция системности требует рассмотрения всего процесса производства пищевой продукции как системного комплекса, состоящего из системы производства и системы переработки сырья (рис. 9). В этом комплексе перерабатывающая часть должна выдвигать целый ряд требований к выходу производящей части (сырью), такие как стабильность свойств (размеров, формы, массы, химического состава и др.), простые условия разделения ценной части и сопутствующей, оптимальное соотношение содержания ценных и балластных веществ и др.

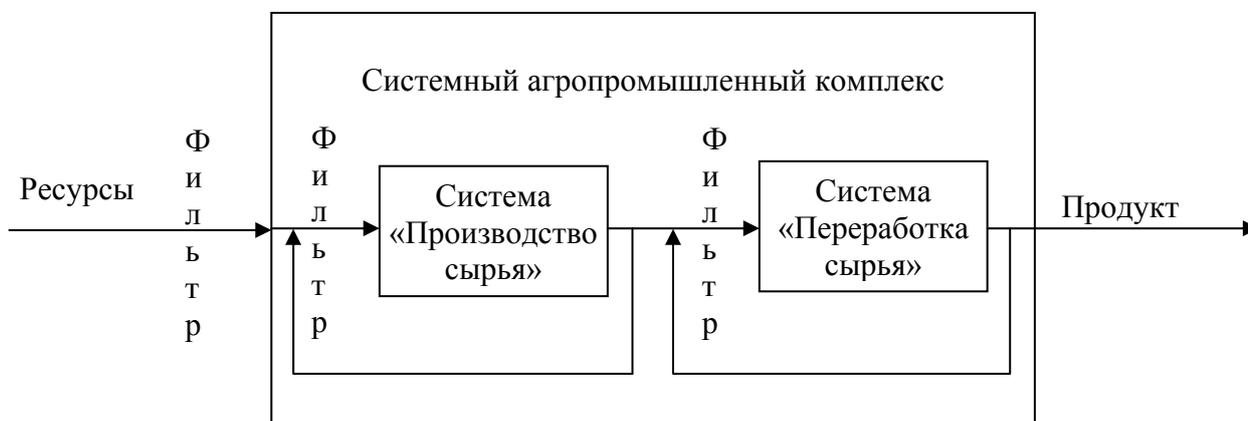


Рис. 9. Схема системного комплекса производства и переработки сельскохозяйственного сырья

Выполнение этих требований для конкретной перерабатывающей технологии позволит не только значительно упростить ее, но и создать более простые конструкции машин и аппаратов.

Особого внимания заслуживает технология хранения сельскохозяйственного сырья и частично или полностью переработанной продукции. Хранение сырья и продукции в замороженном и обезвоженном виде, в среде инертных газов, в специальных микроклиматических и других условиях представляет собой процесс, тесно связанный с предыдущими и последующими технологическими процессами. Это означает, что в системный комплекс производства и переработки сырья (рис. 9) входят и процессы хранения.

К процессам хранения может быть отнесена и упаковка пищевой продукции. Необходимо так упаковать продукты путем фасовки, розлива, укладки в тару, чтобы сохранить их не только в условиях склада, но и при доставке потребителю.

Таким образом, в обеспечении высокого качества взаимосвязи различных технологических систем заложены резервы эффективности производства продуктов питания.

#### Контрольные вопросы

1. Почему за элемент технологической системы принята технологическая операция?
2. Каким образом «устроен» и организован технологический поток как система процессов?
3. Каковы характерные черты функционально-структурного подхода к системному анализу технологического потока?
4. Каков порядок расчленения технологического потока в процессе его системного анализа?
5. Почему процедура системного анализа и системного синтеза дает наибольший эффект при изучении сложного объекта?
6. Почему процесс системного анализа и системного синтеза технологии является творческим процессом?
7. Каковы особенности моделирования строения и функций технологического потока как системы процессов?
8. Почему современные методы научных исследований и разработки технологий пищевых производств базируются на вероятностном, стохастическом описании процессов?
9. Какие аспекты технологического потока подчеркиваются при рассмотрении его как целостной системы процессов?
10. Каковы место и роль системы переработки сырья в агропромышленном комплексе производства пищевой продукции?

### Лекция 3. ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОТОКА

3.1. Функционирование технологического потока как системы процессов.

3.2. Эффективность, точность, устойчивость, управляемость и надежность технологического потока.

#### *3.1. Функционирование технологического потока как системы*

Для технологических систем характерен обмен информацией между компонентами системы, а также между системой в целом и окружающей ее средой. Не исследовав информационные процессы, невозможно получить достоверное знание о качестве функционирования системы, невозможно эффективно ею управлять.

Функция технологического потока представляет интегративную совокупность функций отдельных операций, образующих технологическую систему. Функции условно разделяют на основные и дополнительные. *Основные функции* соответствуют основному функциональному назначению системы и представляют собой совокупность макрофункций, реализуемых системой. Эти функции обуславливают существование систем определенного класса. *Дополнительные функции* расширяют функциональные возможности системы, сферу ее применения и способствуют улучшению показателей качества. Они рассматриваются как сервисные, повышающие эффективность и уровень эксплуатации системы. Деление на основные и дополнительные функции является условным.

Функции компонентов системы согласованы между собой во времени и в пространстве. Это выражается в том, что одни компоненты функционируют параллельно и одновременно, другие – последовательно, с некоторым интервалом времени. Каждый компонент работает на систему, и в этом смысле его функция целесообразна. Вместе с тем возможна относительная автономность компонентов по отношению к системе.

*Взаимосвязь, функции и структуры технологического потока.* Внешняя среда оказывает большое влияние на функционирование целостной технологической системы, поэтому следует учитывать зависимость ее свойств как от внутренних факторов (состава и структуры), так и от процессов, происходящих в окружающем ее пространстве.

Изменение внешних условий влечет за собой изменение функций системы. В хорошо организованных технологических системах при колебаниях внешних условий функция и структура не изменяются.

*Управление функционированием технологического потока.* Взаимодействие с неустойчивыми факторами среды всегда приводит к дезорганизации технологической системы. Поэтому важнейшую системообразующую роль играет управление, основанное на информационном взаимодействии элементов системы. Управление позволяет стабилизировать систему, поддерживать ее динамическое равновесие с внешней средой и обеспечивать достижение цели функционирования.

Технологическая система состоит из управляемой и управляющей подсистем. Управляемую часть системы составляют процессы в машинах и аппаратах, а управляющую – процессы, в основе которых лежат действия обслуживающего персонала.

#### *3.2. Эффективность, точность, устойчивость, управляемость и надежность технологического потока*

Научный и практический интерес представляют показатели эффективности технологического потока, такие как точность, устойчивость, надежность, и методы управляющих воздействий на технологический поток. Эффективность технологического потока определяется наиболее качественным, интенсивным и экономичным превращением сырья в гото-

вую продукцию. Количественную меру, характеризующую степень соответствия результатов функционирования системы целям, стоящим перед ней, называют *показателем эффективности функционирования системы*. Он должен объективно характеризовать систему, иметь прямую связь с целевым назначением системы, быть чувствительным к изменению основных параметров системы, быть достаточно простым, достаточно полно характеризовать качество работы системы, отражать все основные особенности и свойства системы, условия ее функционирования и взаимодействия с внешней средой. Показатель эффективности должен учитывать объем производства, качество продукции (поскольку с ними связаны цены), эксплуатационные и капитальные затраты.

Рассматривая проблему качества, следует подчеркнуть, что существуют не качества и не свойства, а только вещи, имеющие определенные свойства и качества. Общим для качества и свойства является то, что они характеризуют материальные вещи, существование которых не зависит от того, насколько познаны те или иные их свойства и качества. Качество и свойство принадлежат вещи, но свойство выражает какую-то одну ее сторону. Следовательно, свойство определяет какую-то сторону и качества, которое является обобщенной характеристикой вещи.

Качество не имеет прямых показателей, определив которые можно утверждать, что измерено качество. Существуют только косвенные показатели, характеризующие свойства. Определение качества заключается в диагностике его, т. е. в измерении косвенных показателей, наиболее полно характеризующих качество исследуемого объекта.

В зависимости от цели, для которой производится оценка качества, могут использоваться характеристики тех или иных свойств данного продукта. Правильный выбор свойств объекта, необходимых и достаточных для оценки его качества, существенно влияет на достоверность объективной информации о качестве объекта.

Отдельное свойство качества характеризуется абсолютным размером и составляет единичный показатель качества продукции. Количественную характеристику одного или нескольких свойств, входящих в состав качества продукции, называют относительным показателем качества.

Измерение и оценка уровня качества продукции по отдельным единичным показателям представляют собой дифференцированный метод. Используя его, можно обеспечивать заданный уровень качества путем включения в стандарты или технические условия определенной номенклатуры показателей, сравнивать качество однотипных изделий между собой и с эталонными или лучшими мировыми образцами, планировать повышение тех или иных показателей качества и т. д.

Однако этот метод дает возможность количественно оценивать только характеристики или показатели отдельных свойств, но не само качество. Поэтому возникает необходимость измерения качества продукции единым комплексным показателем, однозначно отражающим всю совокупность ее свойств. Это обеспечивается комплексным методом оценки качества. При комплексном методе оценки качества учитывают и соответствующий *коэффициент весомости* этого показателя, так как отдельные свойства неравнозначны по своей важности. Предложено три метода определения коэффициентов весомости: экспертный, стоимостный и статистический.

*Экспертный метод* представляет собой совокупность методов, основанных на усредненном учете мнения специалистов. Сущность *стоимостного метода* заключается в определении функциональной зависимости между коэффициентом весомости и денежными (или трудовыми) затратами, необходимыми для обеспечения существования данного свойства. В соответствии со статистическим методом коэффициент весомости принимается как некоторая функция от вероятности достижения каждым единичным показателем качества продукции. *Комплексный метод* представляет собой метод оценки уровня качества продукции с применением *обобщенного показателя* ее качества. Для получения обобщенного показателя качества рассчитывают взвешенные среднеарифметическое и среднегеометрическое значения по всей совокупности относительных показателей.

Качество пищевых продуктов оценивается сложным комплексом свойств, включающих как органолептические свойства, так и свойства, определяемые на основе объективных методов измерения. Органолептические свойства пищевых продуктов (вкус, запах, сочность, консистенция, зрелость, цвет и т. д.) оцениваются экспертным методом. При оценке качества пищевых продуктов объективные методы являются лишь полезным дополнением к органолептической оценке.

В настоящее время качество становится «объектом управления», т. е. речь идет о создании системы оптимизации качества, его планировании, управлении и регулировании непосредственно в процессе производства данной продукции.

На рис. 10 представлена схема, которая отражает процесс формирования качества продукции.

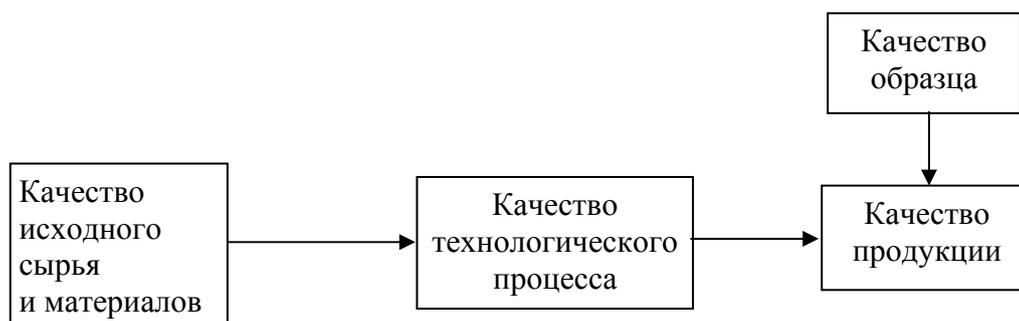


Рис. 10. Схема процесса формирования качества продукции

Свойства, характеризующие качество пищевой продукции, могут быть объединены в следующие группы:

*a* – свойства функционального назначения (пищевая ценность): калорийность, белковый состав, содержание углеводов, жиров и неорганических веществ;

*b* – свойства, характеризующие надежность: микробиологическая обсемененность, стойкость при хранении, прочностные свойства;

*c* – свойства эстетического содержания: интенсивность окраски и блеска в отраженном свете, правильность формы, четкость рисунка, соответствие внешнего оформления и размеров современным требованиям;

*d* – специфические свойства: консистенция, вкус, аромат.

*Показатель эффективности технологического потока.* Режим функционирования технологической системы оказывает влияние на уровень свойств групп *b*, *c*, *d* и не должен влиять на свойства группы *a*, так как они целиком зависят от качества сырья при данной рецептуре.

Из групп *b*, *c*, *d* наибольшую нестабильность имеют свойства, которые формируются в процессе образования отдельных предметов и доз. К таким свойствам следует отнести правильность формы, четкость рисунка, состояние поверхности, соотношение оболочки и начинки, геометрические размеры, прочность, массу предмета и дозы.

В связи с тем, что технологический поток, как и другие системы, функционирует в условиях действия случайных факторов, величины всех единичных показателей качества продукции являются случайными. Следовательно, показателем эффективности функционирования такой технологической системы должна стать комплексная оценка вероятностных характеристик этих величин.

*Погрешности технологического потока.* В показателях качества изделий наблюдается рассеяние значений контролируемых величин – *устраняемое и неизбежное*. Устраняемое рассеяние значений показателей качества – это систематическая погрешность производства, возникающая из-за использования нестандартных сырья и материалов, нарушения технологического режима при выполнении операций или осуществления их по недоработанной документации, из-за возникшей неисправности оборудования. Неизбежное рассеяние

значений показателей качества – это случайные погрешности производства, возникающие из-за колебания качества и количества сырья и материалов (в пределах допустимых отклонений), изменений в условиях производства.

Как правило, отклонение величин показателей качества продукции от стандарта является результатом наложения всех перечисленных выше погрешностей.

*Точность функционирования технологического потока* представляет собой степень соответствия поля рассеяния значений показателя качества продукции заданному полю допуска и его расположению. Точность характеризуют рядом количественных оценок.

Обобщенной оценкой точности производственного процесса является вероятность  $P$  выхода годных изделий, показатели качества которых находятся в пределах установленного поля допуска. Эта оценка носит название «процент выхода годных изделий» и является функцией систематической и случайной составляющих производственной погрешности.

Для оценки точности функционирования технологического потока с точки зрения действия систематических производственных погрешностей используется коэффициент смещения.

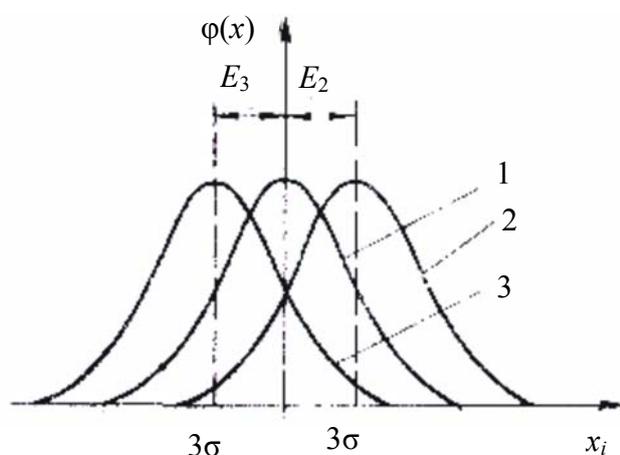


Рис. 11. Кривые нормальной плотности вероятности показателя качества изделий при различных значениях коэффициента смещения:  $E = 0$  (1);  $E > 0$  (2);  $E < 0$  (3)

На рис. 11 приведены распределения погрешностей показателя качества продукции, подчиняющихся нормальному закону при одинаковой случайной погрешности, но при разных значениях коэффициента смещения  $E$ . Чем ближе к нулю значение коэффициента смещения  $E$ , тем меньше влияние систематических погрешностей, т. е. тем выше точность функционирования технологического потока.

Точность функционирования технологического потока при действии случайной составляющей производственных погрешностей оценивается коэффициентом точности.

*Устойчивость технологического потока.* При оценке устойчивости используются выборки. Эти выборки дают

так называемые мгновенные распределения производственных погрешностей  $\varphi(x)$  значений  $x$  – случайной величины за достаточно малый промежуток времени  $\Delta t$ . В течение этого времени воздействие всех возмущающих факторов остается без изменений.

Об устойчивости функционирования технологического потока судят по точностной диаграмме, которая, в свою очередь, позволяет судить об устойчивости технологического процесса по интенсивности изменения центров группирования [функция  $a(t)$ ], средних квадратичных значений [функция  $b(t)$ ] и полей рассеяния [функция  $c(t)$ ] мгновенных распределений погрешностей показателей качества.

*Управляемость технологического потока.* Цель управления технологическим потоком заключается в необходимости обеспечения функционирования системы процессов, при котором ее выход, определяемый качеством продукции, находится в соответствующих пределах. Чаще говорят об управлении качеством продукции, а не об управлении системой, хотя управление качеством продукции осуществляется путем воздействия на технологическую систему.

Различают социальные и другие мероприятия по повышению качества продукции, в том числе статистические.

Управление технологическим потоком основано на анализе точности и устойчивости процессов путем применения *контрольных карт качества* (рис. 12), которые используются для эффективного управления производством продукции и прогнозирования брака.

Управление технологической системой заключается в интерпретации карт для обнаружения отклонений от нормальных эксплуатационных характеристик машин и аппаратов.

Анализ контрольной карты показывает, что она графически отражает изменение показателей качества продукции. Карта снабжена шкалой, на которой определены границы регулирования, предусматривающие применение статистических оценок и разделяющие зоны неизбежного и устранимого рассеяния измеряемых показателей.

Контрольные карты применяются также для анализа качества технологического потока – тогда они служат одним из эффективных методов совершенствования технологической системы.

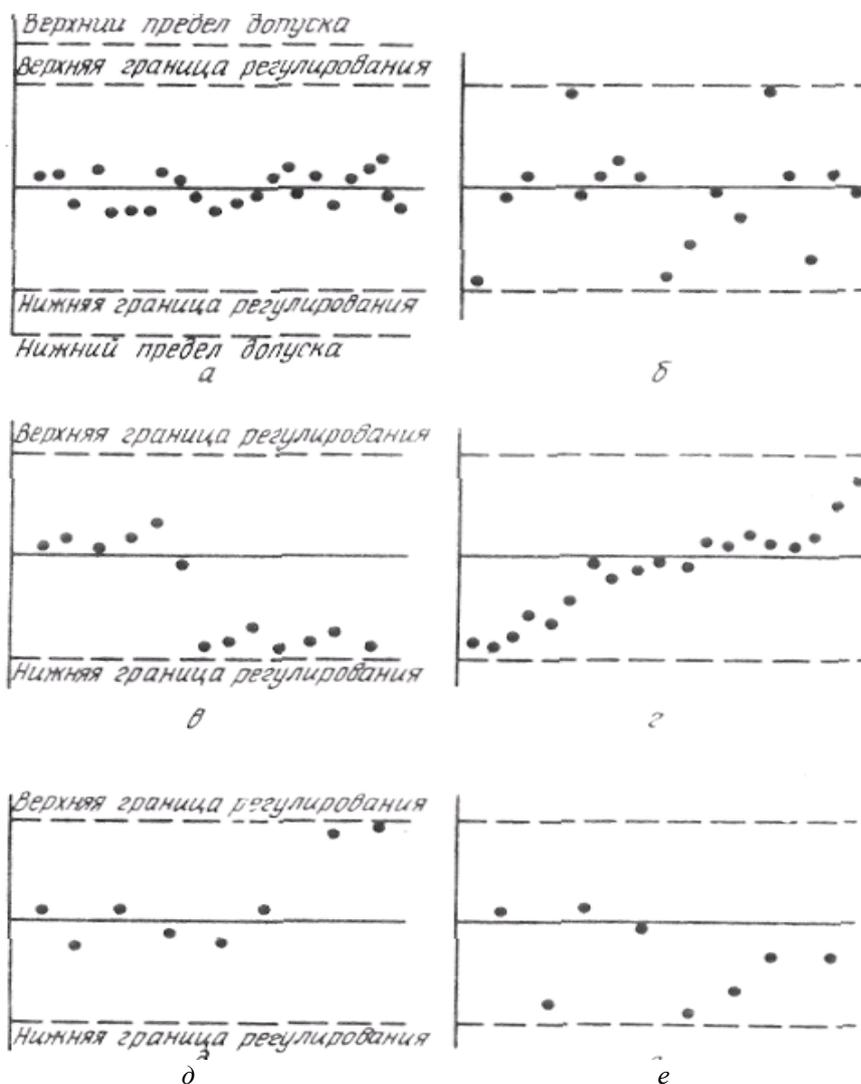


Рис. 12. Типичные контрольные карты качества функционирования технологической системы:  
 а – выпуск изделий в границах регулирования с большим запасом точности процесса;  
 б – выпуск изделий в границах регулирования; в – внезапное изменение уровня качества изделий;  
 г – постепенное изменение уровня качества изделий; д – две отметки показателя качества изделий  
 вблизи верхней границы регулирования; е – ряд последовательных точек показателя качества изделий  
 выше или ниже среднего значения

*Контрольные карты для оперативного управления потоком.* Контрольная карта предназначена для статистического регулирования только одного наиболее ответственного показателя качества продукции.

*Контрольные карты для стратегического управления потоком.* Вырабатываемая технологическим потоком информация может использоваться не только как инструмент оперативного управления, но и при принятии стратегических решений. Второе направле-

ние применения контрольных карт связано с так называемыми картами кумулятивных сумм (кусумм). В этих картах информация накапливается, что делает метод кумулятивных сумм чрезвычайно чувствительным к изменениям показателей технологического потока.

*Технологическая надежность потока* – это отказы, связанные с потерей свойств процессов в потоке. Данный показатель зависит от качества сырья, требований к продукции, условий эксплуатации оборудования линии, навыков обслуживающего персонала и других факторов. Таким образом, надежность технологического потока определяется его безотказностью, характеризующейся вероятностью безотказной работы и другими показателями.

*Методы повышения надежности технологического потока.* Существуют следующие группы методов повышения надежности технологической системы:

- резервирование объектов (структурное и временное);
- уменьшение значения параметра потока отказов.

В первой группе методов следует различать структурное и временное резервирование.

Структурное резервирование ведет к созданию системы, технологическая надежность которой выше, чем надежность составляющих ее элементов. В пищевой технологии структурное резервирование применяется на уровне операторов, составляющих подсистемы.

Временное резервирование реализуется двумя способами. *Первый* способ предполагает разработку объектов на большее значение производительности, чем требуется по расчету. Следовательно, элемент системы выполняет свою функцию за более короткий промежуток времени, чем это соответствует технологической инструкции. *Второй* способ предполагает установку на выходах подсистем резервуаров или бункеров для накопления промежуточных продуктов. Это позволяет нормально функционировать последующим подсистемам, даже если подсистемы до бункера-накопителя по той или иной причине отказали. В этом случае питание последующей части системы будет осуществляться из резервуара или бункера.

Возможно также комбинированное структурно-временное резервирование. При использовании структурного резерва значительно сокращается резерв времени, следовательно, и емкость промежуточных резервуаров. Вместе с тем наличие сравнительно небольшого временного резерва, обеспечиваемого бункером-накопителем, позволяет уменьшить кратность резервирования элементов системы. Под кратностью резервирования понимают отношение числа резервных элементов к числу основных (резервируемых) объектов.

Во второй группе методов повышения надежности можно выделить такой метод, как упрощение технологической системы. Упрощая систему, можно существенно повысить ее надежность, причем эффект тем больше, чем ниже надежность элементов и чем сложнее первоначальная система.

Следующий метод повышения надежности системы представляет собой выбор оптимальных параметров функционирования системы. Этого можно достичь, уменьшив вредное влияние окружающей среды, создав соответствующие гидродинамические и аэродинамические потоки обрабатываемой массы путем оптимизации значений ее температуры, влажности, давления, расхода и т. п. К этому методу можно отнести и концентрацию ряда технологических операций в одном аппарате, машине или агрегате с тем, чтобы устранить воздействие внешней среды на обрабатываемый продукт при передаче его от одной операции к другой.

Отказы элементов сложной технологической системы неравнозначны, поэтому для каждого элемента и каждой подсистемы должно быть установлено определенное значение показателя надежности. Проектировать технологические системы с ограниченным последствием отказов необходимо таким образом, чтобы отказ элементов не приводил к потере работоспособности системы.

Особое место среди методов, повышающих надежность функционирования технологических систем, занимает авторский надзор инженеров-технологов и конструкторов за качеством реализации технологических и проектных решений и за неукоснительным выполнением требований нормативной документации при монтаже и эксплуатации линий.

#### *Контрольные вопросы*

1. Почему функционирование технологического потока носит вероятностный характер?
2. Почему управление является важнейшим системообразующим фактором технологического потока?
3. Почему эффективность технологического потока есть вероятностная мера соответствия текущих характеристик качества продукции стандартным значениям?
4. Какой смысл вкладывается в понятия точности и устойчивости технологического потока?
5. В чем заключается физический смысл коэффициентов смещения и точности?
6. Каковы принципы статистического управления технологическим потоком?
7. В чем состоит принципиальное отличие традиционных контрольных карт от карт кумулятивных сумм?
8. Почему при оценке надежности объекта целесообразно формирование простейшего потока отказов?
9. Каков порядок обработки экспериментально полученной информации о надежности объекта?

## **Лекция 4. РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОТОКА**

4.1. Развитие технологического потока как системы процессов.

4.2. Целостность, стохастичность, чувствительность и противоречия технологического потока.

### ***4.1. Развитие технологического потока как системы процессов***

Развитие технологического потока есть комплекс разнохарактерных изменений, которые вызывают качественное преобразование всей системы в целом.

Создание нового технологического потока – это развитие под влиянием внутренних и внешних условий новых элементов, новых связей и даже новой структуры. Эти элементы и связи в сочетании с элементами старого вида образуют качественно новую технологическую систему, отличающуюся от старой наличием ряда функциональных особенностей.

Взаимоотношения функции и структуры в процессе развития характеризуются не только единством, но и противоречиями между ними.

Разрешение противоречий возможно также путем полного или частичного «сбрасывания» реализуемого набора функций. При этом структура, обычно несколько видоизмененная, может использоваться для реализации иной совокупности функций.

Современная технологическая система первоначально возникла из несистемных образований и постепенно приобретала собственные системные качества.

*Системное развитие технологического потока.* Процесс формирования новой технологической системы – естественный исторический процесс. Динамика этого процесса обусловлена объективными закономерностями развития перерабатывающих отраслей.

Технологическая система имеет свою историю, начало и конец, проходит стадии зарождения, становления и упадка. При этом важно различать развитие системы и системное развитие. Когда речь идет о развитии системы, то имеется в виду, что в ней происходят некоторые преобразования. Но это развитие может протекать бессистемно, когда один компонент опережает в своем развитии другой в ущерб ему, когда в структуре системы возникают диспропорции.

Системное развитие означает развитие организованное, программированное, когда изменение каждого элемента согласовано с изменением других элементов и системы в целом.

Системная точка зрения на технологический поток позволяет выяснить не только статику объекта, т. е. отличие данного объекта от множества других того же назначения, но и динамику объекта, т. е. переход объекта в различные состояния и превращения одного объекта в другой.

Наиболее эффективными и жизнеспособными являются те системы, в которых расширение функциональных возможностей элементов, находящихся на различных уровнях иерархии системы, опережает рост их сложности.

Многофункциональность можно определить в первом приближении как способность объекта реализовать неединичный набор функций. Многофункциональное использование элементов и многофункциональные элементы – два основных аспекта многофункциональности.

Создание высокоэффективных технологических систем исторически связано следующим образом: от первого аспекта ко второму, т. е. сознательному формированию многофункциональных модулей. Поэтому в современных условиях необходимо создавать многофункциональные машины и аппараты, переналаживаемые при изменении технологических процессов, видов выпускаемых изделий и производимых работ, а также широко применять при создании новых машин модульный принцип с использованием унифицированных узлов.

Весьма актуальной является перспектива автоматизации технологического потока. В настоящее время автоматизируются, как правило, процессы существующих технологий, что не всегда приводит к положительным результатам: увеличивается количество вспомогательных работ, численность персонала и т. д. Задача состоит в том, чтобы разрабатывать такие технологии, в основу которых заранее положены процессы с возможной автоматизацией.

*Перспектива адаптации технологического потока.* Адаптация производства и продукции является необходимой и важнейшей основой эффективного развития технологического потока. Адаптация в технологических системах представляет собой сложный процесс взаимного приспособления производства и продукции, обусловленный, с одной стороны, характером производственного потребления, с другой – спецификой той продукции, к изготовлению которой должны адаптироваться компоненты производства.

#### ***4.2. Целостность, стохастичность, чувствительность и противоречия технологического потока***

Технологические процессы в перерабатывающих отраслях, рассчитанные на выпуск большого количества одинаковых изделий, являются процессами массового производства. Основной технической характеристикой таких процессов является стабильность как фактор целостности системы.

Понятие стабильности более широкое, чем понятие устойчивости. Стабильный процесс – это процесс, утвердившийся на определенном уровне устойчивости. И если устойчивость характеризует качество функционирования системы, то стабильность характеризует уровень организованности, целостности, развития системы.

*Уровень целостности технологического потока.* Величина уровня целостности технологического потока во многом зависит от отрезка времени, за который производится диагностика, и поля допуска на выход подсистем. Чем меньше отрезок времени и шире поле допуска, тем выше, при прочих равных условиях, значение уровня целостности системы.

*Выбор направления развития технологического потока.* Не всякую линию, работающую сегодня в промышленности, целесообразно оснащать средствами автоматического регулирования и управления. Сначала надо установить величину уровня целостности линии и в соответствии с результатами исследования разработать программу ее развития. Величина уровня целостности может служить показателем готовности линии к приему средств автоматизации. В процессе развития технологических систем их уровень целостности повышается. Функциональная целостность системы рассматривается в ее отношении к внешней среде, структурная – в отношении к ее составным частям.

Повышение *функциональной* целостности технологических систем выражается в расширении функциональных возможностей системы, соответствующих требованиям внешней среды при минимальных усложнениях ее структурной организации. Повышение *структурной* целостности достигается уменьшением числа элементов и упрощением связей между ними, т. е. увеличением степени однородности структуры. Повышению структурной целостности способствует сокращение числа физических принципов, используемых для создания системы.

В процессе прогрессивного развития технологической системы повышается ее целостность, а сама она может перейти в подсистему более сложной системы. В конечном итоге повышение целостности может привести к трансформации системы в элемент, сохраняющий функциональные свойства системы.

Повышение уровня целостности системы приводит к снижению удельных затрат, необходимых для реализации единичной функции. Отметим также, что развитие всех систем происходит в направлении сокращения удельных габаритов и массы. Плохо организованная система вследствие огромного количества системоразрушающих факторов очень затрудняет работу по ее усовершенствованию. Но и чрезмерно организованная система с высоким уровнем целостности снижает возможности по ее усовершенствованию.

Целостность – важнейшая характеристика технологического потока, отражающая меру организованности, системности технологии. Целостность оценивается в результате диагностики (эксперимента на линии). Численное значение уровня целостности позволяет сделать достоверный вывод о целесообразном направлении развития линии, в результате чего уровень целостности должен возрасти. Эти направления связаны с совершенствованием самой технологии, оборудования и средств автоматизации.

*Стохастичность технологического потока* присуща любой технологии. Практический интерес представляет уровень стохастичности, который оценивается рядом характеристик распределений величин выхода отдельных подсистем. В технологических системах целесообразность в развитии возникает при определенном соотношении годной и дефектной продукции на выходе подсистем и системы в целом.

*Качество связей в технологическом потоке.* Вероятностный «образ жизни» технологического потока является следствием наложения и пересечения большого количества входных, управляющих и возмущающих факторов. Ввиду того что количество факторов, влияющих на выход подсистемы, обычно велико (более 10), отбор наиболее значимых проводят в два этапа, используя на первом этапе метод априорного ранжирования факторов, а на втором – разведывательные однофакторные эксперименты с тщательным анализом их результатов.

Метод *априорного ранжирования* факторов применяется в тех случаях, когда круг факторов нужно сузить с 15–20 до 5–10. Априорное ранжирование факторов и однофакторные эксперименты нужно рассматривать как сбор информации о процессе на линии и как обязательный подготовительный период к выполнению в кратчайшее время и с наименьшими затратами многофакторного эксперимента в условиях производства. Стохастическая связь обнаруживается лишь при массовом изучении признаков и проявляется в том, что одна случайная величина реагирует на изменения другой изменениями своего распределения.

Анализ результатов проведенных однофакторных экспериментов дает возможность установить закон распределения случайных величин, оценить статистическую однородность данных, полученных в разное время и на разных режимах работы линии, а также методическую погрешность опытов. Все это позволяет объективно оценить достоверность результатов эксперимента.

Эксперимент в условиях массового производства связан с выборкой объектов (например, отформованных изделий, порций массы или доз жидкости), по которой нужно сделать заключение об изучаемой совокупности. Результаты изучения выборки переносят на всю совокупность, если она достаточна по объему и качественно однородна.

Принятая система отбора должна быть случайной во времени и пространстве, чтобы исключить периодичность в распределении изучаемых признаков. В противном случае структура выборки не будет отражать структуру совокупности. Собранный материал будет искажен, смещен, и его нельзя будет обрабатывать статистически.

*Оценка качества связей в технологическом потоке.* Каждый из факторов устанавливается поочередно на верхний и нижний уровни. Значения уровней берутся крайними из тех, которые эти факторы принимают при номинальном режиме работы линии. Стохастическая связь между выходом и входом подсистемы выражается в том, что каждому новому значению входа соответствует распределение случайной величины выхода.

*Уровень стохастичности связей в технологическом потоке.* Наиболее простым и имеющим важное практическое значение видом стохастических связей является корреляционная связь между двумя случайными величинами, выражающаяся в том, что на изменение одной случайной величины другая случайная величина реагирует изменением своего математического ожидания или среднего значения. Понятие корреляционной связи является более узким, чем понятие стохастической связи.

*Чувствительность технологического потока.* Оценка чувствительности процесса в линии связана с изучением реакции технологической системы на изменение управляющих параметров. Это позволяет целенаправленно изменять их, для того чтобы критерий качества продукта стремился к необходимому экстремуму. Поэтому методы теории чувствительности являются необходимым аппаратом при совершенствовании технологических систем. Цель методов – определить чувствительность исследуемого процесса, которая выражается с помощью коэффициентов влияния.

*Мера чувствительности технологического потока.* Производственный процесс всегда протекает с погрешностями относительно идеального технологического процесса. Погрешность состояния производственного процесса вызывается тремя группами ошибок:

- ограниченными возможностями предприятия по поддержанию рекомендованных режимов эксплуатации оборудования, воздействием климатических условий цеха, несоответствием рабочих характеристик требуемым и др.;
- погрешностями в дозировании и качестве сырья;
- ошибками управления производственным процессом, обусловленными несовершенством процессов в машинах и аппаратах.

Для вычисления составляющей ошибки управления необходимо знать погрешность в параметре и коэффициент влияния, который и является мерой чувствительности элемента технологической системы к вариациям управляющих параметров.

*Оценка коэффициентов влияния.* Установить коэффициенты влияния можно, используя рациональные методы математического моделирования технологических процессов. В условиях действующих поточных линий задача заключается в том, чтобы по данным наблюдений о входах и выходах объекта построить его модель. Входные и выходные переменные объекта носят случайный характер, в связи с чем для обработки экспериментальных данных привлекаются статистические модели и конечный результат исследования получается в форме вероятностно-статистических оценок. Решение задачи может быть найдено применением двух различных стратегий: активным и пассивным экспериментами.

При цели снизить чувствительность процесса в машине или аппарате путем адаптации конструкций их рабочих органов выбирают в качестве целевой функции статистическую характеристику рассеяния показателя качества выхода данного процесса (например, среднее квадратичное отклонение). Снижение чувствительности процессов в машинах и аппаратах к колебаниям входных параметров и защита производственных процессов от факторов внешней среды – необходимые условия для уменьшения колебания параметров выхода процессов. Развитие поточных линий пищевых производств связано, в частности, со снижением чувствительности процессов к колебаниям входных параметров в ведущем оборудовании, т. е. к реакции процесса на внешние воздействия.

*Противоречия технологического потока.* Каждая технологическая система содержит определенное единство противоположностей – источник дальнейшего развития. Основное противоречие всей системы порождает «дерево противоречий», отражающее противоречие отдельных уровней функционально-структурной организации системы.

Противоречие каждого уровня системы представляет собой противоречие между функциями, реализуемыми на данном уровне, и структурной организацией соответствующего уровня, т. е. является противоречием между формой и содержанием этого уровня системы. Противоречия на различных уровнях системной организации образуют многоуровневую, иерархическую систему противоречий – «дерево противоречий» системы. Целью анализа узких мест в системе является поиск ключевых противоречий, возникающих при создании новой системы.

При создании новых технологических систем необходимо делать упор на качество и оригинальность технических решений, простоту их реализации. Необходимо учитывать, что простые системы создать труднее, чем сложные, но эффект от их реализации окупает все затраты.

Проблема преодоления противоречий разрешается уменьшением количественных характеристик его противоречий. Это может быть достигнуто, например, за счет создания многофункциональных частей технологического потока, использования нетрадиционных способов подвода энергии к обрабатываемому сырью, новых способов превращения сырья в продукт.

Часть системы (подсистема, элемент), изменение или определенное состояние которой связывает между собой положительный и нежелательный эффекты, может быть названа *узлом противоречия*. Основное техническое противоречие в технологической системе, которое может разрешаться на разных уровнях, заключается в снижении качества продукции при увеличении производительности поточной линии.

*Закономерности в разрешении противоречий технологического потока.* «Дерево противоречий» является программным документом для разработки системы. На основе противоречий определяются требования к функциональным и конструктивным модулям системы, которые позволяют рассмотреть возможность применения модулей аналогичного (близкого) функционального назначения, используемых не только в родственных, но и в смежных системах.

При разработке технологической системы реализация заданных функций должна осуществляться на основе минимального числа многофункциональных модулей.

Диалектическая противоречивость взаимоотношения функции и структуры (содержания и формы) особенно отчетливо обнаруживается в процессах становления и развития сложных систем, обладающих четко выраженной целостностью.

*Основные закономерности технологического потока.* Строение технологической системы как совокупности элементов и связей, образующих структуру, требует определенной целостности. Достигнуть этого можно, располагая элементами, которые характеризуют технологические операции, обусловленные спецификой физико-химических и микробиологических процессов и конструкцией рабочих органов машин и аппаратов; связями (материальные, энергетические и информационные потоки в производственном процессе); структурой, которую олицетворяет технология производства.

Для функционирования технологической системы необходимо сохранить уровень ее целостности, обусловленный противодействием системосохраняющих и системоразрушающих факторов: элементов (осуществлять технологические операции с допустимыми отклонениями выходов физико-химических и микробиологических процессов), связей (поддерживать величины материальных, энергетических и информационных потоков на определенном уровне) и структуры (обеспечивать пространственно-временную организацию технологии).

Для развития технологической системы необходимо повышать уровень ее целостности за счет совершенствования элементов (снижать чувствительность физико-химических

и микробиологических процессов к колебаниям входных параметров путем адаптации конструкций рабочих органов машин и аппаратов), связей (повышать эффективность материальных, энергетических и прежде всего информационных потоков путем автоматизации производственного процесса), структуры (упрощать и адаптировать технологии).

Закономерности функционирования и развития технологической системы нельзя противопоставлять. Они органически взаимосвязаны и реализуют их взаимодействие, обеспечивая тем самым прогресс в технологии и технике. Познание закономерностей функционирования позволяет раскрыть закономерности развития технологической системы.

Функционирование – это источник и основа развития системы, поскольку именно на стадии функционирования возникают предпосылки и возможности для перехода системы на более высокую ступень ее совершенствования.

Познание закономерности строения, функционирования и развития в их единстве и взаимосвязи позволяет осуществлять качественные преобразования технологической системы на основе присущих ей глубоких объективных тенденций. Знание закономерностей технологической системы дает возможность обеспечить ее оптимальное функционирование при сохранении на длительный период присущей ей качественной специфики. Необходимо различать и размежевывать закономерности функционирования и закономерности развития технологических систем.

Закономерности функционирования отражают структуру системы, состав и взаимодействие ее элементов, пространственно-временные связи между элементами системы, процессы взаимодействия системы с внешней средой.

Закономерности развития характеризуют механизмы качественного преобразования систем определенного класса и позволяют определить путь качественного преобразования систем определенного функционального назначения, научно обосновать прогноз их развития и правильно организовать этапы проектирования, создания, эксплуатации и снятия их с производства. Знание закономерностей развития технологических систем помогает сформулировать концепцию разработки систем – перейти к созданию «развивающихся», наращиваемых систем, а также систем с адаптационно-перестраиваемой функционально-структурной организацией. «Саморазвитие» технологической системы возможно при повышении степени адаптации системы к воздействиям внешней среды, а также при повышении эффективности ее функционирования.

#### *Контрольные вопросы*

1. Каковы закономерности процесса развития технологического потока как системы?
2. Каковы характерные черты технологических систем, перспективных с точки зрения развития?
3. Что вы понимаете под стабильностью функционирования подсистемы? Каковы методы ее оценки?
4. Каким образом в выражении для оценки уровня целостности системы находит отражение ее структура?
5. В чем конкретно проявляется стохастичность технологического потока и каким образом можно оценить ее снижение или увеличение?
6. Что такое коэффициент корреляции и в каких пределах он изменяется?
7. Какая величина является мерой чувствительности технологического потока, операции, процесса?
8. Почему развитие технологического потока связано, в частности, с понижением чувствительности процессов в машинах и аппаратах?
9. Что вы понимаете под техническим противоречием технологического потока?
10. Почему развитие технологической линии диалектически связано с разрешением одного или нескольких технических противоречий?

## Лекция 5. ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЮ МЯСНЫХ, РЫБНЫХ И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

- 5.1. Характеристика мяса животных и птиц.
- 5.2. Характеристика гидробионтов.
- 5.3. Характеристика молока.

### 5.1. Характеристика мяса животных и птиц

Ткани мяса классифицируют по их промышленному значению: мышечная, соединительная, жировая и костная.

*Мышечная ткань* представляет собой сочетание мышечных волокон, объединенных в первичные, вторичные, третичные и другие пучки, которые образуют мускулы (рис. 13, 14). Она содержит 72–75% воды, 16–22% белка, 0,3–3,5% липидов, 0,8–1,8% минеральных веществ, а также почти все водорастворимые витамины (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР, пантотеновая кислота, С, В<sub>12</sub>, холин), в малых количествах соли калия, кальция, натрия, цинка, магния, железа и др., а также сероводород. Железо входит в состав миоглобина, обуславливающего естественную пурпурно-красную окраску мяса. Сероводород влияет в основном на формирование запаха. Количество его резко возрастает при порче мяса.

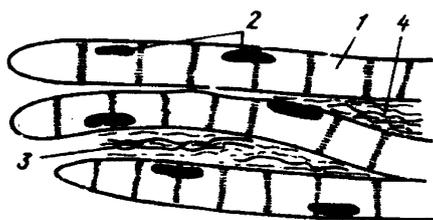


Рис. 13. Строение мышечной ткани:  
1 – мышечная клетка (волокно);  
2 – ядра; 3 – межклеточное вещество;  
4 – волокна межклеточного вещества

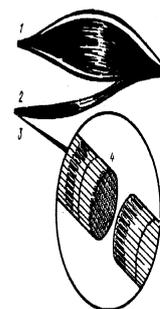


Рис. 14. Строение мускула:  
1 – мышца; 2 – мышечный пучок;  
3 – одиночное волокно; 4 – вид мышечного  
волокна в электронном микроскопе

Основной элемент мышечной ткани – мышечное волокно. Оно представляет собой многоядерную клетку (длиной до 12 см), покрытую эластичной оболочкой – сарколеммой. Внутри мышечного волокна в жидкой саркоплазме располагаются активные сократительные элементы – миофибриллы.

*Белки мышечной ткани* подразделяются на саркоплазматические (миоген, глобулин X, миоальбумин, миоглобин), миофибрилярные (миозин, актин, актомиозин, тропомиозин, тропонин) и белки стромы (коллаген и эластин).

Большинство белков мышечной ткани сбалансированы по аминокислотному составу, что определяет их высокую пищевую ценность. Они имеют хорошую растворимость, от которой зависит степень выраженности технологических свойств. Другими словами, белковые вещества мышечной ткани не только влияют на пищевую и биологическую ценность мяса, но и определяют состояние физико-химических, структурно-механических и технологических показателей сырья (липкость, вязкость, водосвязывающую способность, pH и т. д.) и готовой продукции (сочность, нежность, выход).

*Вода*, входящая в состав мышечной ткани, не только является растворителем реагирующих веществ, но и сама участвует во многих реакциях обмена. В тканях вода находится как в прочно связанной форме, главным образом с белками, так и в слабосвязанном состоянии (6–15% массы ткани).

*Липиды мышечной ткани* входят в структурные элементы мышечного волокна. Их роль состоит в проявлении активности ряда ферментов, выполнении роли энергетического материала – резерва, выделяющего при окислении энергию. Содержание липидов зависит от состояния животного, его вида, возраста, пола, условий содержания.

*Углеводы мышечной ткани* представлены в основном гликогеном – важнейшим источником энергии. Распад гликогена в послеубойный период обуславливает такие биохимические изменения мяса, как посмертное окоченение, созревание. Часть гликогена связана с белками мышечного волокна, часть находится в свободном состоянии.

*Азотистые экстрактивные вещества* мяса подразделяют на две группы: вещества первой группы при жизни животных выполняют специфические функции в процессе обмена веществ и энергии, вещества второй группы представляют собой промежуточные продукты обмена веществ. После убоя животного азотистые экстрактивные вещества и продукты их распада участвуют в создании специфического запаха и вкуса созревшего мяса.

В *соединительной ткани* мяса содержится 57,6–62,9% воды, 33,4–41,5% белковых веществ, 1,0–1,1% жира, 0,3–0,9% экстрактивных веществ, 0,5% неорганических веществ. Соединительная ткань представляет собой систему, состоящую из однородного аморфного межклеточного вещества, тончайших волокон (коллагеновых, эластиновых, ретикулиновых) и клеток. Основу соединительной ткани составляют коллагеновые и эластиновые волокна. Химический состав, пищевая ценность и промышленное значение соединительной ткани зависят главным образом от их количественного соотношения. В целом соединительная ткань, органически входящая в состав мяса, уменьшает его пищевую ценность.

Разновидностью соединительной ткани является кровь, которая состоит из клеток. Эти клетки находятся в жидкой плазме. Клетки крови называют форменными элементами. К ним относят эритроциты, лейкоциты, тромбоциты. При обескровливании животных извлекают 50–60% крови, остальная часть остается в составе мясной туши и внутренних органов. Цельную кровь убойных животных составляют 79,1–82,1% воды, 16,4–18,9% белков, 0,3–0,4% липидов, а также витамины, углеводы и минеральные вещества. В производстве используют цельную кровь, плазму (кровь без форменных элементов) и сыворотку (плазму без фибриногена).

*Жировая ткань* представляет собой разновидность соединительной ткани, клетки которой содержат значительное количество (до 90%) жира. В состав жировой ткани входят также белки (0,34–7,2%), ферменты, витамины и минеральные вещества. Содержание их зависит от вида, породы, возраста, пола и упитанности животного, а также анатомического происхождения ткани. Жировая ткань, входящая в состав мяса, подразделяется на поверхностную и межмышечную. Межмышечная жировая ткань находится в прослойках внутримышечной соединительной ткани или является частью мышечного волокна. Основной частью жировой ткани является жировая клетчатка. Она представляет собой тонкую соединительную оболочку, заполненную жиром и водой и расположенную в бесформенном основном веществе ткани. Размеры жировых клеток достигают 70–120 мкм. Содержимое жировой клетки называют жировой каплей.

Белковые вещества жировой ткани представлены в основном коллагеном и эластином, образующими стенки клеток тканей. Из ферментов практическое значение имеет липаза, присутствие которой ускоряет процесс гидролиза жира. Жировая ткань содержит жирорастворимые витамины (А, Д, Е, К) и минеральные вещества (К, Na, Mg, Fe и др.).

*Костная ткань* характеризуется большой твердостью и упругостью, что обусловлено своеобразным сочетанием органической основы с минеральными солями. В состав костной ткани входит 13,8–44,4% воды, 32–32,8% белка (коллагена), 28–53% минеральных веществ, 1,3–26,9% жира. Главным органическим компонентом основного вещества кости является коллаген (оссеин), на долю которого приходится 95% общего количества белков. Пучки коллагеновых волокон образуют трубчатую структуру кости. Она заполнена минеральными солями (фосфатом и карбонатом кальция) и находится в твердом состоянии. Жировые клетки и вода внедрены в систему самой кости и являются основной составной частью костного мозга.

Кость в промышленности используют для получения костного жира, бульонов, желатина.

*Хрящевая ткань* состоит из коллагеновых и эластиновых волокон, связанных основным межклеточным веществом. В хрящевой ткани содержится 40–70% воды, 17–20% белков, 3–5% жира, 2–10% минеральных веществ, 1% углеводов. Белки, входящие в состав хрящевой ткани, неполноценны, поэтому не имеют большого промышленного значения.

*Мясо.* Качество мяса, его пищевая ценность и некоторые органолептические показатели тесно связаны со свойствами и количественными соотношениями тканей, что, в свою очередь, зависит от таких факторов, как вид, порода, пол, возраст и упитанность, условия откорма и содержания животных, анатомическое происхождение мяса.

Мясо различных животных и птиц неодинаково по содержанию в нем белковых веществ, жиров и воды. Неоднороден аминокислотный состав белков мышечной ткани, неодинакова степень перевариваемости белков пищеварительными ферментами в желудочно-кишечном тракте. Различные виды мяса отличаются содержанием и составом экстрактивных веществ, которые влияют на специфичность вкуса мяса. Химический состав мяса зависит от пола животного: как правило, в мясе самок содержится больше белка и жира и меньше воды, чем в мясе самцов.

Но даже у животных одной породы и пола химический состав мяса меняется в зависимости от возраста и упитанности. С возрастом мясо становится грубее (сухим и жестким) в результате увеличения размеров мышечных волокон и количества соединительной ткани. Мясо молодых животных более светлое, имеет менее интенсивный запах и менее выраженный вкус по сравнению с мясом взрослых животных.

При жизни животного части его тела несут разную нагрузку, поэтому соотношение мышечной и соединительной ткани в туше различно. Лучшие сорта мяса расположены в спинной части животного: чем ближе к голове и ниже от спины, тем ниже сорт.

На качество мяса влияет способ его обработки: хорошо обескровленное, в меру остывшее охлажденное мясо вкуснее, нежнее, ароматнее, мягче, чем размороженное.

*Говядина.* В зависимости от упитанности крупного рогатого скота различают говядину I и II категорий. Упитанность определяют по степени развития мускулатуры и отложению жира (наружным осмотром и ощупыванием в принятых местах). Говядина содержит 18,9–20,2% белков, 7,0–12,4% жира, 67,7–71,7% воды. Цвет ее зависит от возраста, пола и вида скота. Более светлые мышцы находятся в бедренной и спинной части туш. Для говядины характерна сравнительно грубая зернистость и ясно выраженная мраморность, т. е. прослойки жировой ткани на поперечном разрезе мышц. Жировая ткань имеет твердую крупитчатую консистенцию, окрашена в светло-желтый цвет различных оттенков (от кремово-белого до интенсивно-желтого) и имеет своеобразный запах.

*Свинина* содержит 11,4–16,4% белков, 27,8–49,3% жира, 38,7–51,8% воды. Она имеет более нежную мышечную ткань, более легкоплавкий жир, чем говядина, розово-красный цвет. Жировая ткань – молочно-белого цвета, иногда розоватого оттенка, почти без запаха. По степени упитанности свинину подразделяют на жирную, беконную и мясную. Упитанность определяют по толщине подкожного жира (шпика) без шкуры возле спинных отростков между 6-м и 7-м позвонками. У жирной свинины толщина шпика составляет 4,0 см и больше, беконной – 2,0–4,0 см, мясной – 1,5–4,0 см. Свинину, не отвечающую этим требованиям, относят к тощей. Свинину, с поверхности которой удален жир, называют обрезной.

*Баранина.* В зависимости от упитанности ее подразделяют на мясо I и II категории и тощую баранину. Баранина содержит 16,3–20,8% белков, 9–15,3% жира, 67,6–69,3% воды. Цвет мяса – кирпично-красный, оттенки зависят от возраста и упитанности животного. На разрезе мясо обладает тонкой и густой зернистостью, мраморности нет. Жировая ткань твердая, плотная, матово-белого цвета, иногда с чуть желтоватым оттенком. Сырая баранина обладает острым специфическим запахом, который сохраняется и после термообработки.

*Конина* содержит 19,5–20,9% белков, 4,1–9,9% жира, 69,6–73,9% воды. Цвет – темно-красный, вкус и запах специфический, приятный, имеется сладковатый привкус. Жир – белого или желтовато-оранжевого цвета, с большим содержанием ненасыщенных жирных

кислот. Волокна мышечной ткани грубее и толще, чем у говядины. В зависимости от упитанности конину делят на I и II категории.

*Оленина* содержит 19,5–21% белков, 4,5–8,5% жира, 71–73% воды. По вкусовым свойствам незначительно отличается от говядины (олени получают подкормку). У диких оленей мясо имеет специфический вкус, зависящий от характера питания. Оленина – нежная, нежирная, значительно темнее говядины. Различают оленину I и II категории.

*Мясо кроликов* содержит 20,7–23% белков, 9–12,9% жира, 65–69% воды. Вкус приятный, нежный. Легко поддается обработке и легко усваивается организмом человека. Различают крольчатину I и II категории.

*Мясо птицы.* Состав зависит от вида (куриное, утиное, гусиное, индюшачье мясо, дичь), возраста и упитанности птицы. Наибольшей жирностью отличается мясо уток, гусей, наименьшей – мясо индеек, дичь.

*Субпродукты.* В зависимости от особенностей состава и свойств, а также вкусовых и кулинарных достоинств субпродукты делят на две категории. К субпродуктам первой категории относят печень, почки, языки, мозги, сердце, диафрагму и вымя. К субпродуктам второй категории – рубец, пикальное мясо, мясная обрезь, головы, легкие, трахеи, свиные ноги, путовый сустав, уши, губы, мясокостные хвосты. По химическому составу некоторые субпродукты (почки, печень, легкое, сердце, язык) близки к мясу и содержат примерно одинаковое с ним количество белков. В зависимости от строения и особенностей обработки субпродукты подразделяют на мясокостные, мякотные, шерстные и слизистые.

*Кровь* представляет собой густую непрозрачную жидкость интенсивно-красного цвета с солоноватым вкусом. Она содержит полноценные белки, поэтому хранят ее при температуре не выше 4°C в течение не более 8 часов с момента сбора крови, консервированную плазму, содержащую 9–10% поваренной соли, – не более 5 суток, мороженую – при температуре не выше 8°C и не более 6 месяцев.

В связи с наличием в плазме крови структурирующего белка фибриногена, который способен под действием ионов кальция образовывать гелеподобные системы, обладающие высокой водо- и жиропоглощительной способностью, плазму крови рассматривают как важную технологическую добавку при производстве комбинированных мясопродуктов («Фарш особый», «Фарш колбасный», «Крем мясной»).

## 5.2. Характеристика гидробионтов

Ткани тела рыбы и состоящие из них органы различны по своему строению и химическому составу и представляют собой неоднородное пищевое и техническое сырье.

Основными соединениями, из которых построены ткани и органы рыб, являются вода, белки, липиды и минеральные вещества. Кроме них в состав рыбы входят в незначительных количествах важные и разнообразные по составу и свойствам продукты белкового и липидного обмена, углеводы и продукты их обмена, витамины, гормоны, ферменты, красящие вещества. Отдельные химические соединения распределены в органах и тканях рыбы неравномерно (табл. 3).

Таблица 3

Содержание отдельных веществ в различных частях тела рыбы, %

Части тела рыбы	Вода	Белковые вещества	Липиды	Минеральные вещества
1	2	3	4	5
Мышечная ткань	80,8	17,6	0,3	1,2
Кожа	69,2	27,4	0,4	3,0
Голова	79,0	14,6	0,4	6,0
Кости	74,0	15,0	0,5	10,5

1	2	3	4	5
Плавники	73,0	15,7	1,2	8,8
Икра	75,8	20,0	1,8	1,3
Молоки	84,5	12,4	1,5	1,6
Печень	27,5	5,3	65,8	0,4

Мышечная ткань, в отличие от других частей тела рыбы, содержит значительное количество белковых веществ и воды, но меньше минеральных веществ. Особенно значительным колебаниям подвержено содержание липидов (0,2–20% и более).

По сравнению с мышечной тканью в икре содержится гораздо больше азотистых веществ, меньше воды и минеральных веществ. Количество азотистых веществ составляет в среднем 26–28%, воды – 55–75%. Содержание жира в икре составляет в среднем 1–2%, а в икре некоторых видов – 14–15%. Минеральных веществ в икре содержится больше, чем в мышечной ткани рыбы (в среднем 1,5–2,0%).

Молоки по сравнению с икрой более обводнены (содержание воды составляет 60–80%). В них меньше азотистых веществ (12–18%). Жира в них содержится столько же, сколько в икре.

Печень рыбы содержит мало белковых веществ и много липидов. В костях рыб отмечают значительное количество минеральных веществ, липидов и азотистых веществ.

Кожа рыб отличается от мышечной ткани более низким содержанием воды (60–70%) и максимальным содержанием азотистых веществ.

Для внутренностей рыб (пищевода, желудка, кишечника, почек, поджелудочной железы и др.) характерны значительные колебания содержания жира (до 80%) и воды (50–80%).

В плазме крови содержатся вода, белки, соли и конечные продукты обмена веществ. Органические вещества крови рыб составляют до 7,0%, из них большая часть представлена белками. Содержание минеральных веществ составляет 1,3–1,8% массы крови. В эритроцитах рыб содержится примерно 60% воды и 40% сухого остатка, в котором почти 95% гемоглобина и 5% других белков, а также липидов. В лейкоцитах содержится большое количество протеолитических и липолитических ферментов.

### 5.3. Характеристика молока

Питательная ценность молока и молочных продуктов определяется содержанием в них белков, жиров, витаминов и минеральных солей. В молоке содержится около 100 различных ценных для организма веществ: более 20 аминокислот белка, около 25 жирных кислот, 30 минеральных солей, 20 различных витаминов, очень важные для обмена веществ ферменты, гормоны и т. д. Эти необходимые для жизни вещества содержатся в молоке в наилучших сочетаниях.

Калорийностью, или теплотворной способностью, обладают только сухие вещества продуктов, т. е. белки, жиры и углеводы. Молоко является продуктом с относительно небольшой калорийностью, так как в нем содержится в среднем до 87,5% воды, несколько больше 3,0% белка, 3,7% жира и 4,5% углеводов (молочного сахара).

Один литр молока дает организму около 600 ккал, что составляет около 20% суточной нормы для взрослого человека в возрасте 45 лет при весе 80 кг, росте 175 см, занятого легким физическим или умственным трудом. В пище такого человека ежедневно должно содержаться 100 г белка, 100 г жиров, 450 г углеводов, 800 мг кальция, 1600 мг фосфора и 15 мг железа.

Один литр молока или 100 г молочных продуктов могут в значительной степени удовлетворить потребности организма в основных пищевых веществах.

Что касается витаминов, потребность в которых исчисляется в тысячных долях грамма, то их в молоке и молочных продуктах также содержится достаточное количество, за исключением аскорбиновой кислоты. Так, в литре цельного молока в среднем обнаруживают 0,24 мг витамина А, 0,45 мг витамина В<sub>1</sub>, 1,33 мг витамина В<sub>2</sub>, 1,58 мг витамина РР и 13,7 мг витамина С.

Сливочное масло, сливки и сметана богаты жирорастворимыми витаминами: в 1 кг сливочного масла содержится 4,87 мг витамина А, 3,85 мг витамина Е; в 1 кг сметаны – по 2,5 мг обоих витаминов. Почти такое же количество их содержится в сливках. Сыры богаты витаминами группы В.

Все это свидетельствует о высокой питательной, а также лечебной ценности молочных продуктов. Следует также учесть, что молоко и молочные продукты, употребляемые совместно с другой пищей, улучшают усвоение растительных белков хлеба, овощей, растительных жиров, обогащают пищу минеральными солями и делают ее более вкусной и питательной. Этому способствует также более легкая усвояемость молока и молочных продуктов по сравнению с другими продуктами, требующими гораздо большей затраты энергии для переваривания.

Несмотря на большой процент воды в цельном молоке, оно как источник энергии богаче многих других продуктов. Сравните количество килокалорий в 100 мл молока и в 100 г овощей или фруктов: 62 – в молоке, 15 – в огурцах, 27 – в капусте, 36 – в моркови, 48 – в яблоках. Более высокая калорийность молока по сравнению с овощами объясняется тем, что в составе молока есть жир, которого нет в овощах и фруктах и который обладает большей теплотворной способностью. Поэтому молочные продукты с большим содержанием жира (сливки, сметана, сыр и масло) являются высококалорийными продуктами. Так, 100 г сливочного масла дают организму 734 ккал энергии, 100 г сыра – 350–400 ккал. Творог же, особенно нежирный – относительно малокалорийный продукт (75 ккал в 100 г продукта). Это, однако, ничуть не умаляет роли творога и молока в питании, скорее наоборот – они являются весьма ценными продуктами, особенно для тех, чей пищевой рацион должен иметь небольшую калорийность, т. е. для лиц, занятых умственной работой, и для пожилых людей. Кроме того, обезжиренное молоко и творог позволяют значительно разнообразить пищу, что совершенно необходимо при организации разумного питания.

Белки молока наиболее ценны, так как в них имеются все жизненно важные аминокислоты. Содержание таких незаменимых аминокислот, как триптофан, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин и валин, в белке молока значительно выше не только по сравнению с белками растительных продуктов, но и по сравнению с белками мяса и рыбы. Лизина в белке молока несколько меньше, чем в говядине или треске, однако больше, чем в белке яйца.

В белках растительных продуктов содержатся не все аминокислоты. В них отсутствуют или имеются в недостаточном количестве многие незаменимые аминокислоты: лизин, триптофан и др. Незаменимые аминокислоты, необходимые организму, человек должен получать с пищей, так как сам организм их не создает. Именно поэтому мясо, рыба и молочные продукты должны быть неотъемлемой частью пищевого рациона.

*Белки молока* состоят из трех основных видов: казеина, альбумина и глобулина. На долю казеина приходится более 80% общего количества белков молока. Частицы казеина связаны с кальцием и фосфором. При скисании молока образующаяся молочная кислота отщепляет часть кальция и освободившийся казеин выпадает в виде хлопьевидного сгустка. Альбумина в молоке в пять раз меньше, чем казеина. В альбумине много серы, а также больше, чем в казеине, дефицитных аминокислот – лизина и триптофана. Альбумин почти полностью свертывается при температуре выше 70°С. После кипячения белый осадок на дне посуды состоит преимущественно из альбумина. Длительное кипячение молока нежелательно, так как оно приводит к уменьшению ценных пищевых веществ. В молоке содержится всего около 0,1% глобулина, и кроме него, жизненно необходимые аминокислоты – лизин, метионин и др. Считают, что глобулин обладает антибиотическими, т. е. бактерицидными, свойствами.

*Молочный жир.* Наряду с белками в молоке содержится значительное количество жира – от 35 до 41 г в 1 л, т. е. в среднем 3,7%. Молочный жир находится в молоке в виде мельчайших шариков, которые так малы, что могут быть видны только под микроскопом. В молочный жир входят необходимые для нормализации обмена веществ в организме соединения (фосфатиды, немного холестерина). В молочном жире содержатся жирорастворимые витамины А, Е, D и К.

Поскольку температура плавления молочного жира (26–32°C) ниже температуры человеческого тела и значительно ниже по сравнению с говяжьим, свиным и бараньим жиром, он легко всасывается, быстро переваривается и хорошо усваивается организмом. Когда цельное молоко отстоится, то жир, как более легкий, всплывает, и его можно слить, откуда и пошло название «сливки».

*Молочный сахар,* составляющий в молоке 4,5%, придает ему сладковатый вкус. Питательное значение молочного сахара определяется тем, что он, всасываясь, становится источником мышечной энергии, а в кишечнике благоприятствует развитию продуктов молочнокислого брожения, тормозящих вредные для человека гнилостные процессы.

*Минеральные соли.* Все необходимые организму минеральные соли кальция, фосфора, магния, железа, натрия и другие находятся в молоке в легкоусвояемой форме. Для нормального обмена веществ в организме необходимо, чтобы кальций и фосфор содержались в пище в соотношении 1 : 2 (на 100 мг кальция 200 мг фосфора). Между тем в хлебе содержится фосфора в 5 раз больше, чем кальция, а в мясе – в 15–20 раз. Только в молоке кальция на 25% больше, чем фосфора. Поэтому без молока и молочных продуктов нельзя построить пищевой рацион с содержанием кальция и фосфора в требуемых пропорциях. Только значительное потребление молока, а также творога и сыра, в которых кальция больше, чем фосфора, обеспечивает необходимое соотношение между этими минеральными компонентами.

Приведенные характеристики физико-химических особенностей молочных продуктов далеко не исчерпывают перечень всех полезных для организма пищевых веществ, содержащихся в молоке. Содержание кальция в молоке и его благоприятное соотношение с фосфором является особенностью молочных продуктов, отличающей их от других животных и растительных продуктов. В молоке и молочных продуктах есть не только кальций и фосфор, но и многие другие микроэлементы, которые также имеют значение для нормального обмена веществ и жизнедеятельности организма. К таким микроэлементам относятся магний, железо, марганец, кобальт и др.

В рациональном наборе продуктов за счет молока и продуктов его переработки в организм поступает одна треть необходимого количества витамина А и 40% витамина В<sub>2</sub> (рибофлавина). Состав витаминов в молоке почти постоянен в течение круглого года, что очень существенно.

*Ферменты и прочие вещества.* Кроме указанных пищевых веществ в молоке содержатся в небольших количествах ферменты, способствующие лучшему пищеварению и обмену веществ. Например, липаза расщепляет жир, амилаза – крахмал, лактаза – молочный сахар и т. д.

Большую роль играют и содержащиеся в молоке так называемые иммунные тела, которые повышают устойчивость организма к инфекционным заболеваниям, что особенно важно для детей, не переболевших детскими болезнями.

В молоке имеются газы в виде следов, а также пигменты каротиноиды, из которых в организме человека образуется витамин А.

*Коровье молоко.* Население крупных городов страны потребляет коровье молоко, обработанное на молочных заводах, что обеспечивает доброкачественность этого продукта для массового потребления.

В государственных стандартах предусмотрены требования, которым должно удовлетворять молоко, поступающее в торговую сеть. В цельном молоке должно содержаться не менее 3,2% жира и 8% сухого обезжиренного остатка. Кислотность его допускается не

выше 21°Т (Гернера) для бутылочного молока и 22°Т для молока во флягах. В молоке не должно быть постороннего привкуса и запаха.

Наиболее полноценным по химическому составу является свежее, только что выдоенное сырое молоко, которое обладает бактерицидными свойствами. Бактерицидные свойства свежесвыдоенного молока, однако, непродолжительны и зависят от температуры охлаждения молока. Даже охлажденное до 8–10°С молоко теряет бактерицидные свойства через 24 ч, а молоко, хранящееся при комнатной температуре, становится средой, благоприятной для развития микроорганизмов, через несколько часов после доения.

Кипячение и пастеризация молока, т. е. нагревание до температуры 65–95°С, хотя и снижает содержание в нем витаминов А, В<sub>2</sub> и РР на 5–10%, а витамина С – на 10–30%, являются обязательными, потому что при этом убиваются все вредные микроорганизмы и молоко можно пить, не опасаясь неприятных последствий. Охлажденное кипяченое и пастеризованное молоко сохраняется в 1,5–2,0 раза дольше, чем сырое.

Повторное кипячение пастеризованного молока, выпускаемого в продажу в стеклянной или бумажной таре, нежелательно, потому что оно снижает питательную ценность молока на 7–8% из-за частичного разрушения витаминов и ферментов, а также изменяет структуру белков.

Стерилизация молока, проводимая при температуре 120–135°С, обеспечивает высокую стойкость его при хранении в неохлажденном помещении в течение нескольких месяцев, но разрушает больше витаминов. Вместе с тем стерилизованное молоко лучше усваивается благодаря гомогенности жира и более однородной, тонкой структуре белка. Несколько повышенная вязкость его улучшает вкусовые свойства и придает продукту привкус слаботопленного молока.

*Восстановленное молоко.* Зимой, когда надои снижаются и на молочные заводы поступает меньше натурального молока, выпускается в продажу молоко, восстановленное из сухого цельного молока. В восстановленном молоке сохраняются все питательные вещества натурального молока, в том числе и витамины. Поскольку сухое молоко вырабатывается главным образом летом, когда в натуральном молоке содержится больше витаминов, чем в молоке зимних удоев, восстановленное молоко по своей питательной ценности практически не уступает свежему молоку.

*Козье молоко.* В ряде районов нашей страны широко используется в питании молоко коз. Оно легко усваивается организмом и содержит несколько больше альбумина и глобулина, чем коровье. Частицы казеина, а также жировые шарики в нем мельче, чем в коровьем молоке, поэтому козье молоко используется для кормления детей грудного возраста как заменитель материнского молока. В среднем в нем содержится более 3,8% жира, 3,0% белка. Качество козьего молока, и прежде всего его вкусовые свойства, зависят от ухода за козой и условий ее содержания. Если соблюдаются необходимые санитарно-гигиенические условия при доении козы, то оно не имеет специфического запаха и по вкусу не отличается от коровьего молока.

*Овечье молоко.* Молоко овец калорийнее коровьего молока. В нем содержится в среднем 5,6% жира и 4,2% белка – почти в два раза больше, чем в коровьем молоке. Из-за специфического вкуса и запаха значительная часть овечьего молока используется в питании после переработки и изготовления из него овечьего сыра – брынзы.

*Кобылье молоко.* Это наименее калорийное молоко – содержит всего 447 ккал в 1 л, что объясняется меньшим содержанием жира (2,2%). Однако благодаря низкой кислотности, высокому содержанию витамина С (в 10 раз больше, чем в коровьем молоке), молочного сахара, альбумина и глобулина кумыс, приготовленный из кобыльего молока, является весьма ценным лечебно-диетическим продуктом. Жидкая консистенция кумыса объясняется тем, что казеин выпадает в осадок в виде очень мелких нежных хлопьев.

*Олень молоко.* Это молоко хорошо знают северные народы. Оно в 4 раза калорийнее коровьего: среднее содержание жира – 22,0%, белка – 10%.

*Верблюжье молоко.* По составу и пищевой ценности оно приближается к коровьему. Особенностью верблюжьего молока является высокое содержание жира (4–5% и более), а также солей кальция и фосфора.

*Контрольные вопросы*

1. Охарактеризуйте виды мясного сырья: говядину, свинину, баранину, телятину, мясо птицы.
2. Каковы химический состав, пищевая и биологическая ценность мяса?
3. Перечислите физические свойства мяса.
4. Охарактеризуйте химический состав рыбного сырья, массовый состав рыбного сырья, химический состав молока.

## **Лекция 6. ВВЕДЕНИЕ В ХОЛОДИЛЬНУЮ ТЕХНОЛОГИЮ ПРОДУКТОВ ИЗ ЖИВОТНОГО СЫРЬЯ**

- 6.1. Теоретические основы холодильной обработки.
- 6.2. Охлаждение пищевого сырья и готовой продукции.
- 6.3. Замораживание пищевого сырья и готовой продукции.
- 6.4. Размораживание (дефростация) пищевого сырья.

### ***6.1. Теоретические основы холодильной обработки***

Основной причиной порчи сырья и готовой продукции является развитие на их поверхности микроорганизмов и действие протеолитических и липолитических ферментов. Микроорганизмы и ферменты воздействуют на белки и жиры и разлагают их на составные части (аминокислоты, жирные кислоты и продукты их распада), что вызывает размягчение консистенции сырья или продукции, появление неприятного запаха. Большинство гнилостных микроорганизмов прекращают свое развитие при температуре, близкой к 0°C, а при температуре около 8°C снижается и активность ферментов.

Сущность охлаждения состоит в быстром снижении температуры сырья до минус 1°C в центре туши, рыбы, блока масла и т. п., а затем последующем хранении при температуре 0 – минус 1°C (начало замерзания тканевого сока). В этих условиях существенно снижается активность тканевых ферментов, а у большинства микроорганизмов, в том числе у многих видов гнилостных бактерий, резко замедляется или совсем прекращается жизнедеятельность. Однако в охлажденной продукции продолжают идти ферментативные процессы. Микроорганизмы медленно развиваются, в результате чего через некоторое время продукция начинает портиться. Следовательно, охлаждение ведет к замедлению, но не к прекращению процессов порчи охлажденного сырья. Срок хранения охлажденной продукции составляет от 36 ч до 15–20 суток.

*Способы охлаждения* подразделяются в зависимости от применяемого хладагента, в качестве которого чаще всего используют воздух, лед, воду, растворы солей, пары жидкого азота.

*Охлаждение воздухом* производят в аппаратах с усиленной циркуляцией воздуха при минус 3°C и влажности 95–98%. Предварительно продукцию раскладывают на специальных стеллажах или подвешивают на рамах, перемещающихся на роликах по подвесным путям.

*Охлаждение в жидких средах* осуществляют путем погружения сырья или продукта в охлажденную до 0°C воду или растворы хлористого натрия и хлористого кальция (соотно-

шение раствора и продукта составляет 1 : 1–1 : 3). Чем ниже температура раствора, тем быстрее охладится продукт. Чтобы не произошло частичного замораживания сырья при использовании низкотемпературных охлаждающих растворов (минус 10 – минус 15°C), используют специальные расчетные формулы, учитывающие соотношение продукта и раствора, их начальные температуры, с тем чтобы в конце процесса охлаждения образовалась равновесная система с температурой 1 – минус 1°C. Преимуществом охлаждения в жидких средах является более высокая по сравнению с охлаждением воздухом скорость понижения температуры продукта, а недостатком – возможность просаливания поверхностных слоев продукта.

*Охлаждение льдом.* Для охлаждения используют мелкодробленый или чешуйчатый лед, который приготавливают в льдогенераторах. Охлаждение осуществляют в специальных пластмассовых контейнерах емкостью до 30 кг, куда вместе с продуктом добавляют лед в количестве 35–50% к массе продукта. Охлажденную продукцию хранят в холодильных камерах при температуре 1 – минус 1°C.

*Охлаждение с использованием жидкого азота.* Данный способ является разновидностью воздушного охлаждения и состоит в том, что в составе воздушной охлаждающей смеси присутствуют пары жидкого азота. Охлаждение продукта происходит очень быстро. Кроме того, жидкий азот действует как антисептик, уничтожая микробные клетки.

## **6.2. Охлаждение пищевого сырья и готовой продукции**

*Охлаждение мяса теплокровных животных.* Мясо в зависимости от температуры и обработки холодом бывает парное, не отдавшее после убоя теплоты, остывшее – охлажденное при температуре окружающего воздуха выше 0°C, охлажденное – имеющее температуру, близкую к температуре заморозания 0 – минус 4°C, мороженое – имеющее в толще температуру ниже минус 6°C.

Охлаждение мяса (туши или полутуши) производят главным образом воздушным способом с усиленной циркуляцией воздуха повышенной влажности (воздушные оросительные установки). Температура в камере перед загрузкой должна быть около минус 5°C, влажность воздуха – 95–98%. К концу охлаждения температура повышается до минус 1°C, влажность – до 90–92%, при этом мясо покрывается сухой корочкой и имеет температуру 2–4°C. Продолжительность охлаждения зависит от упитанности животного, размера туш, режима охлаждения и составляет 24–28 ч. При охлаждении теряется около 1,5% массы туши. Хранение охлажденного мяса осуществляют в подвешенном состоянии при температуре окружающего воздуха 1 – минус 1°C и относительной влажности воздуха 85% в течение 20 суток.

*Охлаждение битой птицы* производят на воздухе водоледяной смесью или охлажденной до 0°C водой. Наиболее эффективным с точки зрения условий теплопередачи, затрат труда, времени и возможности создания поточного технологического процесса является метод погружного охлаждения в водоледяной смеси или охлажденной воде. Для охлаждения тушек птицы этим способом используют танки, ванны или барабаны. Продолжительность охлаждения колеблется от 0,5 до 2,0 ч, в то время как при охлаждении на воздухе она достигает 24 ч и более. Разновидностью погружного метода является охлаждение птицы охлажденной водой путем орошения тушек через распыляющие форсунки. Существенным преимуществом этого способа является значительное снижение общей бактериальной обсемененности поверхности продукта по сравнению с погружным методом. Однако при этом отмечается большой расход воды. При температуре распыляемой воды 0°C на каждую тушку расходуется около 12 л. Срок хранения охлажденной птицы, упакованной в ящики массой по 10–12 кг при температуре воздуха 0–4°C и относительной влажности 80–85%, составляет 4–5 суток.

*Охлаждение рыбного сырья.* Для охлаждения рыбного сырья обычно используют в качестве охлаждающих сред воду, растворы солей натрия и кальция, лед, реже – пары

жидкого азота. Наиболее распространенным способом является охлаждение рыбы льдом в ящиках. Для этого свежельовленную рыбу помещают прямо на борту судна в ящик, пересыпают льдом и складывают в трюме.

После доставки на берег рыбу в тех же ящиках транспортируют к местам обработки или реализации. Данная схема работает только при прибрежном лове, так как длительность хранения охлажденного рыбного сырья в летнее время составляет 4–8, а в зимнее – 7–12 суток. Использование жидкого азота позволяет увеличить срок хранения охлажденной рыбы до 15–20 суток.

*Охлаждение молока.* Свежельоденное молоко обладает бактерицидной активностью, т. е. способностью в определенный период (бактерицидная фаза) подавлять развитие попавших в него микроорганизмов. Бактерицидные вещества поступают из крови животного в молочную железу. К ним относят иммуноглобулины (антитела), лейкоциты, лизоцим, лактенины и др. Эти вещества разрушают бактерии, попавшие в молоко из окружающего воздуха при нарушении гигиенических требований при выдое (необработанное вымя коров, доильное оборудование, молокопроводы и т. п.). Эти вещества имеют большое значение для организма человека, так как повышают иммунитет организма. Неохлажденное молоко теряет после доения свои бактерицидные свойства через 2–3 ч, а следовательно, и биологически активные вещества и лечебные свойства. Продолжительность бактерицидной фазы молока зависит от быстроты его охлаждения (чем быстрее молоко будет охлаждено, тем дольше сохраняются бактерицидные свойства) и от температуры, до которой оно охлаждено. При быстром охлаждении молока до 10°C бактерицидная фаза длится 24 ч, до 6°C – 36 ч, до 2°C – 48 ч. Таким образом, при быстром охлаждении (не более 2–3 ч) молока на ферме до 2°C оно может храниться при данной температуре в течение двух суток без снижения своих качественных показателей. Этому времени достаточно для доставки молока на перерабатывающие комбинаты, его обработку и направление на выпуск продукции. С целью интенсификации процесса охлаждения молока возможно использование жидкого азота.

Для увеличения срока хранения молока и доведения его до состояния готового продукта молоко подвергают пастеризации, т. е. тепловой обработке при температуре (76±2)°C в течение 15–20 с и немедленном охлаждении до 4–6°C. Пастеризация обеспечивает уничтожение вегетативной микрофлоры молока. Срок хранения пастеризованного молока составляет 36 ч при температуре 0±8°C.

### **6.3. Замораживание пищевого сырья и готовой продукции**

Сроки хранения охлажденного сырья ограничены (от 2 до 20 суток в зависимости от вида сырья и других факторов) и являются недостаточными для его доставки на отдаленные пищевые перерабатывающие предприятия или пункты реализации. Для увеличения сроков хранения сырья и готовой продукции (на основе рыбы, мяса, а также молока – животное масло, творог), создания их резервных запасов, обеспечения транспортировки на дальние расстояния при максимально возможном сохранении их свойств применяют замораживание.

*Замораживание* – физический способ консервирования, основанный на принципе термоанабиоза, при котором температура продукта быстро понижается от первоначальной (может колебаться в среднем от 20 до 0°C) до температуры ниже криоскопической (в среднем минус 12 – минус 20°C). При этом большая часть воды, содержащейся в тканях, превращается в лед. В результате снижается активность ферментов и практически прекращается жизнедеятельность всех основных групп микроорганизмов (особенно гнилостных бактерий) в связи с нарушением нормального процесса питания, так как питательные вещества проникают в бактериальную клетку через ее оболочку, а переносчиком этих веществ является тканевый сок.

Низкие отрицательные температуры вызывают гибель только части микроорганизмов. Другие микроорганизмы образуют споры и переходят в анабиотическое состояние.

Кроме того, имеются холодоустойчивые (психрофильные) группы бактерий, которые не снижают своей активности в условиях низких температур. Также низкие температуры не инактивируют полностью протеолитические и липолитические ферменты, которые, воздействуя на белки и липиды, нарушают структуру продукта. Все это приводит к тому, что даже замороженное сырье имеет ограниченный срок хранения, хотя и более длительный, чем охлажденное.

Процесс замораживания состоит из трех этапов:

- охлаждение до криоскопической температуры;
- льдообразование;
- понижение температуры до заданного значения (рис. 15).

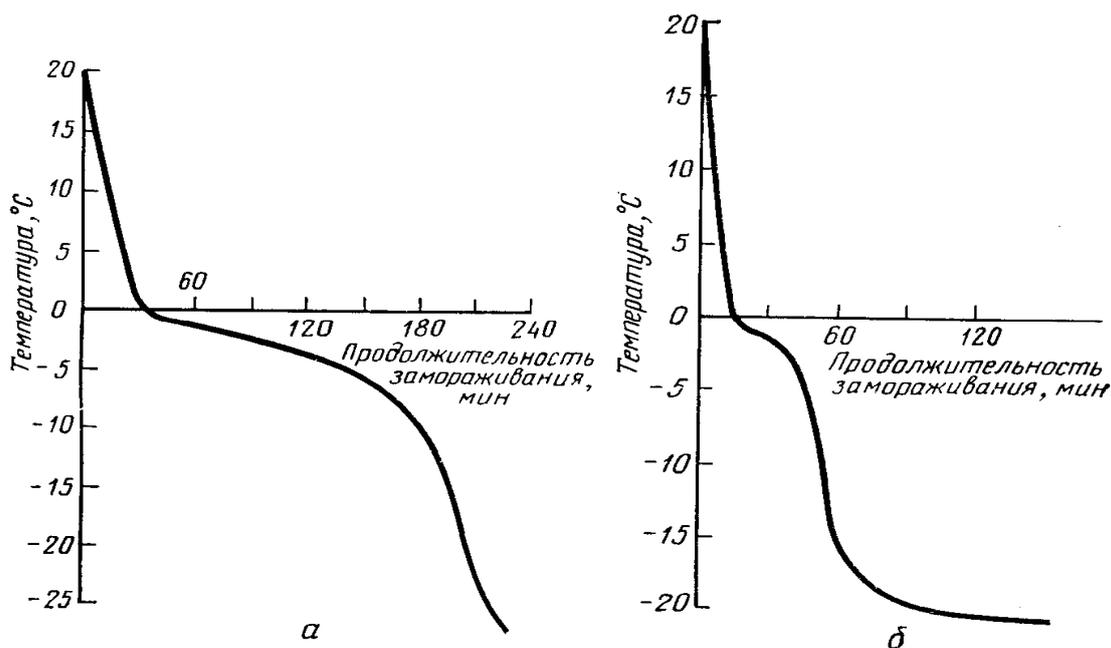


Рис. 15. Кривые медленного (а) и быстрого (б) замораживания

Сырье (рыба, мясо теплокровных животных) или готовая продукция перед замораживанием имеют температуру, которая выше криоскопической. На первом этапе замораживания температура продукта снижается до криоскопической, причем предпочтительнее более высокая скорость охлаждения.

Второй этап замораживания начинается с замерзания внешнего слоя продукта, причем понижение его температуры резко замедляется вследствие выделения теплоты кристаллизации и составляет 0 – минус 2°C. После образования первых кристаллов возникают другие и происходит рост уже образовавшихся кристаллов, так как поверхности их служат местом образования новой фазы. В первую очередь кристаллы образуются в межклеточном пространстве и между волокнами, где тканевый сок имеет более низкую концентрацию. При замораживании тканевого сока из него в виде льда выделяется сначала вода, которая в результате диффузионно-осмотического процесса перемещается из волокон и клеток в пространство между ними, что способствует образованию крупных кристаллов льда, которые могут повреждать ткань. Вследствие этого при последующем размораживании структура ткани не восстанавливается полностью.

Повреждение структуры ткани кристаллами льда при медленном замораживании необратимо – оно стимулирует окислительные и гидролитические реакции и влияет на ферментативные процессы. При быстром замораживании образуются мелкие, равномерно распределенные в ткани кристаллы. Интенсивность отвода тепла при этом должна быть высокой, а длительность данного этапа – минимальной (рис. 15).

Третий этап начинается при температуре минус 2 – минус 5°C и заканчивается по достижении конечной температуры замораживания (минус 12 – минус 20°C). При температуре минус 5°C практически завершается процесс вымораживания воды. При этом в интервале температур от минус 2 до минус 5°C происходит активная денатурация белка. Чтобы свести к минимуму денатурационные изменения, необходимо как можно быстрее пройти эту зону температур, что достигается быстрым замораживанием. Замораживание производят различными способами.

*Замораживание с помощью естественного холода* – это наиболее простой и доступный способ замораживания, который используют в широтах с устойчивой отрицательной температурой (не выше минус 10°C). При хранении сырья или готовой продукции в условиях естественных низких отрицательных температур в наибольшей степени сохраняются нативные (первоначальные) свойства продукта.

*Воздушное замораживание в искусственных условиях.* Этот способ заключается в замораживании сырья или готовой продукции на стеллажах, изготовленных из труб, по которым циркулирует хладагент (аммиак, фреон). Стеллажи размещены в камерах, изолированных от внешних теплопритоков, при этом в камере температура не должна быть выше минус 28°C.

Разновидностью данного способа является замораживание продукта в морозильных камерах с естественной и активной принудительной циркуляцией воздуха при температуре около минус 30°C. Длительность замораживания в первом случае составляет более двух суток, во втором – от 18 до 36 ч.

В связи с тем что замораживание данным способом происходит медленно, его используют редко. Замораживание при активной циркуляции воздуха применяют при обработке туш и полутуш крупного рогатого скота, свиней, реже – крупных видов рыб.

*Воздушное замораживание в скороморозильных аппаратах.* Данный способ заключается в замораживании продукта в специальных закрывающихся блок-формах с ребристой наружной поверхностью, охлаждаемых воздухом (при температуре минус 40°C), движущимся со скоростью 5 м/с. Эти условия обеспечивают быстрое замораживание продукта (в течение 3–5 ч). Замораживание по этому принципу осуществляется в установках камерного (периодического действия) или туннельного (непрерывного действия) типа (рис. 17).

*Замораживание в жидких средах.* В качестве хладагента используют растворы хлористого натрия или хлористого кальция. Способ заключается в погружении продукта в ванну, заполненную непрерывно охлаждаемым раствором соли (рассолом). Преимуществом рассольного замораживания является высокий коэффициент теплоотдачи в жидкость и сравнительно простая конструкция аппарата. На практике широко используют бесконтактное замораживание в жидких средах, т. е. продукт перед замораживанием предварительно упаковывают в различные полимерные пленки. Особенно целесообразен этот способ для замораживания продуктов неправильной геометрической формы (например, тушек птицы). Он позволяет значительно интенсифицировать процесс, механизировать и автоматизировать его.

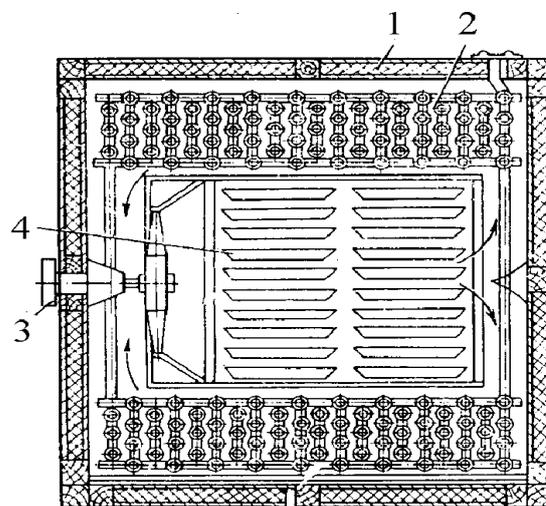


Рис. 16. Морозильный аппарат шкафного типа: 1 – морозильный шкаф; 2 – охлаждающие батареи; 3 – вентилятор с электродвигателем; 4 – противни с продуктом

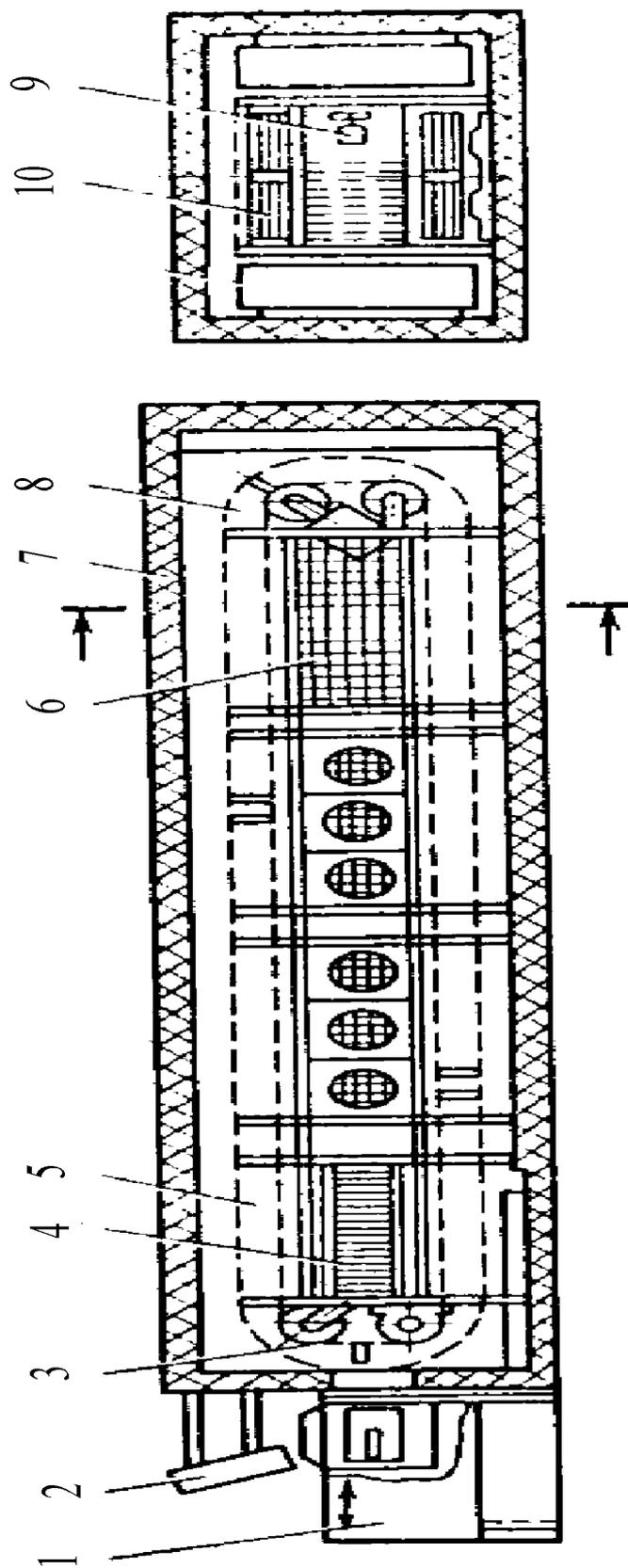


Рис. 17. Конвейерный морозильный аппарат LVN 25-1 «Кюльвавтомат»:  
 1 – загрузочно-разгрузочное устройство; 2 – щит управления; 3 – приводная станция; 4 – гладкотрубные охлаждающие батареи;  
 5 – конвейерная цепь; 6 – оребренные охлаждающие батареи; 7 – теплоизолированный корпус; 8 – поворотное устройство;  
 9 – вентилятор; 10 – двери в проходе

*Замораживание с помощью жидкого азота.* В последние годы для замораживания пищевых продуктов широко используются криогенные жидкости, имеющие низкие температуры испарения (жидкий азот с температурой испарения минус 196°С). Применение жидкого азота в качестве охлаждающего агента позволяет в значительной степени повысить скорость замораживания и снизить его продолжительность. Если при традиционных способах замораживания длительность процесса составляет несколько часов, то при использовании жидкого азота она сокращается от нескольких минут до получаса. Высокая скорость замораживания позволяет получать замороженные продукты более высокого качества, обладающие повышенной стойкостью при хранении. Сохранение качества продукта сопровождается уменьшением потерь клеточных соков при размораживании, меньшей степенью денатурации белковых веществ и т. д.

Схема аппарата для криогенного замораживания пищевых продуктов приведена на рис. 18.

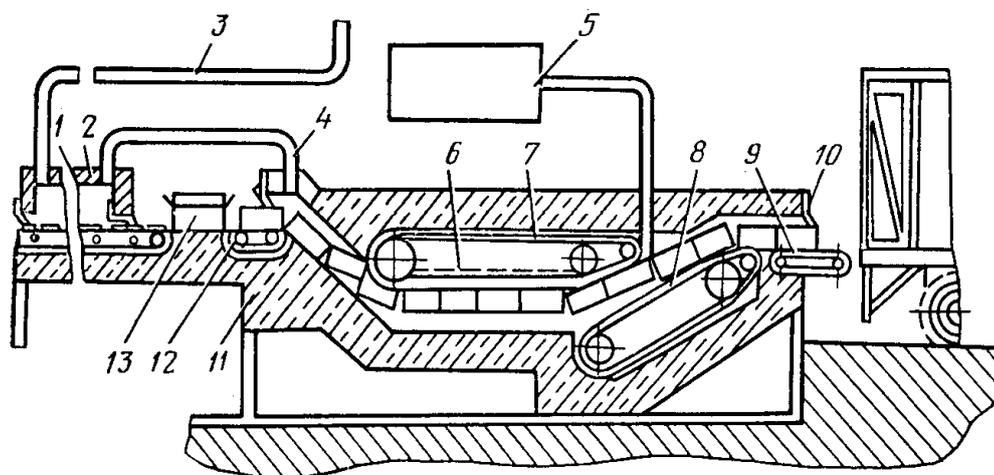


Рис. 18. Схема аппарата для криогенного замораживания пищевых продуктов:  
 1 – камера предварительного охлаждения продуктов в упаковочном автомате;  
 2 – упаковочный автомат; 3 – трубопровод для отвода газообразного азота;  
 4 – трубопровод для отвода газообразного азота из скороморозильного аппарата в упаковочный аппарат;  
 5 – бак для жидкого азота; 6 – ванна с жидким азотом; 7, 8 – конвейеры; 9 – выходной конвейер;  
 10 – разгрузочное окно; 11 – желоб для подачи продуктов в ванну; 12 – выходной конвейер;  
 13 – продукты в упаковке

Жидкий азот может использоваться для интенсификации традиционных способов замораживания (замораживание в жидких средах с добавлением жидкого азота, воздушное замораживание с добавлением азота в парокапельном состоянии), а также использоваться в специально созданных для этого установках. В этом случае продукт сначала охлаждают газообразным азотом, имеющим температуру минус 50°С, а затем замораживают непосредственно в среде жидкого азота, который подается для контакта с продуктом в мелкодисперсном состоянии. После выполнения функции хладагента азот уже в газообразном состоянии выводится в атмосферу.

По сравнению с другими способами замораживание жидким азотом является более затратным, поэтому его целесообразно применять для замораживания более дорогостоящих видов продукции.

*Замораживание с помощью диоксида углерода.* В пищевой промышленности диоксид углерода (CO<sub>2</sub>) применяется для охлаждения, замораживания и в качестве инертного газа при упаковке продукции для увеличения срока ее хранения. Как правило, в морозильных установках используют жидкий диоксид углерода, что позволяет замораживать продукт до температуры минус 50°С. Жидкий диоксид углерода подводится к форсункам под давлением и разбрызгивается на продукт, перемещаемый транспортной лентой. Диоксид уг-

лерода широкодоступен и сравнительно недорог. Он нетоксичен (исключая чрезмерно высокие концентрации), довольно инертен, негорюч, взрывобезопасен. Применение его в специальных морозильных аппаратах обеспечивает быстрое замораживание и значительное снижение потерь тканевого сока.

*Мясо крупного рогатого скота и свиней* замораживают обычно в полутушах и четвертинах, баранье – в тушах. Кроме того, мясо замораживают в блоках по 10 кг и в мелкой расфасовке. Замораживание производят в морозильных установках преимущественно воздушного типа (камерных или тоннельных), где туши и полутуши находятся в подвешенном состоянии. Температура воздуха в морозильной камере должна быть не выше минус 23°C при усиленной циркуляции воздуха (5 м/с). После полного замораживания температура в толще мяса должна быть не выше минус 15 – минус 18°C. При хранении замороженного мяса температура воздуха в камере должна быть не выше минус 18°C при влажности 95–98% и его естественной циркуляции. Колебания температуры не должны превышать  $\pm 1^\circ\text{C}$ . Соблюдение этих условий позволяет хранить говядину и баранину от 5 до 10 месяцев в зависимости от упитанности, свинину – от 3 до 6 месяцев, мясо в блоках – до 8 месяцев.

*Битую птицу* замораживают в ящиках массой 10–12 кг при тех же температурных режимах, используя воздушный способ. Относительная влажность воздуха в камере должна составлять 85–90%. Тушки цыплят, кур, индеек при температуре минус 12°C хранят до 8 месяцев, при минус 15°C – до 9 месяцев, гусей и уток при температуре минус 12°C – до 5 месяцев, при минус 15°C – до 7 месяцев. Увеличение сроков хранения птицы возможно при упаковке ее перед замораживанием в полимерную пленку.

*Рыбное сырье и продукцию* на его основе замораживают чаще в скороморозильных аппаратах, реже – погружным способом в жидких средах. Рыба считается замороженной, если температура в центре тела (блока) составляет минус 18°C. В зависимости от обработки выпускают следующие виды мороженой продукции: рыба мороженая неразделанная, потрошенная без головы, рыба специальной разделки, филе рыбное мороженое, мороженая рыба в мелкой расфасовке (полиэтиленовых пакетах, картонных коробочках и т. п.). Температуру в камере хранения мороженой рыбы поддерживают на уровне минус 20°C. Срок хранения мороженой продукции зависит от множества факторов (вида рыбы, ее размера, химического состава, интенсивности питания, вида разделки и упаковки и т. д.) и колеблется в пределах от 3 до 7 месяцев (для основных промысловых видов рыб в среднем 4–5 месяцев).

*Замораживание молока и масла.* Замораживание молока вызывает его расслоение, т. е. разделение жировой и водной фаз (образование опресненного льда). Коллоидное состояние системы нарушается также при оттаивании и не восстанавливается, поэтому при транспортировании и хранении молока не допускается его замораживание. Тем не менее при быстром замораживании в тонком слое при температуре минус 25°C молоко не подвергается при размораживании существенным изменениям.

Для увеличения длительности хранения животного масла его замораживают блоками по 30–25 кг и упаковывают в пергаментную бумагу и картонные коробки. На стойкость масла при длительном хранении большое влияние оказывает его структура – степень раздробленности и распределения воды. Тонкая дисперсность воды в масле способствует увеличению сроков хранения, сохранению качества масла и сокращению усушки. При температуре минус 2°C длительность хранения масла составляет 1 месяц, при температуре минус 18°C – 5–7 месяцев.

#### **6.4. Размораживание (дефростация) пищевого сырья**

Размораживание – это заключительная операция в непрерывной холодильной цепи, осуществляемая непосредственно перед промышленной переработкой мороженого сырья. Целью этой операции является приведение продукта в состояние, близкое к первоначальному, удобному для его дальнейшей переработки.

Размораживание является процессом, обратным замораживанию и сводится к передаче продукту определенного количества тепла для повышения температуры до 0 – минус 1°С. При этом сначала в поверхностных, а затем и в более глубоких слоях тканей лед превращается в воду.

При размораживании в продукте происходят существенные изменения, обусловленные главным образом таянием кристаллов льда и поглощением воды тканями.

Качество размороженного продукта зависит от качества сырья перед замораживанием, скорости замораживания, условий и сроков последующего холодильного хранения, а также режима размораживания.

Изменение свойств ткани при размораживании (как и при замораживании) определяется в основном денатурацией ее белков в интервале температур от минус 1 до минус 5°С. Чем быстрее будет пройдена зона критических температур, тем меньшим изменениям будет подвергаться продукт.

**Размораживание в воздушной среде.** В качестве размораживающей среды широко используют воздух. Размораживание этим способом производится на воздухе при его естественной циркуляции и с принудительной его циркуляцией, при этом продолжительность дефростации сокращается на 35%. Используют два температурных режима размораживания: 15–20°С и 0–5°С. В воздушной среде размораживают крупную рыбу, туши и полутуши теплокровных животных, готовые рыбные блюда, кулинарные изделия, филе и фарш, мясо в блоках. Для размораживания продукт раскладывают на стеллажах в помещении или под навесом и выдерживают от 6 до 24 ч.

К преимуществам этого способа относят простоту и дешевизну, экономию воды, отсутствие сложного оборудования, возможность размораживания филе, фаршевых изделий, блочного мяса, для которых использование воды недопустимо вследствие обводнения данных продуктов. Недостатком является высокая продолжительность процесса, некоторая потеря массы в результате усушки, возможность повышенной обсемененности продукта и ухудшения его качества.

**Размораживание в жидкой среде** – это наиболее распространенный способ размораживания сырья. При этом размораживание могут осуществлять погружением в проточную воду или орошением. В первом случае продукт при помощи транспортирующего устройства перемещают в ванне с водой (температура воды должна быть не выше 20°С). Для интенсификации размораживания можно использовать циркуляцию воды, смесь воды и воздуха. Во втором случае продукт в дефростационной установке совершает возвратно-поступательные движения на ленте транспортера, постепенно перемещаясь при этом из верхней части установки в нижнюю, где и заканчивается процесс размораживания. Во время движения продукта происходит его постоянное орошение водой, подаваемой через специальные форсунки. Температуру воды поддерживают на уровне 15°С. Продолжительность дефростации составляет от 1 до 9 ч.

Преимуществами данного способа являются высокий коэффициент теплоотдачи от воды к продукту, меньшая длительность процесса по сравнению с размораживанием на воздухе. Параллельно с размораживанием происходит мойка продукта. К недостаткам данного способа следует отнести большой расход воды, обводнение продукта, потери с тканевым соком части минеральных и азотистых веществ.

**Размораживание токами промышленной частоты** заключается в том, что через замороженный продукт (в основном блочный) пропускают переменный электрический ток, который вызывает нагрев продукта. Для размораживания блок помещают в медленно циркулирующую воду, а затем подводят с двух его сторон электроды и пропускают через них переменный ток напряжением 10–40 В (10–20 А).

Преимуществами данного способа являются высокая скорость процесса (в пределах 1 ч), отсутствие усушки, присущей размораживанию на воздухе, возможность установки дефростационного аппарата в поточную линию. К недостаткам можно отнести большой расход электроэнергии, возможность местного (поверхностного) провара продукции.

**Размораживание в электромагнитном поле сверхвысоких частот (СВЧ).** Использование для размораживания СВЧ-камер благодаря объемному прогреву позволяет значительно сократить продолжительность процесса по сравнению со всеми другими известными способами (в течение 5–15 мин). Нагрев в поле СВЧ приводит к тому, что зону критических температур от минус 5 до 0°С удается проходить за короткое время, что в значительной степени способствует сохранению высокого качества сырья или готового продукта.

Основными достоинствами способа являются высокая скорость размораживания, отсутствие контакта продукта с теплоносителем, высокий КПД преобразования энергии в тепло, выделяемое непосредственно в продукте, сокращение потерь белков и экстрактивных веществ, повышение гигиенической чистоты при размораживании. К недостаткам относят возможный перепад температур по объему продукта, большой расход электроэнергии, воздействие СВЧ-поля на человека, сложность конструкции аппарата.

**Размораживание инфракрасным излучением.** В процессе нагревания между излучателем и облучаемым телом происходит лучистый теплообмен. Высокая плотность теплового потока позволяет достигать значительных скоростей нагрева. Однако быстрый прогрев поверхности происходит на глубину 1–2 мм. В результате интенсивного испарения воды поверхность подсыхает, что может вызвать вздутие кожи рыбы, птицы и т. п. Этот способ рекомендуется применять в комбинации с другими.

**Размораживание конденсирующимся паром под вакуумом.** Сущность метода заключается в том, что насыщенный водяной пар, подающийся в качестве теплоносителя, при пониженном давлении расширяется и, конденсируясь на поверхности продукта, обогревает его. Скорость размораживания в условиях вакуума увеличивается в 2–3 раза по сравнению с размораживанием в воде и на воздухе. Длительность размораживания составляет 2–5 ч.

К преимуществам данного способа относят высокое качество продукта, меньшие потери массы при последующей тепловой обработке, отсутствие вторичного обсеменения микроорганизмами, относительно высокую скорость размораживания. Недостатками являются сложность конструкции аппарата и повышенный расход электроэнергии.

По способу организации технологического процесса различают дефростеры периодического и непрерывного действия. В промышленности нашли применение два типа аппаратов: для размораживания сырья в воде – погружного и оросительного типа (рис. 19, 20); для размораживания сырья с помощью воздуха – воздушные дефростеры камерного и туннельного типа (рис. 21).

Дефростеры погружного типа (рис. 19) работают по принципу погружения и перемещения мороженого сырья в толще воды с одновременным воздушным барботированием и подогревом воды паром.

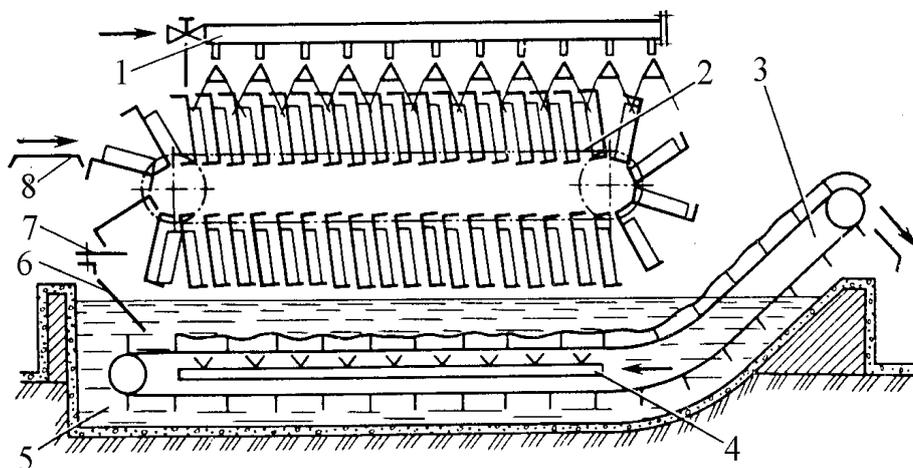


Рис. 19. Механизированный дефростер ИДА:

1 – сетчатые транспортеры; 2 – оросители; 3 – привод; 4 – коллектор; 5 – поддон

Установка представляет собой ванну, в нижней части которой расположен магистральный конвейер. Сырье (блоки рыбы, мяса и т. п.) подают в ванну, залитую водой, и оно движется в толще воды с помощью конвейера. Вода подогревается до температуры 15–20°C. Для интенсификации процесса применяют барботирование – подачу воздуха под слой продукта.

Дефростеры оросительного типа (рис. 20) работают по принципу непрерывного орошения поверхности продукта водой.

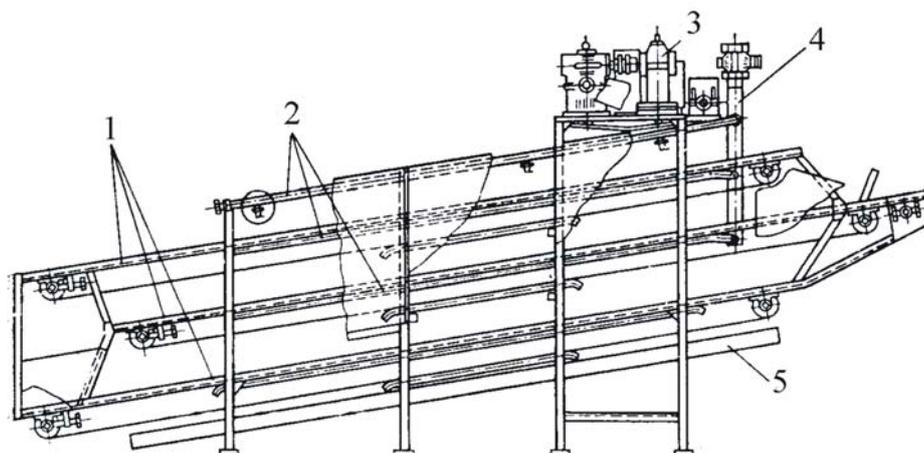


Рис. 20. Дефростер H2-ИТА-110: 1 – ороситель; 2 – верхний транспортер с кассетами; 3 – нижний транспортер; 4 – барботер; 5 – ванна

Установка состоит из нескольких сетчатых транспортеров, расположенных один над другим и движущихся в противоположных направлениях, оросительных устройств, смонтированных над транспортерными лентами, основного каркаса и привода. Размораживание производится водой с температурой 18–20°C, которая разбрызгивается оросителями, расположенными над продуктом.

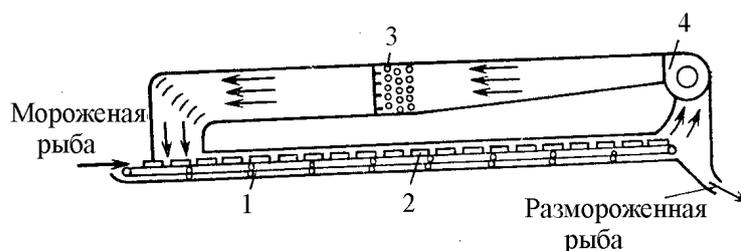


Рис. 21. Схема туннеля для размораживания рыбы в потоке теплого влажного воздуха: 1 – транспортер; 2 – рыба; 3 – нагреватель и увлажнитель; 4 – вентилятор

Дефростеры воздушного типа (рис. 21) работают по принципу воздушного непрерывного размораживания продукта, находящегося в камере или тоннеле в специальных тележках, перемещающихся по рельсам. Для размораживания используют воздух с температурой 20–22°C и скоростью движения 5–8 м/с. С целью уменьшения подсушки применяют увлажнение воздуха паром и орошение поверхности продукта водой.

#### Контрольные вопросы

1. Дайте определение следующим понятиям: охлаждение, замораживание, подмораживание. Каковы температурные режимы этих процессов?
2. Какие охлаждающие среды вы знаете?
3. Какие замораживающие среды вы знаете?

4. Назовите пути увеличения сроков хранения охлажденной и мороженой рыбы.
5. Назовите пути улучшения качества охлажденной и мороженой рыбы.
6. Какие изменения происходят в сырье при охлаждении? В чем они заключаются?
7. Назовите основные дефекты охлажденной рыбы, их причины, возможность и способы устранения.
8. Какие процессы происходят в сырье при быстром и медленном отводе тепла? Какая скорость отвода тепла предпочтительна и почему?
9. Назовите показатели качества охлажденной и мороженой рыбы.
10. Что такое глазирование? Каковы способы глазирования? Каким образом стандарт регламентирует массу глазури?
11. Перечислите ассортимент охлажденных и замороженных мясных продуктов.
12. Как изменяется мясо при охлаждении и замораживании?
13. Какова технология производства блочного мороженого мяса?
14. В каких случаях применяется замораживание молока и масла?
15. Какие способы размораживания вы знаете?
16. Охарактеризуйте известные вам способы размораживания.
17. Охарактеризуйте преимущества и недостатки морозильных аппаратов различного типа.
18. Охарактеризуйте преимущества и недостатки дефростеров различного типа.

## **Лекция 7. ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЮ ПОСОЛА**

- 7.1. Теоретические основы посола мяса теплокровных животных, рыбы и птиц.
- 7.2. Технология соленых продуктов.
- 7.3. Технология сушеной, солено-сушеной и вяленой продукции.

### ***7.1. Теоретические основы посола мяса теплокровных животных, рыбы и птиц***

*Посол* – это химический способ консервирования, основанный на принципе осмоса. Посол применяют для получения готового продукта, относительно стойкого при хранении, или полуфабриката, направляемого далее на производство копченой, вяленой, солено-сушеной или маринованной продукции.

Посол представляет собой сложный диффузионно-осмотический процесс, в результате которого в продукте накапливается соль, а из продукта выделяется часть воды, растворимых белков и витаминов. От количества соли в продукте зависит его вкус и стойкость при хранении. Соль не оказывает бактерицидного действия и подавляет развитие большинства микроорганизмов путем влияния на их ферментную систему, а также нарушает процесс питания клеток (под действием осмотического давления вода выделяется из микробных клеток, а питательные вещества в нее не поступают).

Для посола используют самосадочную (озерную), садочную (выпаренную из морской воды), каменную (добываемую из недр земли), выварочную (выпаренную из рассола) соль, которую по качеству разделяют на четыре сорта: «Экстра» (содержание хлористого натрия составляет 93,7%), высший сорт (98,4%), I сорт (97,7%), II сорт (97,0%). Сорт соли определяет ее качество, которое зависит от количества примесей, содержащихся в ней. Примеси ухудшают вкусовые свойства соли, а также ее эффективность как консервирующего вещества.

По величине кристаллов соль подразделяют на четыре помола: 0 (максимальный размер кристалла – 0,8 мм), 1-й (1,2 мм), 2-й (2–2,5 мм), 3-й – 4,15 мм. Наиболее широко для посола используют соль 2-го помола.

Процесс посола условно разделяют на две стадии: собственно посол (проникновение соли в мышечную ткань, т. е. просаливание) и созревание.

Сущность просаливания заключается в создании необходимой концентрации соли в продукте, причем от скорости создания этой концентрации (скорости просаливания) зависит степень предохранения продукта от порчи. Одновременно с просаливанием идут процессы автолиза, и нельзя допустить, чтобы скорость автолиза превысила скорость просаливания.

При посоле происходит перемещение соли из тузлука в мышечную ткань и наоборот – перемещение воды из ткани в тузлук, перераспределение соли в тканях и выравнивание концентрации соли в системе мышечная ткань – тузлук.

На скорость просаливания оказывают влияние размер продукта (толщина), концентрация соли в тузлуке, температура, размеры кристаллов соли. Чем меньше размер продукта, тем быстрее соль достигнет его центральной части и создаст там необходимую концентрацию. С ростом концентрации соли в окружающем продукт тузлуке увеличивается градиент концентрации и, как следствие, скорость просаливания. С повышением температуры скорость просаливания возрастает, однако следует учитывать процессы автолиза, которые при температуре 20–25°C могут идти достаточно интенсивно. Размеры кристаллов влияют на скорость просаливания вследствие разной скорости их растворения. Мелкие кристаллы быстро образуют первые порции тузлука. Однако при использовании соли очень мелкого помола (высшего сорта) она может впитать образовавшийся тузлук, сильно уплотнить поверхность продукта (образование корки) и задержать дальнейшее просаливание. Крупные кристаллы соли между продуктом создают прослойки, ухудшающие контакт соли с сырьем, медленно растворяются, что снижает скорость просаливания. Для быстрого просаливания сырья соль должна содержать кристаллы разного размера.

Созревание – это приобретение продуктом приятного вкуса, запаха, нежной консистенции в результате протекания химических и биохимических процессов. Основным фактором созревания является деятельность ферментов мышечной ткани и пищеварительного тракта. В процессе созревания происходит гидролиз белковых веществ и липидов под действием протеолитических и липолитических ферментов, взаимодействие продуктов их распада с образованием белково-липидных комплексов, что ведет к размягчению мышечной ткани рыбы или теплокровных животных и образованию своеобразного «букета» созревшего продукта, достигшего состояния готовности (длительность процесса созревания составляет от 10–15 суток до 1 месяца).

При направлении сырья на посол следует иметь в виду, что способностью к созреванию обладают рыбы, имеющие активные комплексы тканевых и пищеварительных ферментов. В частности, из протеолитических ферментов важную роль при созревании играют катепсины мышечной ткани. К хорошо созревающим видам рыб относят сельдевые, лососевые и др. Из плохо созревающих и несозревающих рыб может быть получена соленая продукция хорошего качества при использовании ферментных препаратов, полученных из внутренностей созревающих рыб, а также при использовании ароматизаторов и других добавок.

*Способы посола.* По содержанию поваренной соли соленую продукцию подразделяют на шесть групп (табл. 4).

Таблица 4

**Классификация соленой продукции в зависимости от содержания поваренной соли**

Группа продукции	Граничные значения массовой доли соли, %	Вид продукции
1	2	3
Несолёная	до 1	Диетические продукты
Продукция вкусового посола	1–3	Консервы мясные и рыбные, вареные колбасы, кулинарные продукты, пастеризованные пресервы, мясные и рыбные продукты горячего копчения
Малосоленая	3–6	Пресервы, соленая, копченая, пресно-сушеная продукция, формованная копченая продукция

1	2	3
Слабосоленая	6–8	Пресервы, соленая, продукция холодного копчения
Среднесоленая	8–12	Соленая, копченая, вяленая продукция
Крепкосоленая	выше 12	Соленая рыба для производства солено-сушеной продукции, солено-сушеная продукция

В зависимости от температурного режима посол может быть теплым (от 5°C до комнатной температуры), охлажденным (от 5°C до криоскопической) и холодным (ниже криоскопической). В зависимости от вида сырья выбирают тот или иной режим посола.

*Сухой посол.* Сырье (рыбу, мясо или сало) перемешивают с кристаллической солью и укладывают в посольную емкость. Вода, находящаяся на поверхности сырья, растворяет соль, образуя рассол, после чего начинается процесс просаливания. Просаливание начинается только после образования достаточного количества рассола (натурального тузлука) в системе. Преимуществом сухого посола является его простота и меньший расход соли по сравнению с другими способами, недостатком – более медленное просаливание. В связи с этим сухой посол применяют для посола продукта небольших размеров (мелких рыб, кусков нарезанного мяса или сала) в режиме охлаждения или подмораживания.

*Мокрый (тузлучный) посол.* При данном способе продукт погружают в раствор хлористого натрия (искусственный тузлук). В качестве емкости для посола можно использовать посольные ванны, чаны и пр. Процесс перемещения соли в продукт начинается сразу же после начала его контакта с рассолом. В зависимости от продолжительности контакта сырья с раствором поваренной соли и его концентрации получают продукт требуемой солености. При всех своих преимуществах мокрый посол имеет и значительные недостатки, а именно: приготовление и хранение значительного количества искусственного тузлука, большие производственные площади для размещения посольных емкостей, необходимость утилизации рассолов после использования.

Тузлучный посол бывает законченным (когда концентрация соли в тузлуке и продукте к концу просаливания выравнивается) и прерванным (когда концентрация соли в тузлуке выше, чем в получаемом готовом продукте). Во втором случае достигается максимальная скорость просаливания, однако недостатком является неравномерность концентрации хлористого натрия в различных участках продукта. Во время прерванного посола градиент концентрации тем выше, чем больше размер продукта. При использовании законченного посола необходимо применять пониженные температуры (0–5°C и ниже) в связи с медленным просаливанием.

*Смешанный посол.* В этом случае сырье, предварительно перемешанное с солью, помещают в емкость для посола, куда добавляют раствор хлористого натрия (насыщенный или соответствующей концентрации) в количестве 15–20% к массе сырья. Сырье можно пересыпать солью и по мере загрузки помещать в посольную емкость. При этом способе процесс просаливания начинается с момента взаимодействия сырья и поваренной соли. Выделяющаяся вода растворяет соль, что способствует увеличению количества рассола (тузлука). По скорости просаливания смешанный посол практически не уступает мокрому и значительно превосходит сухой. В настоящее время смешанный посол по значимости занимает первое место при производстве малосоленой и слабосоленой продукции.

При посоле крупной рыбы, крупных кусков мяса для ускорения просаливания применяют как дополнительный способ шприцевание – внесение непосредственно в мышечную ткань рыбы или мяса солевого раствора соответствующей концентрации при помощи многоигольчатого шприца (рис. 22). В данном случае просаливание начинается одновре-

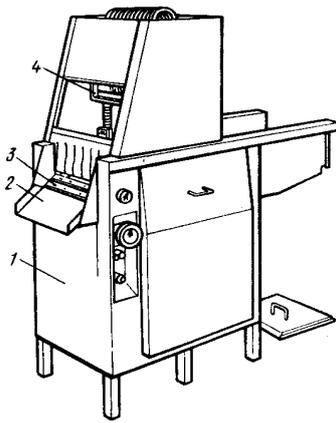


Рис. 22. Многоигольчатый шприц «Инжект-Стар Би 25»:  
1 – станина; 2 – приемный лоток; 3 – конвейер; 4 – шприцевальная головка

менно снаружи и внутри продукта, при этом скорость насыщения тканей солью по всей глубине увеличивается.

Для посола мяса теплокровных животных или рыбы применяют посольные ванны периодического и непрерывного действия.

Посольная ванна периодического действия представляет собой резервуар, куда заливают тузлук требуемой концентрации и помещают продукт для просаливания. По окончании процесса продукт извлекают из ванны и после ополаскивания и выравнивания солености направляют на дальнейшую обработку.

Посольный агрегат непрерывного действия представляет собой ванну, в которую залит тузлук необходимой концентрации. Длительность процесса посола регулируется концентрацией тузлука и скоростью движения ленты транспортера.

## 7.2. Технология соленых продуктов

**Посол мяса теплокровных животных.** Свиной после убоя обескровливают. Сначала тушу ошпаривают для ослабления корней щетины, затем удаляют щетину, опаливают и разделяют на полутуши, которые зачищают и охлаждают до температуры 3–7°C. Рассол вводят шприцеванием в толщу мяса (25–30% хлористого натрия и 2,4–4,0% нитрата натрия). Далее полутуши посыпают сухой солью или помешают в чан с рассолом на 7–10 дней. После этого их извлекают из рассола и укладывают в штабели для созревания при температуре 3–7°C в течение 7–14 дней. За это время рассол распределяется в мясе, образуя типичную окраску и аромат бекона. Продукт реализуют или направляют на копчение.

**Производство соленой и пряной рыбной продукции.** Рыбу целиком или в разделанном виде солят одним из описанных в п. 7.1 способов без добавления или с добавлением пряностей и сахара. Просаливание при температуре 0–5°C продолжается в зависимости от размера рыбы и вида разделки в течение суток или нескольких суток. Посол плавно переходит в процесс созревания, который длится от 10–15 суток до 1 месяца. К концу созревания продукция достигает состояния готовности. Только после этого продукцию можно направлять на реализацию. Хранение соленой продукции в зависимости от содержания соли и вида рыбы производится при температуре от 0 до минус 8°C в течение 1–3 месяцев, пряной – 1–2 месяцев. Для увеличения срока хранения соленой продукции после просаливания и частичного созревания в течение 10–20 суток ее хранят при температуре минус 15°C в течение 6 месяцев. Содержание хлористого натрия в малосоленой продукции составляет 4–6%, в слабосоленой – 6–9%.

**Производство маринованной рыбной продукции.** Маринование – это химический способ консервирования, основанный на принципе осмо- и ацидоанабиоза. Консервирующее действие оказывают поваренная соль и уксусная кислота. Развитие гнилостной микрофлоры тормозится при понижении pH среды. Внесение в питательную среду уксусной кислоты в количестве 1–2% задерживает развитие микрофлоры, а при более высоких ее концентрациях ряд бактерий погибает.

При производстве маринованной продукции соленую рыбу обрабатывают в течение 1–2 суток уксусно-соляным раствором, содержащим 3–6% уксусной кислоты и 6–8% соли. Маринованную рыбу укладывают в соответствующую тару, заливают маринадом, выдерживают для созревания и направляют на реализацию. Маринованную продукцию можно готовить и без обработки уксусно-соляным раствором. В этом случае уксусную кислоту в количестве 4% добавляют непосредственно в продукт при его заливке маринадом. После

созревания готовую продукцию направляют на реализацию. Маринованную рыбную продукцию хранят при температуре плюс 2 – минус 5°С в течение 1–2 месяцев.

Содержание хлористого натрия в малосоленой продукции составляет 4–6%, в слабо-соленой – 6–9%. Содержание уксусной кислоты колеблется в пределах 0,8–1,2%.

**Производство рыбных пресервов.** Пресервы – это соленая, пряная или маринованная продукция, помещенная в герметическую тару (0,1–5 кг) без последующей стерилизации, выдержанная до созревания и представляющая собой готовые к употреблению закусовые продукты.

В качестве сырья при производстве пресервов используют свежую, охлажденную или мороженую рыбу жирностью не ниже 6%. В качестве тары применяют жестяные, алюминиевые или стеклянные банки с крышками и банки из полимерных материалов.

В зависимости от способа обработки различают следующие виды пресервов: специального посола,пряного посола, маринованные и деликатесные в различных заливках.

При производстве пресервов специального посола в банки с уложенной в них рыбой добавляют соль, сахар, а также бензойнокислый натрий (консервант). При производстве пресервов пряного посола в банки добавляют смесь пряностей (перец черный, душистый, красный, кориандр, кардамон, мускатный орех, мускатный цвет, гвоздику, имбирь, корицу, шалфей и др.) в сухом молотом виде или в виде экстрактов. При производстве маринованных пресервов используется уксусная кислота. При производстве деликатесных пресервов сырье (филе-кусочки, ломтики) перед укладкой можно подвергать предварительной обработке (копчению, выдержке в маринаде и т. д.), а после укладки в банки обязательно заливать деликатесной заливкой (масляной, майонезной, винной, пивной и т. д.).

Пресервы специального и пряного посола, а также маринованные могут выпускаться из мелкой неразделанной рыбы (кильки, салаки, сардины и др.), из рыбы, разделанной на тушку, кусочки, филе или филе-кусочки в зависимости от емкости тары, в которую упаковывают продукт.

Деликатесные пресервы выпускают только в мелкой таре (100–250 г) из рыбы глубокой степени разделки (филе, филе-кусочки, ломтики).

Банки, заполненные рыбой, соответствующими компонентами и заливкой, герметизируют на закаточной машине. После закатывания банки немедленно охлаждают и хранят для созревания при температуре 0 – минус 2°С в течение 10–30 суток. Затем температуру хранения снижают до минус 4 – минус 8°С и продукцию отгружают потребителю.

Хранят пресервы при температуре 0 – минус 8°С в течение 2–4 месяцев со дня их изготовления, пресервы из сельди – до 6 месяцев. При снижении температуры до минус 18°С длительность хранения пресервов увеличивается до года.

Содержание хлористого натрия в деликатесных пресервах составляет 4–6%, в пресервах специального, пряного посола и маринованных – 6–10%.

### **7.3. Технология сушеной, солено-сушеной и вяленой продукции**

Сушка основана на принципе *ксероанабиоза*. Наряду с посолом сушка является одним из древнейших способов консервирования путем удаления части воды при естественных или искусственных условиях. В живом организме обмен веществ происходит в водной среде. Недостаток воды замедляет или полностью приостанавливает жизнедеятельность микроорганизмов. Бактерии могут развиваться при влажности 25–30% и выше, в противном случае бактериальной клетке прекращается поставка питательных веществ и она из вегетативной формы переходит в споровое состояние. Высушенные до содержания воды не более 33% мясо или рыба, хорошо изолированные от контакта с внешней средой (во избежание увлажнения продукта и окисления кислородом воздуха), могут сохраняться длительное время. При этом в них практически приостанавливаются микробиальные и автолитические процессы (процессы порчи).

Сушильные установки для сушки продукции в естественных условиях представляют собой крытые стеллажи с решетчатыми основаниями или вешалами. Стеллажи устанавливают в хорошо проветриваемых местах на территории рыбообрабатывающего предприятия.

Установки для сушки продукта в искусственных условиях подразделяются на атмосферные и вакуумные. Атмосферные сушилки бывают периодического и непрерывного действия. Атмосферные сушилки преимущественно выпускают двух типов: конвейерные туннельные и камерные (рис. 23, 24). Они представляют собой сушильный тоннель, по длине разделенный на четыре зоны, в каждой из которых автоматически поддерживается определенный технологический режим. В тоннеле установлены рельсовые пути или моно-рельсы для перемещения клетей с продуктом. Сушка сырья осуществляется направленным воздушным потоком по ширине камеры.

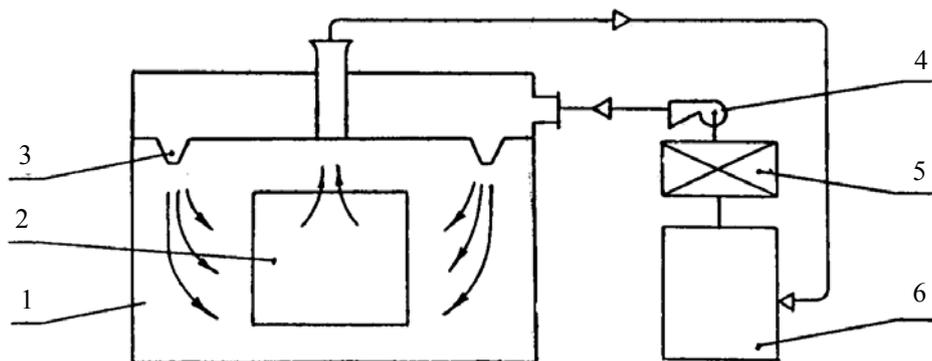


Рис. 23. Схема камерной сушилки: 1 – камера; 2 – клеть; 3 – сопла; 4 – вентилятор; 5 – калорифер; 6 – кондиционер

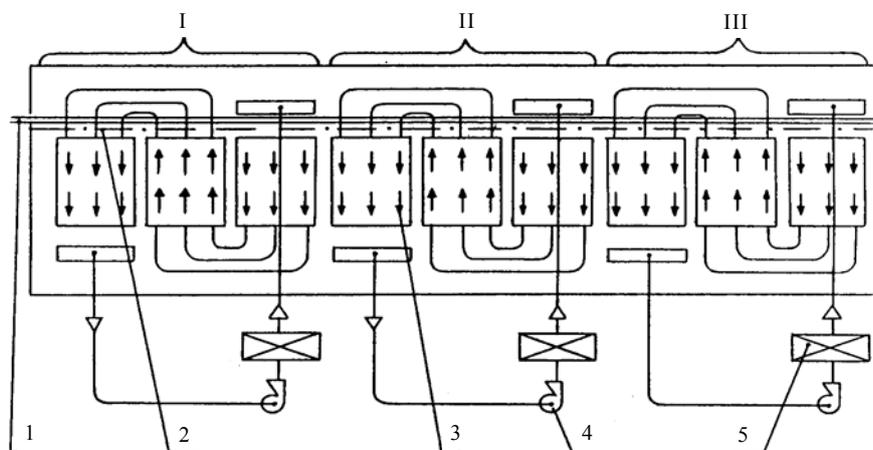


Рис. 24. Туннельная сушилка: 1 – подвесной путь; 2 – цепной транспортер; 3 – клеть; 4 – вентилятор; 5 – калорифер

Скорость движения воздуха составляет 2,2 м/с. Производительность установки – 0,5–0,8 т вяленой продукции в сутки. В установках данного типа сушка происходит холодным способом.

Паровая конвейерная сушилка представляет собой камеру с движущимися транспортными лентами, находящимися на разных уровнях. Загрузка продукта происходит в верхней части камеры. Продукт, совершая возвратно-поступательные движения, перемещается в нижнюю часть камеры, где происходит выгрузка. Сушка продукта производится движущимся горячим воздухом снизу вверх, а также с помощью калориферов, установленных под транспортными лентами.

Установка предназначена в основном для сушки мелкой рыбы горячим способом. Производительность камер составляет более 25 кг готового продукта в сутки.

Вакуум-сушильные установки состоят из сублиматора, конденсатора, вакуум-насоса и источника тепла. Процесс сушки методом сублимации включает замораживание сырья, сушку сублимацией, испарение остаточной воды (тепловая сушка). Самозамораживание сырья происходит в результате интенсивной отдачи им тепла, испарения свободной воды при непрерывно повышающемся вакууме. После достижения температуры минус 20°C и ниже происходит сублимационная сушка (испарение образовавшегося льда). Далее температуру повышают до 40°C и производят досушивание. В конце сушки вакуум снимается, а продукт, высушенный до содержания воды 8–6%, подается на упаковку.

*Производство сушеного мяса.* В настоящее время мясо теплокровных животных сушат только методом сублимационной сушки. Мясо, нарезанное кусочками размером не более 1 см, помещают в сублиматор. После сушки продукт упаковывают в пакеты из фольги с пропиленом (паро- и газонепроницаемый) массой по 100 г и направляют на реализацию. Срок хранения такой упаковки не превышает 1 года. Введение в упаковку газообразного азота увеличивает срок хранения до 2 лет. Сублимированное мясо предназначено для приготовления вторых блюд.

*Производство сушеной и солено-сушеной рыбной продукции.* Сушеная рыба – это сильно обезвоженный продукт, полученный путем сушки в естественных или искусственных условиях. Сушеные продукты перед употреблением в пищу требуют дополнительной кулинарной обработки (они являются полуфабрикатом).

При производстве пресно-сушеной продукции в качестве сырья используют в основном тощую рыбу. При сушке рыбы средней жирности (3–8%) ее солят до содержания поваренной соли 5–8%, а затем сушат. Дополнительный консервирующий фактор (хлористый натрий) способствует лучшей сохранности продукта с повышенным содержанием жира.

Для посола рыбы используют мокрый способ (посол в чанах в концентрированном тузлуке) и сухой посол. Посол в чанах отличается трудоемкостью и высоким расходом соли. При этом продукт имеет низкую биологическую ценность. При посоле сухой солью происходит почти одновременно просаливание и сушка рыбы, ускоряется процесс приготовления солено-сушеной продукции.

Сушку рыбы производят различными способами: при атмосферном давлении и под вакуумом. Сушка при атмосферном давлении предусматривает использование холодного и горячего способа. Холодная сушка возможна в естественных и искусственных условиях.

При производстве сушеной продукции важным показателем является скорость сушки, на которую влияют следующие факторы:

- температура сушки (увеличение скорости сушки повышением температуры может вызвать нежелательные изменения в высушиваемом продукте: денатурацию белков, гидролиз жира и т. д., поэтому температуру сушки выбирают с учетом технологических факторов – тощее сырье сушат при более высокой температуре, чем жирное). Жирное сырье (более 8% жира) не выдерживает повышенной температуры сушки (30–40°C и выше) и скисает;
- влажность воздуха (сильно увлажненный воздух снижает скорость сушки, поэтому относительную влажность воздуха поддерживают на уровне 40–60%);
- скорость циркуляции воздуха (движение воздуха интенсифицирует процесс удаления воды из высушиваемого сырья, поэтому при сушке скорость движения воздуха рекомендуется поддерживать на уровне 0,2–1,0 м/с).

В процессе сушки теряется более 50% воды, в результате чего получается продукт с высоким содержанием белка.

Сушеную и солено-сушеную рыбу замачивают в воде и затем используют для приготовления первых и вторых блюд, а также кулинарной продукции.

При холодном способе рыбу сушат в естественных или искусственных условиях при температуре не выше 40°C в течение 10–30 суток. Этот способ сушки лучше сохраняет природные (нативные) свойства рыбы.

При горячем способе рыбу сушат в искусственных условиях при температуре 100°C и выше в течение нескольких часов. Сушка протекает быстрее, однако качество продукта получается хуже в связи с денатурационными изменениями белковых веществ, разрушением витаминов, полной инактивацией ферментов.

При сушке под вакуумом рыбу помещают в сублиматор (рис. 25), где ее замораживают.

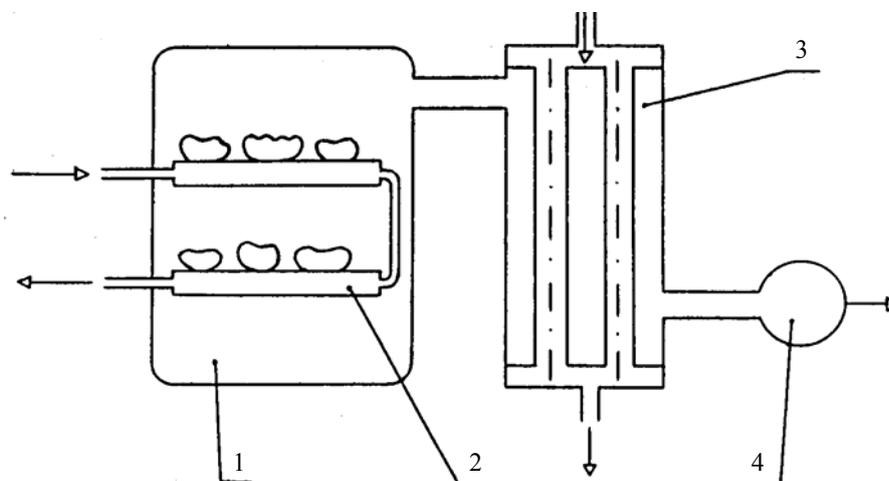


Рис. 25. Схема сублимационной установки:  
1 – сублиматор; 2 – нагреваемые полки; 3 – десублиматор; 4 – вакуум-насос

По мере создания глубокого разряжения лед испаряется, минуя жидкую фазу. Процесс протекает в 5–10 раз быстрее, чем при обычной сушке, при этом практически неизменными остаются легкоокисляющиеся вещества. Полученный продукт имеет пористую структуру, при замачивании в воде быстро набухает, а по усвояемости, вкусовым качествам, пищевой и отчасти биологической ценности близок к продукции, приготовленной из свежей рыбы.

В сушеной продукции содержание воды не должно превышать 30%, в солено-сушеной – 38% при массовой доле хлористого натрия 12–15%.

Упаковывают сушеную продукцию в пакеты из полимерных материалов. Пакеты запаивают и помещают в картонные коробки. Хранят сушеную и солено-сушеную продукцию в хорошо вентилируемых помещениях: при температуре минус 5 – минус 8°C – до 12 месяцев, при температуре 10°C – 8–9 месяцев, при температуре 35°C – 5–6 месяцев. При этом поддерживают относительную влажность воздуха в пределах 65–70%.

Рыбу сублимационной сушки упаковывают в жестяные банки или пакеты из фольги с пропиленом при вакуумировании или без него. В такой упаковке продукт может храниться до года.

*Производство вяленой продукции.* На вяление направляют рыбу средней жирности или рыбу, имеющую жирные внутренности (лещ, судак, морской окунь и т. д.). В процессе вяления продукт созревает. В результате потери воды мышечная ткань уплотняется и происходит перераспределение жира. В рыбном сырье жир освобождается из клеток и пропитывает мышечную ткань, которая приобретает янтарный цвет и становится полупрозрачной. При вялении происходят химические изменения белков и жира с образованием липопротеидных и протеолипидных комплексов, придающих продукту своеобразный вкус и аромат.

Вяленая рыба является готовым продуктом и употребляется в пищу без дополнительной кулинарной обработки.

На вяление направляют только созревающие виды рыб, т. е. рыб, имеющих активный комплекс протеолитических и липолитических ферментов во внутренних органах, а также в мышечной ткани (вобла, тарань, камбала, корюшка и др.).

При производстве вяленой продукции рыбу солят смешанным посолом в течение 2–5 суток при температуре 12–15°C до содержания соли 5%. Продолжительность посола

зависит от химического состава рыбы, размера и т. д. Вяление производят на открытом воздухе в течение 15–30 суток при температуре 20–22°C. При вялении в искусственных условиях длительность сушки сокращается до нескольких суток. Температура вяления не должна превышать 28°C. Созревание продукта длится до 1 месяца. Вяленая продукция должна содержать 10–12% хлористого натрия и 40–50% воды. Хранят вяленую продукцию в хорошо вентилируемых помещениях при температуре 10°C и влажности 65–70% в течение 3 месяцев.

#### *Контрольные вопросы*

1. Приведите классификацию способов посола.
2. Приведите классификацию соленой продукции.
3. Какие факторы влияют на скорость просаливания?
4. Опишите консервирующее действие поваренной соли.
5. Что такое плазмолиз клеток микроорганизмов?
6. Какое оборудование применяется при производстве соленой продукции?
7. В чем состоит биохимическая сущность процесса созревания?
8. Приведите классификацию рыбных пресервов.
9. Опишите технологию производства пресервов из рыбы-сырца.
10. Опишите технологию пресервов в различных соусах и заливках.
11. Перечислите дефекты пресервов и назовите меры их предупреждения.
12. Приведите характеристику показателей качества рыбных пресервов.
13. Опишите технологию приготовления маринованной рыбы.
14. Приведите характеристику сырья, используемого для производства сушеной рыбопродукции.
15. Охарактеризуйте изменения, происходящие в процессе обезвоживания рыбы.
16. Какие ферменты принимают участие в созревании вяленой рыбы?
17. Охарактеризуйте дефекты сушеной и вяленой рыбы.
18. Какие типы сушильных установок вы знаете?
19. Охарактеризуйте преимущества и недостатки различных типов сушильных установок.
20. Опишите технологию производства сушеной рыбы.
21. Опишите технологию производства вяленой рыбной и мясной продукции.
22. Каковы условия хранения сушеной и вяленой продукции?

## **Лекция 8. ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЮ КОПЧЕНЫХ ПРОДУКТОВ**

- 8.1. Теоретические основы производства копченой продукции.
- 8.2. Особенности производства цельномышечных мясных продуктов.

### ***8.1. Теоретические основы производства копченой продукции***

Копчение – это комбинированный способ консервирования, основанный на принципе анабиоза (ксероанабиоз, осмоанабиоз), при котором сырье (мясо или рыба) консервируется продуктами теплового разложения древесины (копильным дымом), а также солью. Продуктами теплового распада древесины являются фенолы, органические кислоты, спирты, смолистые вещества, придающие дыму бактерицидные свойства. Под действием этих веществ (за исключением смолистых) поверхность продукта приобретает золотисто-коричневую или светло-коричневую окраску, а также вкус и запах, свойственные копченым продуктам.

Топливом для получения копильного дыма являются опилки и стружки фруктовых деревьев, лиственных пород (береза, бук, клен и др.).

Копильный дым – это аэрозоль, состоящий из газо- и парообразных веществ, взвешенных жидких и твердых частиц, образующихся при горении древесины. Копильный

дым содержит вкусовые и ароматические вещества (фенольные соединения, альдегиды, кетоны и др.). Дым получают в основном двумя способами: сжиганием опилок, стружек, дров или сжиганием опилок в дымогенераторах, позволяющих регулировать параметры дыма (температуру, влажность, скорость циркуляции).

В практике отечественного коптильного производства в зависимости от температуры дыма (дымовоздушной среды) различают три вида копчения: холодное, горячее и полугорячее, которые на производстве реализуются тремя способами: дымовым, бездымным и смешанным.

*Холодное копчение.* Рыба, мясо, колбасы холодного копчения – довольно стойкие в хранении продукты со специфическим вкусом и запахом копчености, употребляемые в пищу без дополнительной кулинарной обработки. При холодном копчении мясо или рыба не свариваются, но при обработке дымовоздушной смесью утрачивают вкус и запах сыро-сти и приобретают состояние готовности. Отличительным признаком этого вида копчения является то, что температура дымовоздушной смеси в течение всего технологического цикла не превышает 40°C.

Консервирующий эффект при холодном копчении достигается введением в продукт хлористого натрия с конечной его концентрацией 5–10% и с частичным обезвоживанием продукта, бактерицидным и антиокислительным эффектами компонентов дыма (фенолов, спиртов, кислот) и хранением готовой продукции при пониженной температуре.

На холодное копчение направляют среднежирную и жирную рыбу, свинину, говядину и полуфабрикат на их основе – колбасы. Посол сырья производят до содержания соли 5–7%. Далее продукт направляют на подсушку воздухом при температуре 20–35°C, влажности 40–50% и скорости движения 3 м/с в течение суток. Для этой цели используют сушильно-коптильные камеры или тоннели. Подсушка необходима для частичного обезвоживания продукта и подготовки его поверхности к осаждению компонентов коптильного дыма. Недосушенный полуфабрикат после копчения имеет темный цвет вследствие обильного осаждения на его поверхности смолистых веществ, присутствующих в составе дыма. В этой связи большое значение придают качеству топлива, используемого при копчении. На пересушенную поверхность плохо оседают компоненты дыма, поэтому после копчения продукт не приобретает необходимого золотисто-коричневого оттенка.

После подсушки продукт в той же камере или тоннеле обрабатывают дымовоздушной смесью при температуре 25–35°C (не выше 40°C) в течение 12–72 ч. При температуре выше 40°C происходит частичная денатурация белка, и продукция по своим органолептическим показателям не удовлетворяет требованиям соответствующих стандартов, по свойствам приближаясь к продукции полугорячего копчения. После охлаждения до температуры окружающей среды продукцию упаковывают в тару (ящики, короба).

Копченая рыбная продукция должна иметь золотисто-коричневый цвет, вкус и запах копчености. Мышечная ткань не должна отделяться от кости. Содержание хлористого натрия составляет 5–10%, воды – 40–55%.

Продукцию холодного копчения хранят при температуре от 0 до минус 5°C и относительной влажности воздуха 75–80% в течение 2 месяцев.

*Горячее копчение.* Продукция горячего копчения – готовый к употреблению продукт недлительного срока хранения с характерным вкусом и запахом копчености. Процесс производства продукции горячего копчения отличается от процесса холодного копчения температурным режимом, продолжительностью обработки дымовоздушной смесью и степенью посола перед копчением. Консервирующий эффект при горячем копчении достигается действием высоких температур (более 100°C), частичным бактерицидным и антиокислительным эффектами компонентов дыма и хранением готовой продукции при пониженной температуре.

На горячее копчение направляют нежирную рыбу (капитана, луфаря, мероу, треску, окуня, сома и др.), реже – рыбу средней жирности (скумбрию, сельдь и т. п.), а также свинину и продукцию на ее основе. Посол сырья производят до содержания соли 1,5–2,0%. Про-

цесс копчения производят в коптильных печах камерного или туннельного типа. Процесс копчения состоит из трех стадий: подсушки горячим воздухом при температуре 50–70°C в течение 30–40 мин, проварки (пропекания) при повышении температуры воздуха до 110–120°C в течение 30–50 мин и собственно копчения – обработки дымовоздушной смесью при температуре 90–100°C в течение 30–100 мин. В целом длительность процесса горячего копчения не превышает 4–5 часов. После охлаждения до температуры окружающей среды продукцию упаковывают в ящики или специальные лотки.

Копченая продукция имеет золотистый цвет, вкус пропеченного продукта с ароматом копчености. Мышечная ткань должна отделяться от кости. Содержание хлористого натрия составляет 1,5–3,0%, воды – 65–70%.

Продукцию горячего копчения хранят при температуре 2 – минус 2°C в сухом помещении с циркуляцией воздуха. Срок реализации составляет 72 ч с момента изготовления.

Для удлинения срока хранения продукцию горячего копчения допускается замораживать сразу после изготовления и хранить при температуре минус 18°C не более месяца со дня изготовления. В пунктах реализации производят плавное воздушное размораживание продукции при температуре не выше 8°C непосредственно перед ее реализацией.

*Полугорячее копчение.* Данный вид копчения используется в основном для приготовления рыбной продукции, которая характеризуется большим количеством соли и меньшим количеством воды по сравнению с продукцией горячего копчения, что позволяет хранить ее при обычной температуре.

Консервирующими факторами являются содержание в продукте хлористого натрия в количестве 10%, более полное обезвоживание продукта по сравнению с продукцией горячего копчения, бактерицидные свойства дыма.

На полугорячее копчение направляют рыбу мелкую и средних размеров (килька, тюлька, ставриду и др.). Посол проводят до содержания 3–5% соли. Подсушка циркулирующим воздухом происходит при температуре 20–25°C в течение 1–2 ч. Затем рыбу обрабатывают дымовоздушной смесью сначала при температуре 40–50°C в течение 3 ч, а затем при температуре 60–80°C в течение 4 часов.

Готовый продукт с запахом и вкусом копчености имеет несколько уплотненную консистенцию. Содержание хлористого натрия в нем составляет 10%, воды – 40%. Срок хранения – 7 дней при температуре окружающей среды.

*Дымовое копчение.* При копчении дымом, полученным при термическом разложении древесины, осаждение дымовых частиц на поверхности продукта происходит под действием броуновского и турбулентного движения, силы тяжести и температурного градиента.

Естественное осаждение дыма при обычном копчении зависит от физических параметров дымовоздушной смеси: температуры, относительной влажности, массовой концентрации, дисперсности, скорости принудительной конвекции, – а также от вида рыбы, ее химического состава, влажности поверхности.

Недостатком дымового копчения является большая продолжительность процесса из-за медленного естественного осаждения дыма. Однако качество копченой продукции, полученной этим способом (называемым также традиционным), наиболее полно отвечает гастрономическим вкусам населения.

Копчение дымовым способом производится в установках камерного или туннельного типа, а также в малогабаритных автоматизированных коптильных установках. Качество продукции обычного дымового копчения во многом зависит от параметров дымовоздушной смеси. Характерной особенностью современного производства является переход на централизованное дымообеспечение коптильных установок с использованием механических источников дыма – дымогенераторов (рис. 26). Применение дымогенераторов позволяет осуществлять полный контроль параметров дымовоздушной смеси.

*Электрокопчение.* Этот способ копчения является разновидностью дымового и основан на ионизации частиц коптильного дыма (приобретении заряда) и осаждении их в электрическом поле высокого напряжения на противоположный по знаку электрод (например,

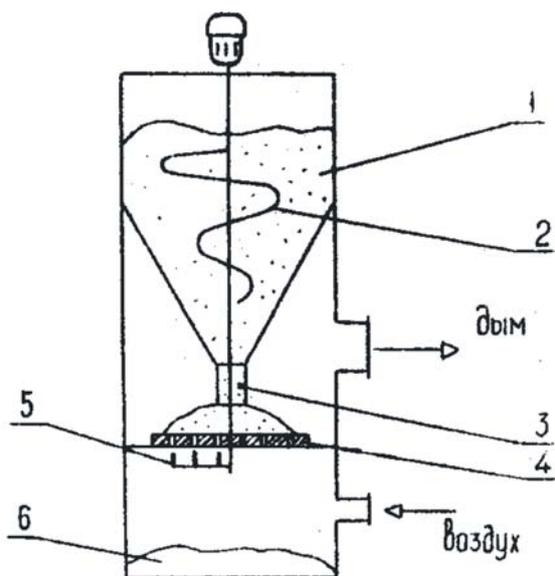


Рис. 26. Схема дымогенератора:  
 1 – бункер с опилками; 2 – ворошитель; 3 – стакан;  
 4 – колосниковая решетка; 5 – ворошитель; 6 – зола

прерывный контроль параметров копчения. Продукция, приготовленная методом электрокопчения, имеет нежную и сочную консистенцию, однако вкус и запах копчености у нее слабее, чем у рыбы обычного дымового копчения.

**Бездымное (мокрое) копчение.** При бездымном копчении продукт обрабатывают коптильными препаратами, представляющими собой водные экстракты (конденсаты) продуктов термического разложения древесины. Применение коптильных препаратов позволяет интенсифицировать процесс копчения. В отличие от горячего копчения, когда рыбу обрабатывают коптильным препаратом один раз, при холодном копчении такая обработка может производиться многократно и чередоваться с обработкой воздухом до приобретения присущих копченому продукту свойств. При бездымном копчении образование вкуса и запаха копчености происходит за счет диффузии жидких компонентов коптильного препарата с поверхности внутрь продукта. Обработка продукта коптильной жидкостью производится методом однократного и многократного погружения. Кроме этого, может быть использован метод распыления коптильного препарата на продукт. В этом случае сырье лучше пропитывается коптильным препаратом. Таким способом наряду с рыбой обрабатывают колбасы и сыр.

В настоящее время применяют такие коптильные препараты, как «Вахтоль», «МИНХ», «ВНИРО», «Амафил» и др. В зависимости от способа изготовления коптильные препараты обладают различным внешним видом: от светло-желтых водных растворов и маслянистых жидкостей коричневых оттенков до темно-коричневых пастообразных и порошкообразных продуктов.

Продукция бездымного копчения по своим органолептическим показателям близка к продукции обычного дымового копчения, однако, поскольку вещества дыма в коптильном препарате находятся в сконденсированном виде, процесс пропитывания ими продукта носит иной характер. В связи с этим продукция бездымного копчения по вкусовым свойствам отличается от продукции обычного дымового копчения: она характеризуется специфическим, несколько смолистым оттенком вкуса и запаха, который наиболее ярко выражен при использовании коптильной жидкости, приготовленной из древесины хвойных пород.

Для копчения используют установки различных типов: камерные, туннельные, башенные, автоматизированные и роторные.

**Камерные коптильные установки.** Установки этого типа используются как для горячего, так и для холодного копчения и имеют самые разнообразные размеры камер. Они

рыбу). Преимуществом данного способа является более высокая скорость осаждения дыма по сравнению с естественным его осаждением. При электрокопчении важное значение имеет дисперсный состав дыма. Крупные частицы быстрее получают электрический заряд и оседают в первую очередь на поверхность рыбы. Электрокопчение сочетает в себе два прогрессивных метода обработки: осаждение дыма в электрическом поле высокого напряжения и инфракрасный нагрев рыбы с помощью специальных нагревателей. Данный метод используется в основном для производства продукции горячего копчения и позволяет в значительной степени сократить продолжительность процесса, а также создать механизированные установки непрерывного действия, где можно осуществлять регулирование и не-

подразделяются на установки с внутренними очагами горения («курами») и выносными (дымогенераторами). Коптильные камеры (рис. 27) представляют собой помещения, выложенные, как правило, из кирпича. В потолке имеются вытяжные трубы, а в нижней части – заслонки для регулирования подаваемого в камеру воздуха.

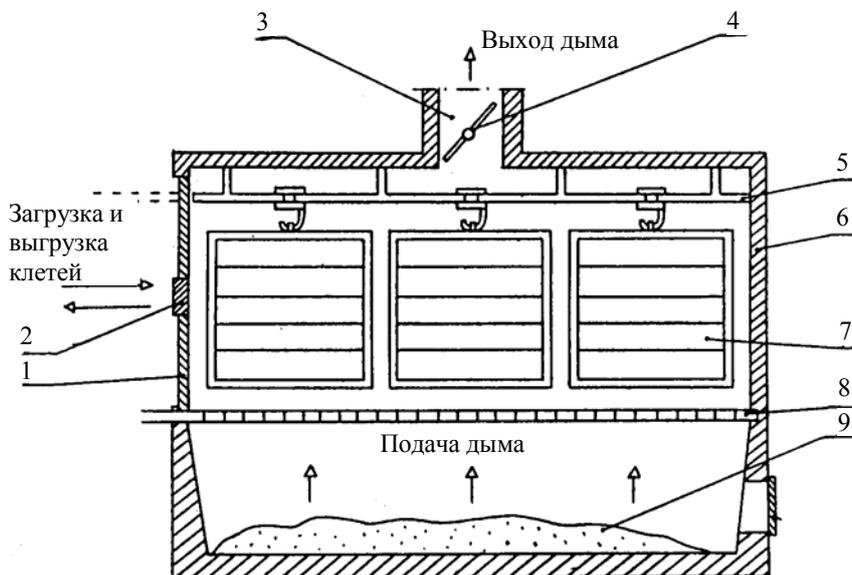


Рис. 27. Схема тупиковой камерной коптильной установки с естественным потоком дыма: 1 – дверь; 2 – люк; 3 – дымоход; 4 – заслон; 5 – монорельс; 6 – термоизолированные стенки камеры; 7 – клетки с продуктом; 8 – решетка; 9 – опилки

На полу камеры (или в полуподвале под решетками) после ее загрузки сырьем раскладывают «куры» (горки опилок) для получения дыма. Дым также может подаваться в камеру из дымогенератора, расположенного за ее пределами. Дымогенератор представляет собой закрытый кожух, в котором расположены две чугунные плиты (поды), обогреваемые электронагревателями. На подах опилки тлеют и постепенно перемещаются скребками к сборнику шлака. Отвод дыма осуществляется через верхнюю часть кожуха. Дымогенератор характеризуется равномерным горением опилок. Дым генерируется при постоянной температуре.

Разновидностью установок камерного типа является линейно-щелевая коптильная установка (рис. 28), в которой продукт перемещается по камере с помощью системы транспортеров, совершая возвратно-поступательное движение сверху вниз. Процессы загрузки и выгрузки, а также перемещения продукта по камере полностью механизированы.

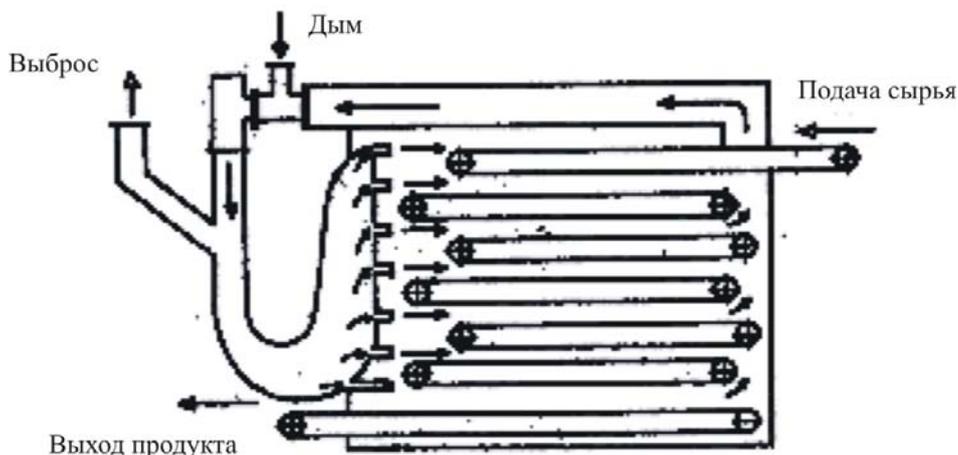


Рис. 28. Схема линейно-щелевой коптильной установки

К недостаткам установок камерного типа следует отнести невысокий коэффициент использования рабочего объема, большой расход топлива (опилок), длительность процесса копчения, сложность регулирования параметров копчения. Важным преимуществом камерных коптильных печей является высокое качество готовой продукции.

**Туннельные коптильные установки** широко используются для холодного и горячего копчения. Продукция коптится в них на тележках, перемещающихся по рельсовым путям, или в клетях, движущихся по подвесному пути. Эти установки бывают двух типов: с топками, расположенными под коптильным туннелем, и с дымогенераторами. Подсушка продукта происходит в этих же туннелях.

По своим конструктивным особенностям туннельные установки (рис. 29) при горячем копчении разделяются на три зоны: подсушки, проварки и собственно копчения, а при холодном копчении – на две зоны: подсушки и копчения. Движение воздуха и дымовоздушной смеси в установках осуществляется с помощью вентиляторов.

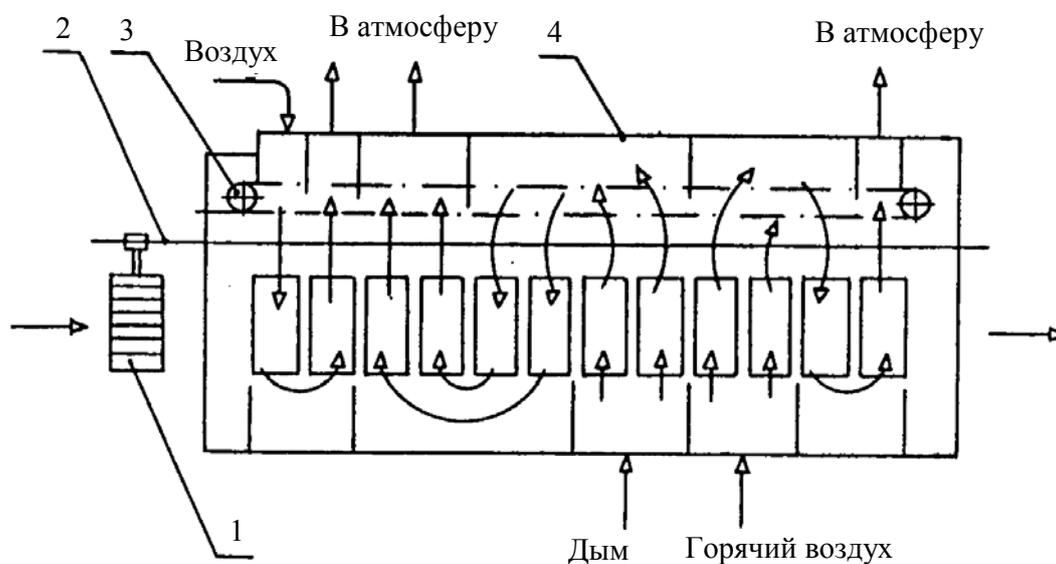


Рис. 29. Схема туннельной коптильной установки:  
1 – клетки; 2 – монорельс; 3 – цепной транспортер; 4 – камера

Недостатками установок данного типа являются: неравномерность обработки продукта дымом, трудность регулирования режимов копчения (равномерности скорости движения дымовоздушной смеси по длине и высоте установки) и др. Важным преимуществом этих установок является простота их монтажа, обеспечение поточности производства, возможность механизации процесса копчения.

**Башенные вертикальные коптильные установки** используют для холодного и горячего копчения (рис. 30). Они представляют собой шахту, в нижней части которой размещается топочное отделение или устройство для получения дыма. Башенные установки различаются по высоте и площади шахты. Принцип их работы заключается в перемещении продукта в вертикальном направлении сверху вниз и обратно. Дым, поднимаясь вверх, осаждается на продукт и далее уходит на рециркуляцию или в очистительные системы, где он конденсируется и используется для получения коптильного препарата.

Недостатками вертикальных коптильных установок являются: сложность конструкции (целесообразно использовать их на больших многоэтажных предприятиях), использование лишь части рабочего объема шахты, сложность ее санитарной обработки. Однако имеется и ряд важных преимуществ: небольшая потребность в производственных площадях, полная механизация процесса копчения (начиная с нанизывания продукта на шомпола), естественное движение дыма вверх, без использования вентиляторов (экономия электроэнергии), обеспечение равномерности копчения продукта и его высокое качество.

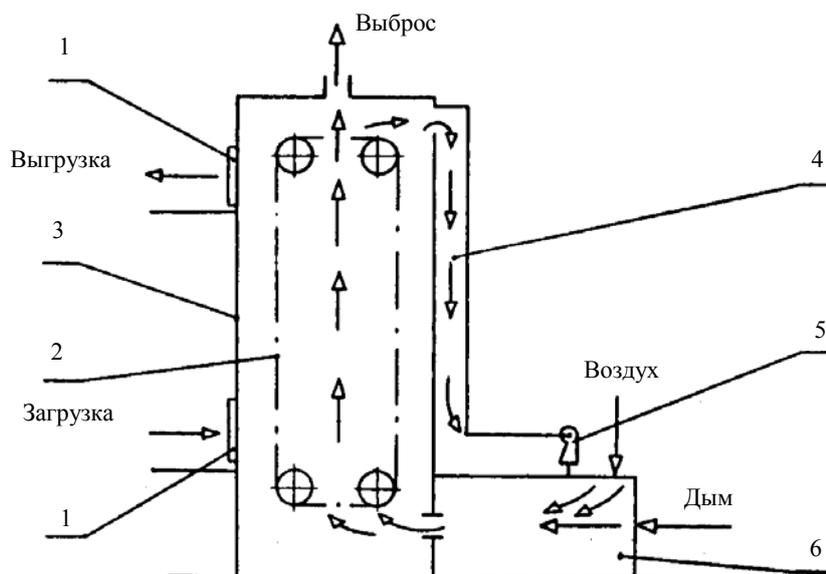


Рис. 30. Схема башенной коптильной установки: 1 – двери; 2 – цепной транспортер; 3 – башня; 4 – дымовод рециркуляции; 5 – вентилятор; 6 – камера смешения

Автоматизированные коптильные камеры с автоматической системой подготовки воздушной и дымовоздушной смеси, системой обеспечения и контроля процесса копчения получили в последнее время широкое распространение. К недостаткам автоматизированных установок относят их высокую стоимость и повышенные энергозатраты. Использование теплонасосных систем воздухо- и дымоподготовки позволяет использовать уже существующие коптильные камеры и существенно повысить эффективность и надежность их работы.

Установки роторного типа. Особенностью работы этих установок являются вращающиеся внутри коптильной камеры клетки с продуктом, навешенные на консольные участки подвесного пути и позволяющие механизировать их загрузку и выгрузку.

## 8.2. Особенности производства цельномышечных мясных продуктов

Цельномышечные продукты – это отдельные части свиных, говяжьих и бараньих туш, обработанные посолом и копчением и готовые к употреблению без дополнительной кулинарной обработки.

В зависимости от способа термической обработки мясные копченые продукты подразделяют на сырокопченые, копчено-вареные и копчено-запеченные.

Общими операциями при изготовлении этой продукции являются: разделка полутуши на составные части (окорок, корейку, грудинку и пр.), посол частей туши или кусков с добавлением сахара и нитритов (для сохранения окраски продукта), отмочка (для удаления избытка соли с поверхности).

*Сырокопченая продукция.* Копчение соленого полуфабриката проводят при температуре дымовоздушной смеси 18–22°C в течение 4–5 суток (окорока), при температуре 30–35°C – в течение 12–48 ч (более мелкие части). После копчения продукцию направляют на подсушку при температуре воздуха 12–15°C и влажности 70–75% в течение 3–5 суток.

В период копчения и подсушки продукт приобретает сочную и плотную консистенцию. Цвет изменяется от розово-красного до вишнево-красного оттенка. Появляются вкус и запах копчености. Содержание соли в готовой продукции составляет 5–9%. Хранят изделия (при влажности окружающего воздуха 35–90%) при температуре минус 7 – минус 9°C – до 4 месяцев, при температуре 0–4°C – в течение 1 месяца, при температуре 12°C – 15 суток.

*Копчено-вареная продукция.* Для выпуска копчено-вареной продукции соленый полуфабрикат коптят при температуре 80–100°C в течение 1–4 часов. Далее копченые изде-

лия варят в воде или паровых камерах при температуре 95–100°C в течение 1–3 часов. Содержание соли в готовой продукции составляет 3,5%. Хранят копчено-вареную продукцию при температуре 0–8°C и влажности 75–80% в течение 5 суток.

*Копчено-запеченная продукция.* Тепловую обработку соленого полуфабриката проводят при температуре дымовоздушной смеси 80–95°C в течение 6–12 ч в зависимости от толщины и массы изделия (корейка, грудинка, бекон). При этом продукт должен быть завернут в целлофан и перевязан шпагатом. В процессе копчения изделия не только копятся, но и запекаются. Содержание соли в готовом продукте составляет 3,5%. Хранят копчено-запеченные продукты при температуре 0–8°C в течение 5 суток.

#### *Контрольные вопросы*

1. Охарактеризуйте способы копчения.
2. В чем заключаются преимущества и недостатки разных способов копчения?
3. Охарактеризуйте режимы холодного копчения, полугорячего копчения, горячего копчения.
4. Каким образом размещают рыбу в коптильных камерах?
5. Почему необходим процесс подсушки перед собственно копчением?
6. При каком способе копчения перед собственно копчением применяется пропекание?
7. В чем заключается консервирующее действие коптильного дыма?
8. Какие виды древесины используются для получения коптильного дыма?
9. В чем состоит сущность жидкостного копчения?
10. Что представляет собой коптильная жидкость?
11. Охарактеризуйте химический состав коптильного дыма.
12. В чем проявляется токсичное действие компонентов коптильного дыма на организм человека?
13. Перечислите и охарактеризуйте дефекты копченой продукции.
14. Приведите ассортимент мясокопченостей.
15. Какова технология мясных копченых продуктов?
16. Назовите особенности производства цельномышечных мясных копченых продуктов.
17. Охарактеризуйте технологию варено-копченых изделий.
18. Какова технология сырокопченых изделий?
19. Какими должны быть условия хранения копченой продукции?
20. Какие коптильные установки вы знаете?
21. Охарактеризуйте преимущества и недостатки разных коптильных установок.
22. Назовите причины появления плесени на копченой продукции.

## **Лекция 9. ТЕХНОЛОГИЯ СТЕРИЛИЗОВАННЫХ КОНСЕРВОВ**

- 9.1. Технология мясных консервов.
- 9.2. Технология рыбных консервов.
- 9.3. Технология молочных консервов.

Производство консервов основано на принципе разрушения основных форм микроорганизмов – как вегетативных, так и спорообразующих – под воздействием высокой температуры (выше 100°C) на продукт, упакованный в герметичную тару (принцип термоабииоза).

### ***9.1. Технология мясных консервов***

Мясные консервы по виду сырья и характеру обработки классифицируют на мясные, консервы из субпродуктов и крови, мясорастительные (с бобовыми, крупами, овощами и макаронными изделиями) и консервы из мяса птиц и кроликов. Для производства консервов сырье используют в живом, охлажденном или мороженом виде. При приемке определяют массу и упитанность животных. Замороженное мясо размораживают до 1 – минус 1°C

в центре блока и бедра полутуши (четвертины). Размораживание проводят в основном на воздухе: при температуре 15–20°C – в течение суток (при этом потери тканевого сока достигают до 2%), при температуре 0–8°C – в течение 2–3 суток (без потерь тканевого сока). При разделке говядины отделяют лопаточную, шейную, спинно-реберную, грудную, поясничную, тазобедренную и крестцовую части. Свинину и баранину разделяют на лопатку, окорок (передний и задний) и туловище. Для консервирования используют все части (отруба).

Разделка включает обвалку и жиловку. *Обвалка* – это отделение мышечной, жировой и соединительной ткани от костей. *Жиловка* заключается в удалении грубых соединительно-тканых образований, хрящей, сосудов и остатков кости.

Перед фасовкой мясо нарезают на куски массой 30–200 г в зависимости от вместимости банки. Резку проводят на мясорезательных машинах с дисковыми ножами. При производстве фаршевых консервов мясо измельчают на волчке. Для паштетов мясо подвергают тонкому измельчению на куттере. Предварительную тепловую обработку производят следующими способами:

- бланшированием в котлах-бланширователях в кипящей воде или с добавлением кипящей воды в течение 30–40 мин. При закладке на бланширование мясо пересыпают солью и перцем. При этом оно теряет 30–40% воды, происходит частичная инактивация ферментов, уничтожается вегетативная микрофлора, мясо становится мягким;

- обжариванием: куски нарезанного мяса обжаривают в зависимости от вида консервов на свином или костном жире, подсолнечном или сливочном масле. Длительность обжаривания составляет 8–45 мин в зависимости от размера кусков (при температуре 130–150°C). В процессе обжаривания жир проникает в мясо, поверхностные слои мяса обезвоживаются и уплотняются, образуется золотистая корочка, появляется своеобразный вкус и аромат. Коллаген (10–20% от всех белков) переходит в растворимый глютин, благодаря чему мясо становится нежным;

- холодным и горячим копчением.

При производстве натуральных консервов (в собственном соку) мясо не подвергают предварительной тепловой обработке (например, «Завтрак туриста»). В первом случае соль добавляют непосредственно в банку, во втором – солят до расфасовки.

Нарезанное на кусочки мясо фасуют в банки вручную или с помощью автоматов. Фаршевые или паштетные консервы фасуют с помощью шприцев-дозаторов. В соответствии с рецептурой в банки закладывают другие компоненты (перец, пряности, лук, соусы и т. п.). Закатку банок осуществляют на вакуум-закаточных машинах.

Учитывая значительное содержание жира, низкий коэффициент теплопроводности мяса и высокую термоустойчивость микрофлоры, мясные консервы для получения полной стерильности должны обрабатываться при высоких температурах (117–130°C). Жесткий режим стерилизации ведет к значительной денатурации белковых веществ, переходу коллагена в глютин и его распаду, что способствует образованию низкомолекулярных соединений, снижающих способность к студнеобразованию. Мясо становится крошливым, более сухим и жестким. Происходит изменение азотистых экстрактивных веществ, участвующих в формировании вкуса и аромата мясных консервов.

Для получения консервов более нежной консистенции снижают температуру стерилизации до 108–112°C, ограничиваясь частичной летальностью. Такие консервы хранят при температуре не выше 10–15°C в течение года. Для отдельных видов консервов с целью повышения их биологической ценности температуру стерилизации снижают до 70–80°C. Такие консервы называются пастеризованными. Их хранят при температуре 0–5°C в течение 6 месяцев. Деликатесные консервы (антрекот, ветчина и т. п.) обрабатывают поэтапно, подвергая их двух- или трехкратной пастеризации с интервалом между обработками до 20–28 ч (при температуре 35–40°C). Этот процесс получил название *тиндализации*. Такие консервы хранятся при температуре 0–5°C в течение года.

Хранение мясных консервов производят в охлаждаемых и неохлаждаемых сухих, хорошо проветриваемых помещениях при температуре 0–15°C и влажности 75% в течение 4–6 лет.

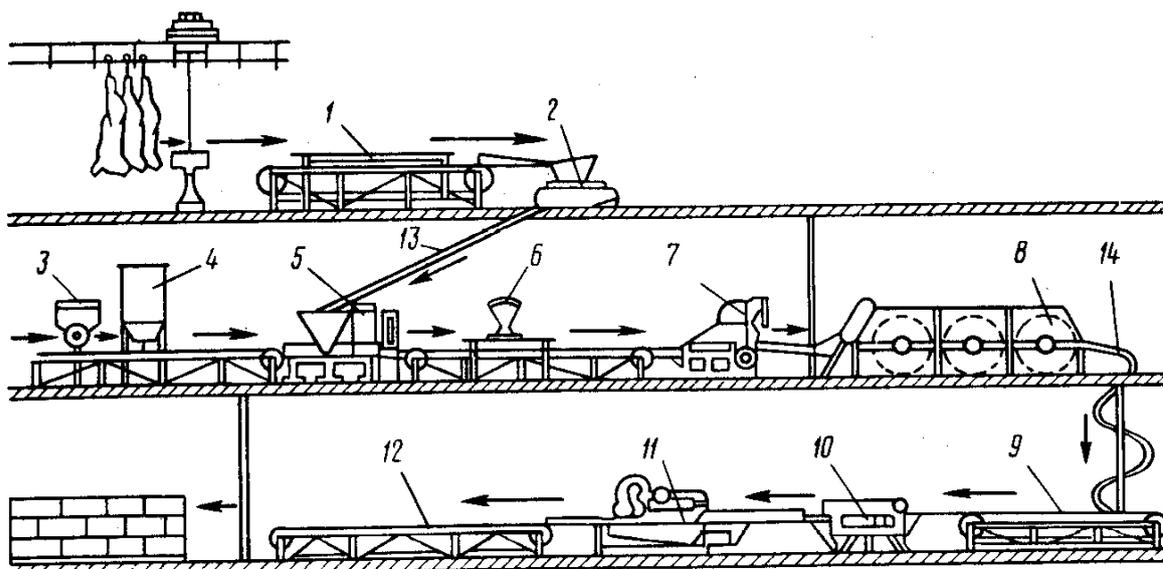


Рис. 31. Линия производства консервов «Мясо тушеное»:

- 1 – конвейер обвалки и жиловки; 2 – мясорезательная машина; 3 – дозатор соли и перца;  
 4 – дозатор жира; 5 – автоматический дозатор мяса; 6 – весы для контрольного взвешивания;  
 7 – автоматическая вакуум-закаточная машина; 8 – стерилизатор непрерывного действия;  
 9 – стол сортировки; 10 – этикетировочная машина; 11 – машина для смазки банок;  
 12 – конвейер упаковки консервов; 13 – лоток для мяса; 14 – лоток для консервов

Линия производства консервов «Мясо тушеное» приведена на рис. 31.

## 9.2. Технология рыбных консервов

Технологическая схема приготовления консервов включает операции приема сырья, разделки, порционирования, посола, предварительной термической обработки (бланширование, подсушка, обжарка, горячее копчение), расфасовки в банки, заливки масла или соуса, закатки, стерилизации, мойки, маркирования, хранения и реализации.

На производство консервов направляют живую, охлажденную или мороженую рыбу. Разделку рыбы и ее порционирование производят с помощью машин или вручную. Посол кусочков рыбы выполняют в рассоле до содержания соли 1,5–2,0% или вносят соль непосредственно в банку.

При изготовлении большинства видов консервов рыбу перед укладкой в банки подвергают предварительной термической обработке. Исключение составляет только рыба для натуральных консервов и, реже, консервов в томатном соусе. Во всех остальных случаях рыбу предварительно бланшируют, обжаривают, подсушивают или коптят. Цель этой обработки – удаление части воды из сырья, улучшение вкусовых качеств консервируемого продукта, расширение ассортимента консервов. Удаление воды необходимо для предотвращения разбавления добавляемого в банку масла или заливки при стерилизации.

Бланширование – кратковременная термическая обработка рыбы острым паром, горячей водой или раствором соли. Чаще рыбу бланшируют острым паром при температуре 95–100°C в течение 10–20 мин. Процесс осуществляют на сетчатых решетках или непосредственно в банках.

Подсушивание – процесс частичного обезвоживания рыбы путем обработки ее нагретым воздухом.

Обжаривание – процесс тепловой обработки рыбы в нагретом до 140–190°C растительном масле в течение 3–5 мин. Обжарку используют для придания консервам новых вкусоароматических свойств.

Горячее копчение применяется для придания консервам новых вкусоароматических свойств и привлекательного внешнего вида.

После расфасовки рыбы в банки, добавления масла или заливки и герметизации банок на вакуум-закаточных машинах банки с рыбой направляют на стерилизацию. Стерилизация – основной процесс консервного производства. Главной ее целью является уничтожение микроорганизмов, способных вызвать порчу консервируемых продуктов или образование в них токсинов, опасных для здоровья человека. При стерилизации происходит также доведение продукта до кулинарной готовности. Стерилизацию проводят при температуре 112–100°C в течение 30–85 мин в автоклавах.

Формула стерилизации имеет следующий вид:

$$\frac{a-b-c}{t^0},$$

где  $a$  – продолжительность продувки автоклава и подъема давления до температуры стерилизации;

$b$  – время собственно стерилизации;

$c$  – продолжительность снижения давления и охлаждения консервов в автоклаве;

$t^0$  – температура стерилизации, °C.

В начальный период хранения, называемый созревaniem, в консервах протекают процессы, способствующие улучшению вкуса, консистенции и запаха (пропитывание рыбы выделившимся в процессе стерилизации бульоном или введенными при фасовке заливками, перераспределение воды, жира, соли и других компонентов и добавок, включая пряности). Продолжительность созревания рыбных консервов в зависимости от их вида составляет 2–6 месяцев. Только после созревания консервы направляют на реализацию.

В зависимости от вида предварительной термической обработки и используемого сырья консервы подразделяют на натуральные (в собственном соку, бульоне, желе или с добавлением масла), в масле (из копченой, обжаренной, подсушенной или бланшированной рыбы), в томатном соусе (из обжаренной и, реже, сырой рыбы), рыбоовощные консервы, паштеты и фаршевые консервы, консервы из нерыбных объектов.

*Натуральные консервы.* Рыбу разделяют на куски или тушки, которые укладывают в банки без предварительной тепловой обработки, добавляют соль, перец и лавровый лист (рыба в собственном соку). Для улучшения вкусовых характеристик консервов в банки может быть добавлено растительное масло. При изготовлении консервов в бульоне рыбу сначала бланшируют, а потом добавляют бульон, сваренный из отходов, получаемых при разделке этой же рыбы. Затем банки закатывают, стерилизуют и направляют на хранение. Продолжительность созревания для натуральных консервов составляет 1–2 месяца. Хранят натуральные консервы при температуре 0–5°C и влажности воздуха 70–75% до 2 лет.

*Консервы в масле* вырабатывают из копченой, бланшированной, подсушенной или обжаренной рыбы. В соответствии с видом предварительной обработки выпускают рыбу подкопченую в масле (шпроты в масле и др.), рыбу бланшированную в масле (сайра в масле и др.) и рыбу обжаренную в масле.

После расфасовки рыбы в банки к ней добавляют душистый перец, гвоздику, лавровый лист и при необходимости соль, заливают растительным маслом и направляют на стерилизацию. Качество масла в значительной степени влияет на качество консервов. В готовых консервах должно быть 75–90% рыбы и 10–25% масла. Чтобы консервы в масле приобрели свойственный им (стандартный) вкус, аромат и консистенцию, их необходимо выдерживать для созревания в течение 3–4 месяцев.

Консервы в масле хранят при температуре 0–20°C и влажности 70–75% в течение 3 лет. Не допускается замораживание консервов (происходит снижение прочностных характеристик кусочков рыбы), а также их хранение при периодически меняющемся температурном режиме.

*Консервы в томатном соусе* вырабатывают из обжаренной, бланшированной или подсушенной рыбы. После предварительной тепловой обработки (или без нее) рыбу укладывают в банки, добавляют горячий томатный соус, закатывают и стерилизуют. Качество используемой при этом томатной пасты имеет большое значение.

После направления консервов на склад их выдерживают для созревания в течение 2–3 месяцев. Хранят консервы в томатном соусе при температуре 0–10°C в течение 1–2 лет.

*Другие виды консервов.* При изготовлении *рыбоовощных* консервов обжаренную или бланшированную рыбу фасуют в банки, в которые заранее заложена часть обжаренных овощей и томатного соуса. Остальное количество овощей и соуса помещают поверх кусков или тушек рыбы. Наполненные продуктом банки закатывают и направляют на стерилизацию.

Паштеты (паштет шпротный и др.) и фаршевые консервы (тефтели, котлеты и т. п.) вырабатывают из рыбы, печени и икры тресковых, а также из обжаренной, подсушенной, бланшированной, копченой рыбы или кусочков, являющихся отходами, пригодными в пищу, с добавлением лука, соли, пряностей, томатной или другой заливки. При производстве паштетов все компоненты измельчают на волчке и пропускают через протирочную машину. Паштеты или фарш тщательно перемешивают в фаршемешалках, фасуют в банки и стерилизуют.

Среди нерыбных объектов промысла для производства натуральных консервов преимущественно используют кальмаров и крабов, причем крабов подвергают предварительной тепловой обработке – варке (8–18 мин), а для консервов в томатном соусе – бурые водоросли (ламинарию), которую предварительно подвергают варке в воде в течение 20–30 мин.

### **9.3. Технология молочных консервов**

Сгущенные молочные консервы подразделяют на следующие виды:

- консервированные стерилизацией (сгущенное стерилизованное молоко, сгущенное стерилизованное обезжиренное молоко, стерилизованные сливки);
- консервированные повышением осмотического давления путем добавления сахара (молоко, сгущенное с сахаром, сливки, сгущенные с сахаром, молоко обезжиренное, сгущенное с сахаром, какао со сгущенным молоком и сахаром, кофе со сгущенным молоком и сахаром, какао со сгущенными сливками и сахаром).

Технологический процесс производства молочных консервов включает такие операции, как приемка молока, очистка, охлаждение, кратковременное хранение, нормализация, пастеризация, сгущение и охлаждение.

Молоко принимают в соответствии с требованиями стандарта (ГОСТ 13264). При этом оценивают вкус, запах и цвет молока, определяют механическую и бактериальную загрязненность, кислотность, плотность и содержание жира. Для очистки молока от механических примесей применяют сепараторы, т. е. молокоочистители.

Нормализация – это операция по повышению или понижению массовой доли жира или сухих обезжиренных веществ при обработке питьевого молока или отдельных молочных продуктов (кисломолочные продукты, творог, молочные консервы и т. д.), при этом для нормализации используют сливки или обезжиренное молоко. Состав молочных консервов по содержанию воды, сухих веществ и жира должен соответствовать требованиям стандарта. Для достижения этой цели предварительно составляют смесь, в которой соотношение между содержанием жира и сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) соответствует требуемому соотношению между этими компонентами в готовом продукте. Нормализацию молока осуществляют по специальным формулам и таблицам.

Пастеризацию молочной смеси производят для уничтожения микрофлоры и снижения разности между температурой молока, поступающего в вакуум-аппарат, и температу-

рой его кипения при сгущении. Пастеризацию проводят при температуре 87–95°C. Затем молоко быстро охлаждают (при производстве сгущенных сливок) и гомогенизируют для предупреждения отстоя жира.

Сгущение молочной смеси производят в специальных вакуумных выпарных установках. Сюда же поступают соответствующие рецептуре наполнители: сахарный сироп, кофе и какао. Молочная смесь сгущается в результате кипения и испарения. Для выработки молочных консервов применяют вакуумное выпаривание при температуре 50–70°C. В таких условиях свойства молока почти не изменяются.

Сгущенное молоко с сахаром, сгущенное нежирное молоко с сахаром, какао и кофе со сгущенным молоком и сахаром, кофе со сгущенными сливками и сахаром, сгущенные сливки с сахаром расфасовывают в жестяные банки № 7 (325 см<sup>3</sup>), алюминиевые тубы и деревянные или фанерно-штампованные бочки емкостью 50 дм<sup>3</sup>. В крупную тару расфасовывают молоко, предназначенное для промышленной переработки на кондитерских фабриках, столовых и т. п.

Банки предварительно моют горячей (85–95°C) водой, обрабатывают острым паром и сушат горячим воздухом (120°C). Наполненные продуктом банки закатывают на автоматической закаточной машине и направляют на склад готовой продукции. Сгущенные молочные консервы с сахаром хранят при температуре 0–10°C и влажности 75–85% не более года в герметичной таре и не более 8 месяцев в негерметичной таре (бочках). Замораживание сгущенной продукции при низких отрицательных температурах не отражается на ее свойствах.

При производстве сгущенного стерилизованного молока и сливок последовательность операций сохраняется. Характерные отличия заключаются в двух операциях. Нормализованную смесь пастеризуют при 95°C с выдержкой 10 мин, а после сгущения молоко направляют на гомогенизацию. Второй отличительный момент заключается в том, что после расфасовки молока или сливок в банки их подвергают стерилизации. Стерилизовать молоко можно и до расфасовки, нагревая его в потоке при температуре 130–150°C в течение 2–3 мин с последующим охлаждением, гомогенизацией, розливом в банки и направлением на склад готовой продукции.

Стерилизацию продукта в банках производят при температуре 117°C в течение 15–20 мин (с предварительным подогревом в течение 30–35 мин). Стерилизация сгущенного молока и сливок вызывает некоторые изменения его компонентов. Молочный сахар частично вступает в реакцию с белками, в результате чего образуются меланоидины, изменяющие цвет продукта от белого до желтого или кремового. Казеин молока и жировая фаза практически не изменяются.

Хранят сгущенную продукцию без сахара при температуре 0–10°C и влажности не выше 85% не более 12 месяцев, при температуре не выше 20°C – 4 месяца. Отрицательные температуры могут вызвать изменение консистенции сгущенного стерилизованного молока и сливок.

#### *Контрольные вопросы*

1. Приведите классификацию рыбных консервов.
2. Какие требования предъявляются к сырью, направляемому на производство консервов?
3. Охарактеризуйте способы предварительной тепловой обработки при производстве консервов. Какими изменениями они сопровождаются?
4. Какие дефекты консервов вы знаете?
5. Приведите ассортимент мясных стерилизованных консервов.
6. Приведите технологию производства мясных консервов (тушенки, паштета, фарша колбасного, ветчины).
7. Какими факторами обуславливается режим стерилизации?
8. На каком биологическом принципе основан процесс производства стерилизованных консервов?
9. Какая тара применяется для производства консервов?
10. Как подготавливают тару перед укладкой в нее полуфабриката?

11. Каковы условия и сроки хранения консервов?
12. Какие изменения происходят с полуфабрикатом при стерилизации?
13. Какие виды заливок и соусов применяются в консервном производстве?
14. В чем заключается особенность режима стерилизации консервов в масле?
15. Что такое эксгаустирование? Какие способы эксгаустирования вы знаете?
16. Для каких видов консервов применяется тепловое эксгаустирование?
17. Для каких консервов применяют вакуум-закаточные машины? безвакуумные машины?
18. Приведите классификацию молочных консервов.
19. Каким образом производится сгущение молочной смеси?

## Лекция 10. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУФАБРИКАТОВ

- 10.1. Технология мясных полуфабрикатов.
- 10.2. Технология рыбных полуфабрикатов.

### 10.1. Технология мясных полуфабрикатов

Мясные полуфабрикаты – это продукция на основе мяса теплокровных животных, предварительно подготовленная к тепловой обработке.

**Натуральные полуфабрикаты.** *Крупнокусковые полуфабрикаты из говядины:* вырезка – поясничная мышца; толстый край – мышца спины; тонкий край – надпозвоночные мышцы, заднетазовая часть, лопаточная часть, подлопаточная часть, грудная часть; котлетное мясо – куски мякоти различной величины из разных частей туши (рис. 32).

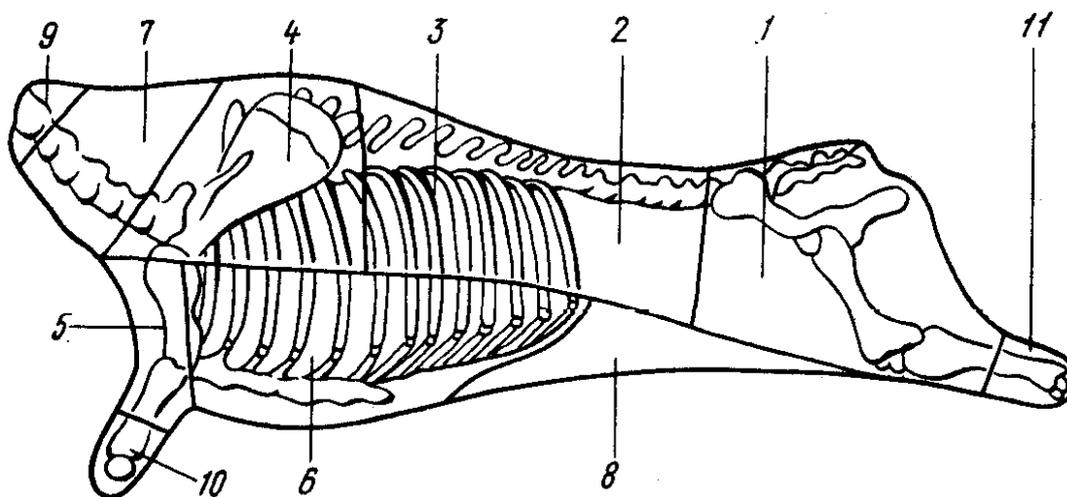


Рис. 32. Схема разделки говяжьей полутуши на крупнокусковые полуфабрикаты:  
 1 – тазобедренная часть; 2 – поясничная часть; 3 – спинная часть;  
 4 – лопаточная часть (лопатка, подплечный край); 5 – плечевая часть; 6 – грудная часть;  
 7 – шейная часть; 8 – пашина; 9 – зарез; 10 – передняя голяшка; 11 – задняя голяшка

*Крупнокусковые полуфабрикаты из свинины:* корейка – мякоть спинной и поясничной частей; окорок – заднетазовая часть, лопатка; грудина – грудные мышцы; шея – шейная часть; котлетное мясо – куски мяса различной величины из различных частей туши (рис. 33).

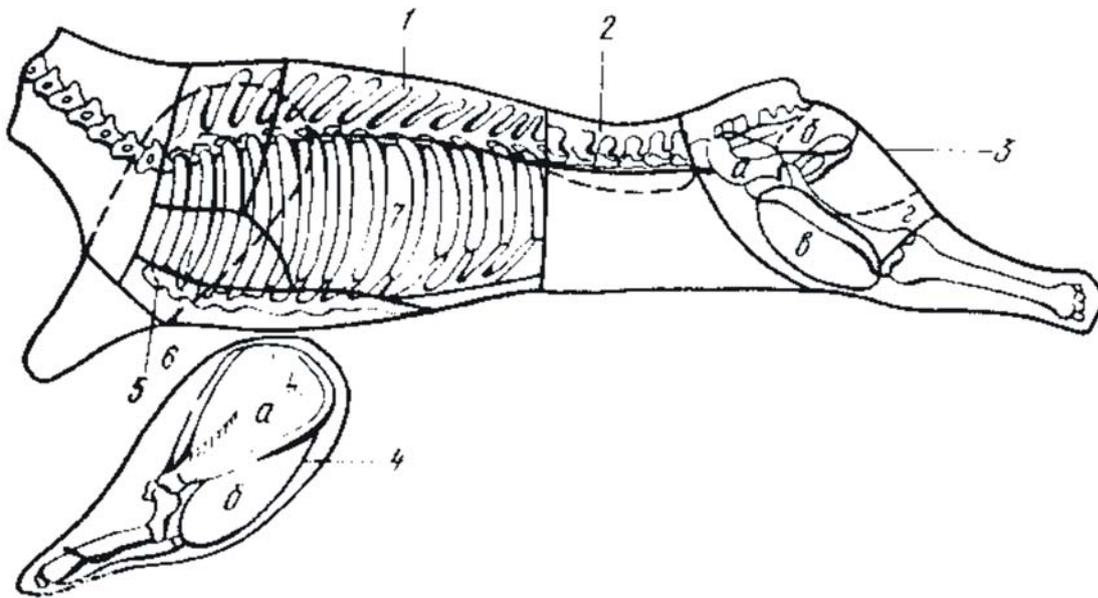


Рис. 33. Схема разделки свиной полутуши на крупнокусковые полуфабрикаты:  
 1 – грудинка; 2 – шейно-подлопаточная часть; 3 – лопаточная часть; 4 – корейка; 5 – вырезка; 6 – окорок

Порционные полуфабрикаты из говядины получают из крупнокусковых полуфабрикатов или из отдельных частей туш:

- бифштекс – кусок мякоти неправильной округлой формы толщиной 20–30 мм (из вырезки);
- филе – кусок неправильной округлой формы толщиной 40–50 мм (из вырезки);
- антрекот – кусок мякоти овально-продолговатой формы толщиной 15–20 мм (из толстого и тонкого краев);
- лангет – два разных по массе куса мякоти неправильной формы толщиной 10–12 мм (из вырезки);
- ромштекс – кусок мякоти овально-продолговатой формы толщиной 8–10 мм (из толстого и тонкого краев заднетазовой части);

Порционные полуфабрикаты из свинины:

- эскалоп – два равных по массе куса мякоти овально-плоской формы толщиной 10–15 мм (из спинной и поясничной частей);
- шницель – один или два куса мякоти одинаковой массы, овально-продолговатой формы толщиной 20–30 мм (из заднетазовой частей);
- котлета натуральная – кусок мякоти овально-плоской формы (из спинной и поясничной частей);
- свинина духовая – один или два равных по массе куса мякоти неправильной овальной формы толщиной 20–25 мм (из лопаточной и шейной частей).

Мелкокусковые полуфабрикаты из говядины:

- бефстроганов – брусочки мяса массой 5–7 г и длиной 30–40 мм (из вырезки, заднетазовой части, толстого и тонкого краев);
- поджарка – кусочки мяса массой 10–15 г (из заднетазовой части, толстого и тонкого краев);
- азу – брусочки мяса массой 10–15 г (из кусков заднетазовой части);
- гуляш – кусочки мяса массой 20–30 г (из лопаточной и подлопаточной частей);
- суповой набор – мясокостные кусочки массой 100–200 г (из различных частей туши).

Мелкокусковые полуфабрикаты из свинины:

- поджарка и гуляш – то же, что из говядины;
- рагу – мясокостные кусочки массой 40–60 г (из различных частей туши).

Срок хранения охлажденных натуральных полуфабрикатов при температуре не выше 10°C – до 2 суток, мороженых при температуре не выше минус 10°C – до 1 месяца.

**Панированные полуфабрикаты.** Некоторые виды натуральных полуфабрикатов из говядины и свинины выпускают в панировке. Мелкокусковой полуфабрикат (ромштекс, котлета натуральная и шницель – кусок мякоти окорока толщиной 15–20 мм) развешивают на порции, слегка отбивают с обеих сторон, смачивают в лезоне (яйцо, 10 г воды и 1 г соли) и обваливают в панировочных сухарях. Порционные полуфабрикаты упаковывают в пергамент или целлофан, укладывают на лотки и отправляют на реализацию.

Срок хранения охлажденных панированных полуфабрикатов при температуре не выше 3°C составляет 1 сутки, мороженых – несколько месяцев.

**Рубленые полуфабрикаты** готовят из фарша свинины, баранины, домашней птицы и кроликов. В фарш добавляют хлеб, лук, воду, соль и пряности, затем все компоненты перемешивают в фаршемешалке.

Рубленые полуфабрикаты (котлеты различных видов, шницели, бифштексы, тефтели, зразы) формуют на формовочных автоматах или вручную.

Срок хранения охлажденных рубленых полуфабрикатов при температуре не выше 6°C составляет 24 ч, при температуре 0°C – 72 ч, мороженых при температуре не выше минус 10°C – до 1 месяца.

**Фарш натуральный.** В зависимости от вида сырья фарш мясной натуральный подразделяют на говяжий, свиной, особый (50% свинины, 20% говядины, 30% соевого белка). Фарш готовят из жилованого мяса с содержанием соединительной ткани не более 20%. Измельчение проводят на волчке с диаметром отверстий решетки 2 мм.

Фарш расфасовывают порциями по 250, 500 и 1000 г. Фарш, предназначенный для предприятий общественного питания, укладывают в лотки.

Охлажденный фарш хранят 14 ч при температуре не выше 6°C, а при температуре не выше 4°C – 48 ч.

**Пельмени.** Для изготовления пельменей используют говядину, свинину, баранину и субпродукты в виде фаршевых смесей с добавлением жира, лука, яиц, соли, сахара, перца и чеснока. Изготавливают пельмени на специальных автоматах или вручную, затем замораживают до температуры не выше минус 15°C и хранят в течение 10 суток.

## 10.2. Технология рыбных полуфабрикатов

Рыбные полуфабрикаты – это мороженая, реже охлажденная рыба, разделанная, упакованная в крупную или мелкую потребительскую тару и предназначенная для дальнейшей тепловой или другой обработки. Рыбные полуфабрикаты выпускают для промышленной переработки, сети общественного питания (столовых, больниц, детских дошкольных учреждений, школ и т. п.), а также для реализации через торговую сеть. Рыбные полуфабрикаты поступают в продажу в основном в мороженом виде.

Приготавливают рыбные полуфабрикаты таких видов, как рыба разделанная мороженая, суповые наборы, котлеты, пельмени, фарш пищевой.

**Рыба разделанная мороженая** (тушка, спецразделки, спинка, филе, филе-кусочки и т. п.). Продукт упаковывают в полимерную или картонную тару массой до 1 кг. Возможно предварительное подсаливание продукта, покрытие жидким тестом, панирование, внесение добавок и т. п. Используют для приготовления вторых блюд.

**Суповые наборы мороженые** – смесь пищевых отходов, образующихся при разделке осетровых, лососевых рыб, а также скумбрии и ставриды (головы, хрящи, теша, срезки мышечной ткани). Предназначены для приготовления ухи и рыбных супов. Хранят рыбу мороженую разделанную и суповые наборы при температуре не выше минус 13°C в течение 4–8 месяцев.

**Котлеты рыбные** готовят из рыбного фарша с добавлением хлеба, жареного лука, соли, перца и яиц. Котлеты формуют с помощью котлетного автомата, панируют мукой,

сухарями, охлаждают или замораживают. Охлажденные котлеты хранят 12 ч, замороженные – 10 суток.

*Пельмени* рыбные и из кальмаров готовят из фарша и теста. Формуют готовые пельмени на пельменных автоматах. Срок хранения мороженых пельменей при температуре минус 8°C – 10 суток.

*Фарш рыбный пищевой мороженный и продукция на его основе.* Рыбный фарш – это измельченное мясо рыбы, отделенное механическим способом от несъедобных частей, подвергнутое дополнительной технологической обработке для увеличения срока хранения, сформированное в блоки (полублоки) и замороженное.

Технология рыбного фарша относится к современным процессам переработки рыбы, которые открывают новые возможности в области рационального использования рыбного сырья и в особенности малоценной в пищевом отношении рыбы.

Основные виды продукции из рыбного фарша – это начинка для пирогов, пирожков и пельменей; основной компонент для приготовления фаршированной рыбы; рыбные и крабовые палочки; рыбные сосиски и колбасы; формованные изделия горячего и холодного копчения; формованные вяленые изделия.

#### *Контрольные вопросы*

1. Охарактеризуйте крупнокусковые полуфабрикаты из говядины.
2. Охарактеризуйте крупнокусковые полуфабрикаты из свинины.
3. Опишите схему разделки говяжьей туши на крупнокусковые полуфабрикаты.
4. Опишите схему разделки свиной туши на крупнокусковые полуфабрикаты.
5. Охарактеризуйте порционные полуфабрикаты из говядины.
6. Охарактеризуйте порционные полуфабрикаты из свинины.
7. Охарактеризуйте мелкокусковые полуфабрикаты из говядины.
8. Охарактеризуйте мелкокусковые полуфабрикаты из свинины.
9. Приведите ассортимент и характеристику панированных мясных полуфабрикатов.
10. Приведите ассортимент и характеристику рубленых мясных полуфабрикатов.
11. Приведите технологию приготовления фарша мясного натурального.
12. Приведите технологию приготовления мясных пельменей.
13. Охарактеризуйте рыбные полуфабрикаты.
14. Приведите технологию приготовления рыбных суповых наборов мороженых.
15. Приведите технологию приготовления рыбных котлет.
16. Приведите технологию рыбных пельменей.
17. Приведите технологию приготовления рыбного фарша.
18. Каковы условия хранения мясных и рыбных полуфабрикатов?
19. Приведите технологию приготовления рыбы разделанной мороженой.

## **Лекция 11. ТЕХНОЛОГИЯ КУЛИНАРНЫХ ПРОДУКТОВ**

11.1. Технология мясных и колбасных изделий.

11.2. Технология рыбных кулинарных изделий.

### ***11.1. Технология мясных и колбасных изделий***

Колбасы – это продукция на основе мясного фарша в оболочке, доведенная до состояния готовности с помощью различных режимов тепловой обработки.

Для приготовления колбас используют говядину, свинину, конину, баранину, субпродукты, жировое сырье, кровь, молочные продукты, белковый стабилизатор, куриные

яйца, мучные продукты, лук, чеснок, пряности, соль, сахар, нитрит натрия, колбасные оболочки и другие продукты.

Для улучшения органолептических показателей колбас при их производстве используют следующие добавки:

- повышающие интенсивность и стабильность цвета (аскорбиновая кислота и ее натриевые соли, никотиновая кислота, нитрит натрия и др.);
- повышающие влагоудерживающую способность фарша (фосфаты и др.);
- улучшающие вкус и аромат (глутаминат натрия и др.);
- дополнительные источники белка (плазма и сыворотка крови, сухое обезжиренное молоко, казеинат натрия и кальция, соевый белок);
- замедляющие окисление жира (токоферолы, бутилоксианизол, бутилокситолуол, галлаты);
- консерванты (сорбиновая кислота и ее натриевая соль).

По способу обработки и типу сырья мясные изделия подразделяют на вареные, полукопченые, копченые, ливерные, кровяные, зельцы, мясные паштеты и мясные студни.

Технологическая схема приготовления колбасных изделий включает обвалку, жиловку и сортировку мяса, измельчение, посол, созревание, измельчение, наполнение оболочки фаршем, осадку, термическую обработку, охлаждение, упаковку и реализацию.

*Вареные колбасные изделия.* К этой группе мясных изделий относят вареные и фаршированные колбасы, мясные хлебы, сосиски и сардельки.

Вареные колбасы вырабатывают из измельченного мяса, предварительно посоленного и выдержанного, с добавлением шпика, пряностей и других продуктов. Эти изделия заключены в оболочку и подвергнуты обжарке, варке и охлаждению. В зависимости от состава сырья и рецептуры колбасы подразделяют на три сорта: высший, первый и второй.

Упакованную с помощью шприцев-дозаторов в оболочку колбасу обжаривают в печах камерного типа горячим воздухом или дымом при температуре 90–110°C в течение 1–3 ч. После этого колбасу направляют на варку паром или в воде при температуре 75–85°C в течение 0,5–3,0 ч. «Столичную» колбасу подвергают, кроме варки, еще и копчению при температуре 40–45°C в течение 7 ч. После охлаждения колбасу упаковывают и направляют на реализацию. Содержание соли в готовых колбасах составляет 2,2–3,5%, содержание воды для колбасы высшего сорта – не более 53–65%, первого сорта – не более 63–75%.

Хранят вареные колбасы при температуре не выше 8°C и влажности воздуха 75–80%: 1 и 2 сорта – 48 ч, высшего – 72 ч, «Столичную» – до 5 суток.

Фаршированные колбасы отличаются от традиционных вареных колбас тем, что в измельченную колбасную смесь при формировании закладывают язык или его кусочки (языковая колбаса), кусочки шейки, языка, шпика в виде слоя (слоеная колбаса).

Батоны колбасы варят при температуре 75–80°C в течение 3–4 ч в воде или паром, затем охлаждают в воде под душем. Режимы и сроки хранения такие же, как и для традиционных вареных колбас. Мясные хлебы запекают в специальных формах при температуре 125–150°C в течение 2,5–4,0 ч. Хранят мясные хлебы при температуре не выше 8°C до 3 суток.

Сосиски и сардельки вырабатывают по технологии вареных колбас.

*Полукопченые колбасы* относят к довольно стойким в хранении продуктам. В зависимости от применяемого сырья их делят на следующие сорта:

- высший сорт – «Краковская», «Полтавская», «Армавирская», «Охотничьи колбаски» и др.;
- первый сорт – «Одесская», «Украинская», «Свиная» и др.;
- второй сорт – «Польская», «Семипалатинская» и др.

Сырьем для производства полукопченых колбас являются полужирная свинина и грудинка, измельченные сравнительно крупными кусочками, которые образуют рисунок, характерный для колбасы определенного вида.

После наполнения с помощью шприца колбасных оболочек готовые колбасы подвергают следующим видам обработки:

- обжаривание (горячее копчение) при температуре 80–100°C в течение 60–90 мин до полного подсыхания оболочки и покраснения поверхности батонов;
- варка паром или в воде при температуре 75–85°C в течение 40–60 мин;
- охлаждение в течение 3 ч до температуры 20°C;
- копчение (полугорячее) при температуре 35–50°C в течение 12–24 ч.

Содержание хлористого натрия в готовой продукции составляет от 2,5 («Украинская») до 4,5% (остальные виды), воды – от 35,0 («Охотничьи колбаски») до 50,0% (остальные виды).

Полукопченые колбасы, упакованные в картонную, деревянную или другую тару, хранят при температуре не выше 12°C и влажности 75% до 10 суток, при температуре не выше 6°C – до 15 суток, при температуре минус 7 – минус 9°C – до 3 месяцев. Допускается хранение этих колбас при температуре 20°C до 3 суток.

*Копченые колбасы.* В зависимости от способа изготовления копченые колбасы подразделяют на варено-копченые и сырокопченые (твердокопченые). Разновидностью сырокопченых колбас являются сыровяленые колбасы, которые не подвергают копчению, а длительное время сушат. При этом происходит созревание колбасы.

*Варено-копченые колбасы* в зависимости от качества используемого сырья подразделяют на первый и второй сорта («Московская», «Деликатесная», «Сервелат» и др.).

При производстве варено-копченых колбас наполненные фаршевой смесью колбасные оболочки подвергают осадке (созреванию) в течение 24–48 ч при температуре 4–8°C, затем коптят при температуре 70–80°C в течение 1–2 ч (полугорячее копчение). После этого батоны варят при температуре 70–73°C в течение 45–90 мин паром или в воде. После варки колбасу охлаждают и вторично коптят при температуре 32–35°C в течение 48 ч. Допускается приготовление колбас без первичного копчения, при этом копчение проводится при более высокой температуре (40–50°C) в течение 48 ч. После копчения колбасу сушат в течение 2–3 суток при температуре 10–12°C и относительной влажности воздуха 75–78% до приобретения плотной консистенции и стандартной влажности. Содержание воды в готовой продукции должно быть не более 38–43%, хлористого натрия – не более 5,0%. Хранят варено-копченые колбасы при относительной влажности воздуха 75–78% и температуре 12–15°C в течение 15 суток, при температуре 0–4°C – не более месяца, при температуре минус 7 – минус 9°C – до 4 месяцев.

*Сырокопченые колбасы (твердокопченые)* в зависимости от качества сырья относятся к высшему или первому сорту и являются наиболее стойкими в хранении. При производстве сырокопченых колбас большое внимание уделяют качеству сырья, поскольку оно не подвергается воздействию высоких температур. Лучшим сырьем являются задние и лопаточные части туши без жировых отложений. Выпускают сырокопченые колбасы следующих видов: «Московская», «Любительская», «Сервелат», «Свиная», «Столичная», «Польская», «Суджук», «Советская» и др.

Сформованные батоны направляют на осадку в течение 5–7 суток при температуре 2–4°C. После осадки батоны коптят в течение 2–3 суток при температуре 18–22°C. После копчения колбасу сушат в течение 25–30 суток при температуре 10–12°C и относительной влажности воздуха 75–78%. В готовой продукции содержание воды должно быть не более 25–30%, хлористого натрия – не более 3%. Хранят колбасы при температуре 12–15°C и относительной влажности воздуха 75–78% не более 4 месяцев, при температуре минус 2 – минус 4°C – не более 6 месяцев, при температуре минус 7 – минус 9°C – до 9 месяцев.

*Ливерные колбасы.* Ливерные колбасы готовят преимущественно из вареных мясных продуктов (свиной щековины, мясной обрезки, субпродуктов и т. п.), жира, жареного лука, соли, пряностей и др. Большое содержание жира и тонкое измельчение фарша придают этим изделиям пастообразную консистенцию. Отличительной особенностью этих колбас является светло-серая оболочка.

Измельченные вареные мясные продукты и другие компоненты согласно рецептуре перемешивают (куттеруют) и формируют в натуральные оболочки с помощью шприцев. Ба-

тоны варят в паровых варочных камерах или в воде при температуре 80–85°C в течение 40–60 мин. После варки колбасу охлаждают холодной водой под душем. Содержание воды в готовой продукции составляет 55–70%, хлористого натрия – 1,5–2,0%.

Хранят ливерную колбасу при температуре 0–6°C и относительной влажности воздуха 75–80%: высшего сорта (яичную) и первого сорта (вареную и обыкновенную) – не более 48 ч, ливерную второго сорта – более 12 ч.

*Кровяные колбасные изделия* готовят из вареного мяса и субпродуктов, а также из сырой и вареной пищевой крови (до 50%). Ассортимент колбасных изделий следующий: колбаса «Домашняя», «Крестьянская», вареная первого и второго сорта, кровяная копченая и зельц «Красный». Отличительной особенностью колбас является темно-красный цвет и специфический вкус.

Фаршевую смесь подвергают тонкому измельчению, затем формуют батоны, которые варят в варочных камерах при температуре 80–90°C в течение 1–6 ч в зависимости от вида колбасы. После варки колбасу охлаждают и упаковывают.

При производстве кровяной копченой колбасы батоны после формования направляют на копчение. Процесс ведут при температуре 18–22°C в течение 8–12 ч. Содержание воды в готовой продукции составляет 50–75%, хлористого натрия – 2,0–3,5%.

Хранят колбасу при температуре 0–6°C и относительной влажности воздуха 75–80%: копченую – до 5 суток, колбасы высшего и первого сорта («Домашняя» вареная, «Крестьянская»), а также зельцы – не более 2 суток, колбасы третьего сорта – 12 ч.

*Зельцы.* К зельцам относят колбасные изделия, приготовленные из вареного мяса голов, щековины, рубца, застывших в желе. Зельцы имеют круглую или овальную форму, спресованную с обеих сторон, и на разрезе имеют вид мозаики.

При приготовлении зельцев колбасные оболочки наполняют фаршем, приготовленным в соответствии с рецептурой, и варят в пароварочных камерах или в воде при температуре 80–85°C в течение 2,5–3,5 ч. После варки зельцы охлаждают и подпрессовывают в течение 10–12 ч при температуре 0–4°C. Зельц «Русский» коптят 6–12 ч при температуре 20–30°C.

Содержание воды в зельце составляет от 50–55% («Русский», «Красный») до 60–75% (остальные виды), поваренной соли – 8,0%. Хранят зельцы при температуре 0–4°C и относительной влажности воздуха 75%: «Русский» – до 5 суток, «Белый» – до 2 суток, зельцы третьего сорта («Серый», говяжий, из рубца) – 12 ч.

*Мясные паштеты* – это тонкоизмельченный гомогенизированный продукт на основе вареного мяса, печени, субпродуктов, а также жира, соли, пряностей и других продуктов. Характерная особенность паштетов – отсутствие прочной связи между частицами, в результате чего паштет при разрезании может распадаться. При производстве паштетов приготовленный фарш подвергают тонкому измельчению и направляют на термическую обработку при температуре 80–85°C в течение 30–60 мин. Затем паштетную массу расфасовывают по 100–200 г.

Содержание воды в паштетах составляет 50–60%, содержание хлористого натрия – 1,6–2,0%. Хранят паштеты при температуре 0–8°C: в мелкой расфасовке – не более 48 ч, весовые паштеты – 24 ч.

*Мясные студни* – это мясные изделия с большим содержанием желирующих продуктов, связывающих компоненты смеси в единую массу. Их готовят из вареной свинины, щековины, мяса свиных голов, рубца, субпродуктов, жилок и свиной шкурки. Измельченное на крупные куски (8–20 мм) мясное сырье придает студням вид мозаики.

Вареные желирующие субпродукты добавляют в фарш в тонкоизмельченном виде, перемешивают с пряностями и концентрированным бульоном. Затем приготовленную массу разливают по формам или в оболочки большого диаметра и направляют на охлаждение при температуре 6°C до образования плотной массы. Содержание воды в студне не нормируется, содержание хлористого натрия составляет 2,0–2,5%. Хранят мясные студни при температуре 0–6°C не более 12 ч.

## 11.2. Технология рыбных кулинарных изделий

Изготавливают такие виды рыбных кулинарных изделий, как жареная, отварная, печеная, заливная, фаршированная рыба, рыбный студень, рыбные колбасы, сосиски и др.

*Жареная рыба* (кусками или тушками). При производстве жареной рыбы ее солят в тузлуке до содержания соли 1,5–2,0%, панируют и обжаривают в растительном масле при 150–170°C. Жареная рыба должна иметь равномерную корочку золотистого цвета, вкус и запах, свойственные рыбе данного вида, содержание соли 1,5–4,0%. Хранят жареную рыбу при температуре 8°C в течение 48 ч.

*Рыба отварная* (кусками или тушками). Рыбу солят в тузлуке до содержания соли в мясе 1,0–1,5%, варят в подсоленной воде 1,5–2,5 ч, охлаждают, укладывают на лотки и направляют на реализацию. Срок хранения отварной рыбы при температуре 0–8°C составляет не более 48 ч.

*Рыба печеная* вырабатывается из целой или разделанной рыбы. После посола и панировки ее запекают на противнях в печах или жарочных шкафах. Срок хранения печеной рыбы при температуре 0–5°C составляет 72 ч.

*Рыбу заливную* готовят из осетровых, лососевых, тресковых, камбаловых видов рыб. Куски рыбы отваривают, укладывают в формы и заливают концентрированным бульоном, сваренным из плавников этой же рыбы. При остывании бульон превращается в желе. Заливную рыбу хранят при температуре 0–8°C не более 12 ч.

*Студень рыбный* готовят из голов, плавников, срезов осетровых и других рыб. Их отваривают, отделяют кости и хрящи, мясо заливают бульоном. Хранят так же, как заливную рыбу.

*Рыбу фаршированную* приготавливают из рыбного фарша, филе, хлеба, лука, пряностей, соли, растительного масла и яиц. Фарш перемешивают с компонентами, заворачивают в половинку филе, а затем в целлофан или пергамент, варят до полной готовности и после охлаждения направляют на реализацию. Срок хранения – не более 48 ч при температуре 4–5°C.

*Рыба рубленая и рыбные пасты*. Рыбу рубленую готовят из соленой и рыбы холодного копчения. Рыбу разделяют и пропускают через волчок с диаметром отверстий не более 2 мм, добавляют к полученной измельченной массе лук, хлеб, яйца вареные, яблоки, перец, масло сливочное и растительное согласно рецептуре. Упаковывают готовую продукцию в формочки или стаканчики из полистирола вместимостью 50–100 г, в ламинированную пленку (фольга – бумага – полиэтилен) и т. п.

Рыбную пасту готовят из соленой сельди, сардин, салаки, кильки путем тонкого измельчения мяса рыбы и внесения лука, масла, сахара, пряностей и др. Упаковывают пасту аналогично рубленой рыбе. Рыбу рубленую хранят при температуре 0–6°C в течение 24 ч, пасту рыбную – в течение 72 ч.

*Рыбные колбасы и сосиски* изготавливают на основе рыбного фарша. Срок хранения готовой продукции при температуре не выше 8°C составляет 48 ч.

*Пирожки рыбные* изготавливают на основе фарша с добавлением риса, капусты, лука и т. п. Для изготовления используют пирожковые автоматы, в которых происходят процессы формования и обжарки. Готовую продукцию хранят при температуре не выше 8°C в течение 24 ч.

*Рыбные и крабовые палочки*. Для их приготовления используют блоки мороженого обесшкуреного филе рыбы и пищевого рыбного фарша. Блоки с помощью дисковых или ленточных пил распиливают на куски, пластины и далее на палочки.

Палочки покрывают жидким тестом, панируют, а затем обжаривают в растительном масле в течение минуты. После обжаривания их замораживают и упаковывают в картонные коробочки массой 100–500 г или в полимерные материалы.

Рыбные палочки хранят при температуре минус 18°C не более 2 месяцев, при температуре 0–2°C – не более 3 суток.

### *Контрольные вопросы*

1. Охарактеризуйте физико-химические изменения, происходящие в мясных и рыбных продуктах при тепловой обработке.
2. Приведите ассортимент вареных колбасных изделий.
3. Какие оболочки применяются при производстве вареных колбас, сосисок, сарделек?
4. Какие стабилизирующие добавки применяют при производстве колбас?
5. Какие вкусоароматические компоненты применяют при производстве колбас?
6. Какие компоненты применяют при производстве комбинированных изделий?
7. Поясните порядок составления рецептуры колбасного фарша для вареных колбас и сосисок.
8. Опишите технологию приготовления кровяных колбасных изделий.
9. Опишите технологию мясных паштетов.
10. Опишите технологию мясного студня.
11. Перечислите основные компоненты, входящие в состав кулинарных изделий из икры рыб.
12. Перечислите перспективные направления производства кулинарной продукции.
13. Что подразумевают под термином «формованные продукты»?
14. Приведите технологию приготовления рыбных и крабовых палочек.
15. Приведите технологию приготовления пастообразных рыбных кулинарных изделий.
16. Опишите технологию приготовления фаршированной рыбы.
17. Опишите технологию приготовления заливной рыбы, рыбного студня.

## **Лекция 12. ТЕХНОЛОГИЯ КОРМОВОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ**

- 12.1. Номенклатура и классификация сырья.
- 12.2. Технология кормовой муки и жиров.
- 12.3. Выработка кормовых и технических жиров.
- 12.4. Технология кормовой рыбной муки.
- 12.5. Производство технической продукции.

### ***12.1. Номенклатура и классификация сырья***

Высокое содержание в кормовой муке белков, жиров и минеральных веществ обуславливает ее ценность как продукта при скормливании сельскохозяйственным животным и птицам. В зависимости от исходного сырья получают муку кормовую мясокостную, мясную, кровяную, костную и муку из гидролизованного пера, а также животный кормовой и технический жиры.

Сырьем для производства кормовой продукции являются: ветеринарные конфискаты, непищевые отходы и малоценные в пищевом отношении продукты, получаемые при переработке всех видов скота, птицы и кроликов, отходы от производства пищевой и технической продукции, а также трупы скота и птицы, допущенные ветеринарно-санитарной службой.

В зависимости от морфологического состава и назначения сырье подразделяют на следующие группы:

– мякотное и мясокостное сырье, к которому относятся жировое сырье с большим содержанием жира (жир-сырец, непригодный или не используемый на пищевые цели, кишки убойных животных, не используемые для выработки колбасных оболочек), кишки птичьих, непищевая жировая обрезь от зачистки мяса, субпродуктов и обрядки шкур, жиросодержащее сырье с относительно небольшим содержанием жира (забракованное мясо и внутренние органы животных, не используемые на пищевые цели, малоценные продукты убоя скота, шквара от вытопки жира, отходы, получаемые при выработке натуральных колбасных оболочек, отходы от переработки птицы и кроликов), кровь цельная, фибрин, форменные элементы крови;

- костное сырье – это кости, остающиеся при обвалке туш и голов, сырые и вываренные (в том числе костный остаток механической дообвалки кости убойных животных), бараньи головы и ноги, а также яичная скорлупа;
- кератинсодержащее сырье – это малоценное перо (подкрылок), отходы перопухового сырья.

## *12.2. Технология кормовой муки и жиров*

Сухие животные корма, кормовой и технической жиры производят сухим способом в горизонтальных вакуумных котлах с обезжириванием шквары на шнековых прессах или с промежуточным обезжириванием шквары на центрифуге, сухим и мокрым способом на непрерывных линиях с обезжириванием шквары на центрифугах или шнековых прессах. Процесс производства включает подготовку сырья, тепловую обработку (стерилизацию и сушку), обезжиривание, дробление, просеивание шквары и очистку жира.

При сухой обработке сырье нагревают паром или водой бесконтактным способом в аппаратах с паровой рубашкой. Вода, содержащаяся в сырье, испаряется и удаляется, ткани обезвоживаются, становятся хрупкими и разрушаются, при этом из них частично выделяется жир. После термообработки получается двухфазная система «сухая жирная шквара – жир».

Мокрая тепловая обработка характеризуется тем, что теплоноситель (острый пар или вода) воздействует на сырье непосредственно, что приводит к денатурации белковых веществ и образованию из коллагена глютена. Выделяющийся жир частично эмульгируется и подвергается расщеплению до свободных жирных кислот. По окончании разварки образуется трехфазная система «жир – шквара – бульон». В бульоне содержится значительное количество водорастворимых белков и продуктов распада коллагена. Одновременно при разваривании сырье стерилизуется.

При сухой обработке исключаются потери белковых веществ и жира, а выход готовой продукции увеличивается.

*Производство кормовой муки в горизонтальных вакуумных котлах с обезжириванием шквары на шнековых прессах.* Предварительно измельченные кости и мясокостное сырье, промытое и измельченное мякотное сырье, коагулированную кровь, фибрин и форменные элементы после взвешивания или объемного дозирования загружают в горизонтальные вакуумные котлы (рис. 34).

Термообработка включает разварку и стерилизацию под избыточным давлением.

Сушку в зависимости от вида сырья и производственных условий проводят под разрежением либо при атмосферном давлении. В процессе сушки получают сухой продукт (шквару) или смесь сухой шквары и жира. Последний способ переработки сырья (термообработка под избыточным давлением) является более жестким, так как окончание процесса обезвоживания шквары и жира, в которых содержание воды небольшое, протекает при повышенной температуре. В связи с этим белковые вещества нагреваются в условиях, близких к условиям сухого нагрева, в результате чего их термический распад происходит более интенсивно. По стойкости к нагреванию сырье классифицируется на три группы:

- сырье, легко разрушаемое при нагревании в жидкой среде (кровь, шлям и фибрин); такое сырье можно перерабатывать при температуре около 118°C;
- сырье с твердой и прочной структурой (сырая и частично обезжиренная при атмосферном давлении кость, а также части туши, содержащие ее); цель тепловой обработки такого сырья – обезвоживание и разварка до хрупкого состояния; такое сырье обрабатывают при температуре выше 118°C;
- жиросодержащее сырье, сравнительно легко развариваемое (печень, селезенка, выпоротки, конфискаты с повышенным количеством спор микроорганизмов); такое сырье обезвоживают при температуре 118°C в течение часа, при этом происходит стерилизация, разварка и сушка сырья без существенного ухудшения качества готовой продукции. В за-

висимости от особенностей сырья (степени микробной обсемененности, массовой доли жира, воды и др.) обработку проводят в одну, две или три фазы. При двухстадийной обработке сырье нагревают сначала под давлением, затем под разрежением; при трехстадийной – под разрежением, давлением и снова под разрежением.

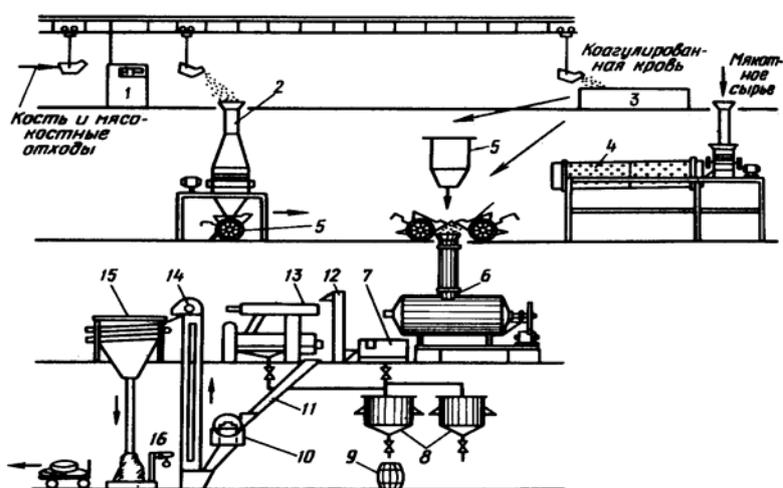


Рис. 34. Технологическая схема производства сухих животных кормов в горизонтальных вакуумных котлах с обезжириванием шквары на шнековых прессах: 1, 16 – весы; 2 – дробилка для кости и мясокостного сырья; 3 – чан для коагулирования крови; 4 – барабан для промывки мягкого сыра; 5 – бункер и тележка для загрузки сырья; 6 – котел горизонтальный вакуумный; 7 – отцеживатель; 8 – отстойники для жира; 9 – тара для жира; 10 – дробилка с магнитным сепаратором; 11 – спуск; 12, 14 – элеваторы; 13 – шнековый пресс; 15 – вибросито с бункером

Одностадийную обработку, при которой сырье частично обезвоживается, применяют для сырья с повышенным содержанием жира. Ее производят в условиях разрежения. Удаление из сырья избыточной воды исключает гидролиз жира и белков соединительной ткани при разварке (на второй стадии), что могло бы привести к образованию клеевого бульона, который затрудняет процесс сушки шквары (на третьей стадии) и способствует эмульгированию жира.

Вторую стадию – разварку сырья – выполняют при избыточном давлении, создаваемом парами испаряющейся из сырья воды. Остаточная вода (20–30% от массы сырья) необходима для поддержания избыточного давления в котле, интенсификации теплообмена, разрушения клеточных и межклеточных структур и предотвращения распада белков. Выделению жира в данный период способствует также механическое перемешивание. В процессе разварки происходит уничтожение патогенной и условно-патогенной микрофлоры. Обезвреживание продукта от микробов, в том числе споровых, достигается обработкой при температуре 120–135°C в течение 30 мин.

Третью стадию – сушку разваренной массы в условиях разрежения – проводят для обезвоживания шквары до достижения содержания воды 8–10%. Вода из жировой массы испаряется при сравнительно низкой температуре – 80°C, что благоприятно влияет на качество жира и шквары. При этом объем загрузки значительно уменьшается по сравнению с первоначальным, увеличивается вероятность подгорания продукта. Для избежания этого следует поддерживать остаточное давление на более низком уровне – 5,3 кПа. Чем меньше давление на этом этапе, тем интенсивнее испарение воды, лучше структура шквары и, следовательно, более полное отделение жира при прессовании. Жир, образующийся при переработке мягкого сырья, сливают через 30–40 мин после начала сушки разваренной массы, а при переработке кости – по окончании разварки и стерилизации.

Высушенную шквару и оставшийся жир выгружают через открытую дверцу котла при обратном вращении мешалки в отцеживатели, обогреваемые глухим паром. В отцеживателях жир стекает со шквары при температуре 70–80°C в течение 2–3 ч. Содержание жи-

ра в шкваре составляет 25–45%, воды – до 8%. Обезжиривание шквары – одна из важнейших операций производства мясокостной муки из жиросодержащего и жирового сырья. Жир в горячей шкваре находится в жидком виде, и его можно выделить путем прессования. Это более рациональный способ выделения жира, чем центрифугирование или экстракция. Однако прессование целесообразно применять при содержании жира 10–40% в начале процесса и ограниченном содержании клейсодержащих веществ.

В начале прессования при движении через зеер шквара уплотняется в результате уменьшения свободного объема. По мере увеличения давления начинает выделяться текучая фракция. В начальной стадии прессования отделяется наибольшая часть жира. При недостатке воды в шкваре частицы ее рассыпаются и выходят через щели зеерного цилиндра вместе с жиром в виде фузы. При избытке воды шквара становится пластичной, подвижной и выдавливается через щели зеерного цилиндра в виде мазеобразной массы. При оптимальном содержании воды (около 6%) частицы шквары набухают, увеличиваются вязкость и трение шквары о стенки зеерного цилиндра, повышается давление – прессование проходит нормально. Остаточное содержание жира в отпрессованной шкваре на шнековых прессах зависит от температуры прессования.

Эффективность прессования зависит также от исходного содержания жира в шкваре и ее объемной массы. Для получения однородного по структуре продукта более влажную шквару смешивают с пересушенной, рассыпчатую шквару – с клейкой, мукообразную – с волокнистой.

*Производство мясокостной кормовой муки в горизонтальных вакуумных котлах с промежуточным обезжириванием шквары на центрифуге.* Технологический процесс производства мясокостной муки осуществляется по схеме, представленной на рис. 35.

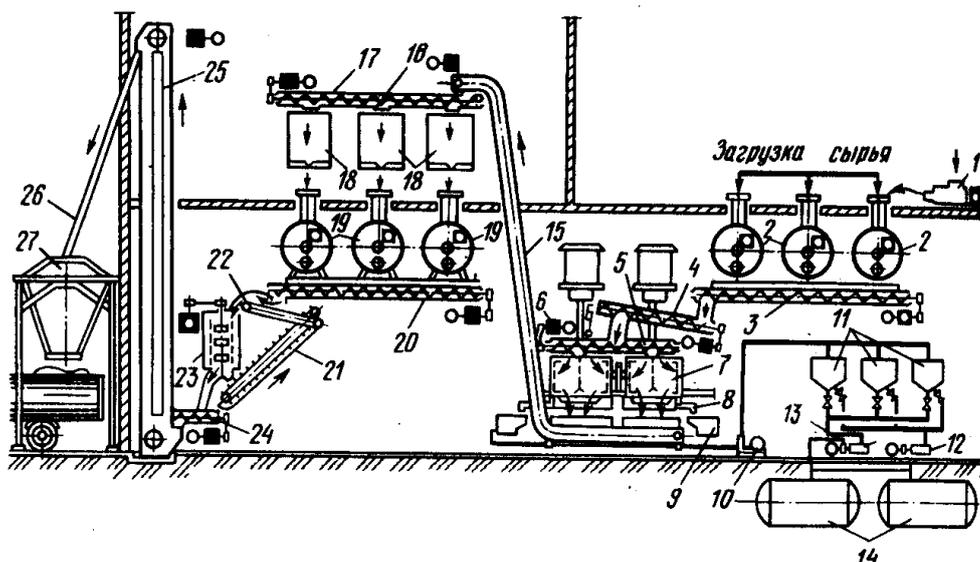


Рис. 35. Схема производства мясокостной кормовой муки в горизонтальных вакуумных котлах с промежуточным обезжириванием шквары на центрифуге:

- 1 – силовой измельчитель; 2, 19 – горизонтальные вакуумные котлы; 3 – шнековый приемник;  
 4 – наклонный шнек; 5 – накопитель; 6 – ограничитель уровня; 7 – центрифуга; 8 – лоток; 9 – приемник;  
 10, 12, 13 – насосы; 11 – отстойники; 14 – цистерны; 15, 21 – скребковые конвейеры; 16 – шибер;  
 17 – распределительный шнек; 18 – накопительные бункеры; 20, 24 – шнековые конвейеры;  
 22 – ленточный конвейер; 23 – дробильно-просеивающий агрегат;  
 25 – нория; 26 – спуск; 27 – бункер для муки

Мякотное сырье без сортировки измельчают и загружают в горизонтальные вакуумные котлы. При загрузке в котлы к мякотному сырью добавляют 20–25% сырой кости. Жирную влажную шквару после разварки и подсушки выгружают в шнековый приемник, откуда ее с помощью наклонного шнека подают в накопитель, расположенный над центрифугами.

Продукт поступает в ротор центрифуги по лотку, закрепленному на кожухе. По окончании процесса центрифугу останавливают, электродвигатель переключают на вращение в обратном направлении и срезают осадок с помощью ножевого устройства. Осадок из ротора ссыпают в транспортирующее устройство через сегрегатор. Жир отводят из ротора центрифуги непрерывно через фильтрующую ткань, закрепленную над перфорированным бортовым кольцом, и собирают в приемнике, откуда насосом перекачивают в отстойник. В процессе отстаивания жир 2–3 раза отсаливают мелкой сухой поваренной солью. Через каждый час после отсолки из отстойника сливают фузу. Отстаивание длится 5–7 ч при температуре 60–70°C.

Очищенный жир сливают насосами в специальные цистерны. Обезжиренная влажная шквара, коагулят крови и костный полуфабрикат скребковым конвейером подаются на распределительный шнек, установленный над бункерами для сбора обезжиренной шквары. Из бункеров обезжиренная шквара ссыпается в горизонтальные вакуумные котлы для сушки. Высушенную обезжиренную шквару выгружают из горизонтальных котлов в шнековый конвейер, из него – на ленточный конвейер, на котором установлен магнитный уловитель металломагнитных примесей. Далее шквару измельчают, просеивают на вертикальном дробильно-просеивающем агрегате, а затем с помощью шнека муку подают на норию и в бункер на хранение.

### 12.3. Выработка кормовых и технических жиров

Жиры, полученные при переработке жирового и жиросодержащего сырья, содержат примеси белковых и минеральных частиц, а также воду. Эти примеси находятся в эмульгированном состоянии и делают жир мутным. Качество жира определяется количеством и составом растворимых в нем примесей, которые обуславливают темный цвет, неприятный запах и другие пороки.

Обработку жиров после вытопки осуществляют по схеме, изображенной на рис. 36.

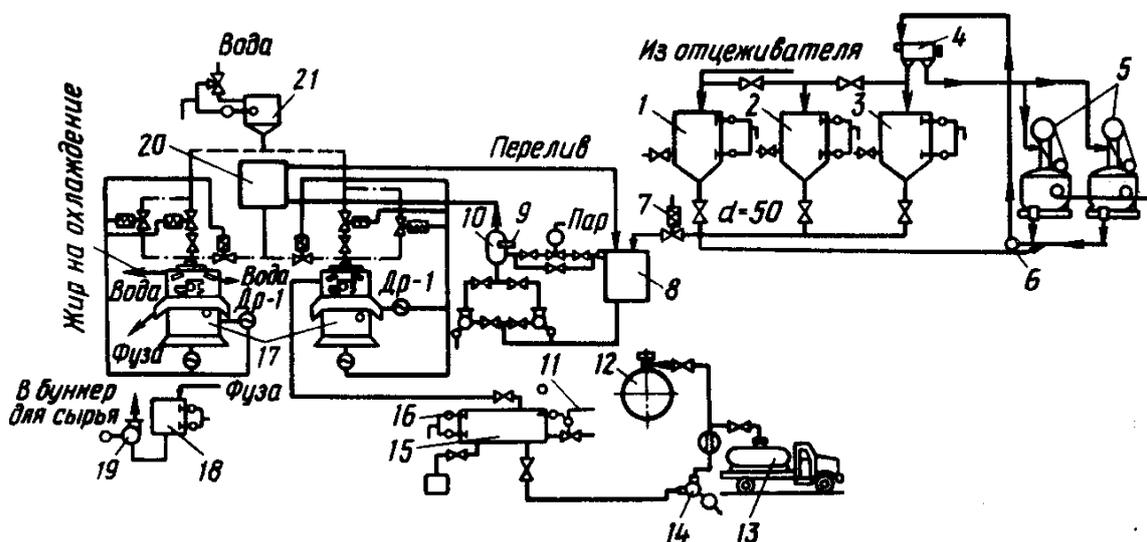


Рис. 36. Схема обработки кормовых и технических жиров:

- 1, 2, 3 – сборники-отстойники; 4 – центрифуга; 5 – шнековые прессы; 6, 14, 19 – насосы;  
7, 16 – сигнализаторы уровня; 8, 20 – напорные бачки; 9 – термометр; 10 – эмульсор;  
11 – электродвигатель; 12 – цистерна; 13 – автоцистерна; 15 – сборник; 17 – сепараторы; 18, 21 – бачки

Жир из отцеживателей горизонтальных вакуумных котлов, шнековых прессов или центрифуг для обезвоживания шквары подают насосом в отстойную центрифугу, затем в отстойники. После предварительного отстаивания жир самотеком сливают в напорный ба-

чок, затем в эмульсор, где нагревают паром до температуры 90°C, после чего направляют на сепарирование. Одновременно в сепараторы подается горячая вода (80–85°C). Очищенный жир из сепаратора направляют на упаковку в бочки или цистерну.

Таблица 5

#### Условия хранения кормового и технического жиров

Жир	Температура, °С	Срок хранения, сут, не более
Кормовой: I сорта	50–60	1
	18–23	60
II сорта	50–60	2
	18–23	120
Технический	18–23	180

Режимы хранения кормового и технического жиров в накопительных емкостях приведены в табл. 5.

#### 12.4. Технология кормовой рыбной муки

Для производства рыбной муки используют способ прямой сушки, а также прессово-сушильный, экстракционный, центрифужно-сушильный и комбинированный способы. Первые три способа являются основными, другие – модификациями основных. В основу всех способов заложен принцип наиболее полного использования содержащихся в рыбном сырье белков, липидов и минеральных веществ.

**Способ прямой сушки** основан на разваривании сырья и сушке без промежуточного снижения содержания воды в сырьевой массе методом прессования. Способом прямой сушки рекомендуется обрабатывать рыбное сырье с содержанием липидов до 5% (рис. 37). Сырье из бункера шнековым транспортером подается в барабаны установки для проварки и сушки сырья. Перед загрузкой барабаны прогревают до температуры 85–90°C. В зависимости от содержания липидов в сырье разваривание осуществляют в течение 20–27 мин.

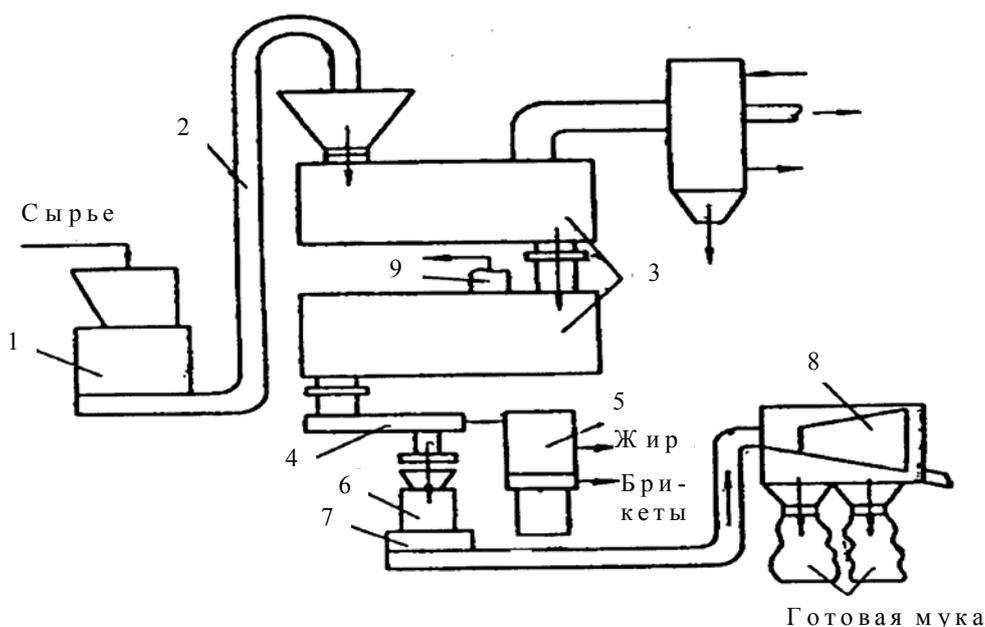


Рис. 37. Схема вакуум-сушильной рыбомучной установки:  
1 – дробилка; 2 – загрузочное устройство; 3 – сушилка; 4 – шнек;  
5 – пресс; 6 – мельница; 7 – магнитный сепаратор; 8 – упаковочное устройство; 9 – вакуум-насос

Продолжительность сушки составляет 4–5 ч до достижения содержания воды 10–12%. Затем масса выгружается из барабанов и подается на пресс для частичного удаления жира. Брикетки муки измельчаются, проходят магнитное сепарирование для удаления металлопримесей, расфасовываются в бумажные или тканевые мешки и направляются на хранение.

Способ прямой сушки под вакуумом позволяет получать цельную рыбную муку с сохранением белковых веществ и витаминов. Выход муки составляет 24%, при этом потери практически отсутствуют.

К недостаткам способа следует отнести невозможность обработки сырья с жирностью более 5%, так как не удастся получить рыбную муку, отвечающую требованиям ГОСТ по содержанию жира, стойкую при хранении (под воздействием высоких температур происходят значительные изменения липидов с накоплением продуктов распада, что обуславливает ускоренное протекание окислительных процессов при хранении). Кроме того, этим способом невозможно вести обработку сырья с высоким содержанием коллагенсодержащих тканей (например, отходов, образующихся при производстве обесшкуреного филе минтая и других рыб), так как при длительной тепловой обработке коллаген переходит в глютин, образуя при высушивании монолитную массу, которую выгрузить из аппарата не удастся. Нагревание коллагенсодержащего сырья в течение 6 ч при температуре 95°C приводит к желатинизации 74% коллагена.

Достоинствами способа являются простота конструкции установок, их обслуживания и регулирования параметров технологического процесса, небольшие размеры установок, незначительная энергоемкость и потребление пара, больший выход рыбной муки по сравнению с другими способами и возможность получения цельной рыбной муки.

*Прессово-сушильный способ* (рис. 38) наиболее распространен при производстве кормовой рыбной муки. Он не имеет недостатков, характерных для прямой сушки, а при использовании подпрессовых бульонов обеспечивает достаточно высокий выход рыбной муки с повышенным содержанием протеина.

Сырье после измельчения на дробилке подается с помощью шнекового транспортера в загрузочный бункер, а оттуда шнеком-дозатором – в варильник. Режим варки (температура, давление и количество подаваемого пара) устанавливается в зависимости от вида сырья. Разваренная масса подается в винтовой пресс, где происходит частичное удаление жидкой части (подпрессового бульона). Твердый остаток (жом), содержащий 50–55% воды, направляют на сушку, где доводят содержание воды в продукте до 8–10%. Сушенку измельчают и охлаждают до температуры 30°C в шнековом охладителе. Далее охлажденная мука проходит через вибросито с электромагнитом для окончательного просеивания и отделения металлопримесей, после чего направляется на упаковывание.

Оставшуюся после прессования разваренной массы жидкую часть (подпрессовый бульон) направляют на отделение крупных плотных частиц, которые смешивают с жомом и направляют в сушилку. Жир отделяют в процессе сепарирования и собирают в танки для хранения, а обезжиренный бульон нагревают и подают в выпарной аппарат (рис. 39). Обезжиренный бульон подают насосом в теплообменник и испаритель. Упаривание производят до содержания сухих веществ 40–50%. После удаления части воды концентрированный бульон подают в нижнюю часть нагревательного корпуса и смешивают с жомом. Состав рыбной муки, жома и бульона зависит от химического состава сырья, регламента технологического процесса, конструкции машин и аппаратов, входящих в состав установки, и т. п.

Достоинствами прессово-сушильного способа являются достаточно простое оборудование, более высокая степень снижения содержания воды в массе перед сушкой, возможность переработки сырья различного химического состава.

К недостаткам можно отнести сложность режимов обработки сырья, трудности при переработке особо жирного сырья, более высокие энергетические затраты из-за необходимости применения вакуум-выпарных установок, невозможность обработки всего объема подпрессовых бульонов.

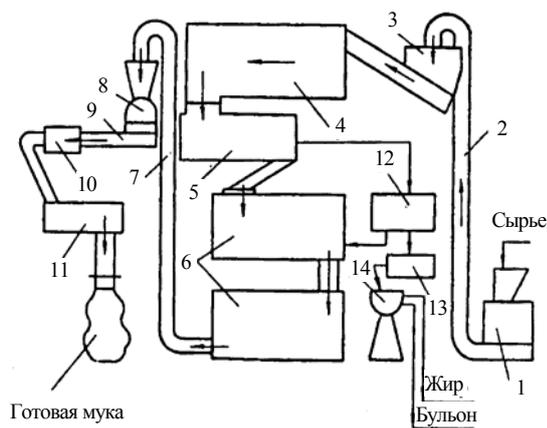


Рис. 38. Схема прессово-сушильной рыбомучной установки: 1 – дробилка; 2 – шнековый транспортер; 3 – бункер; 4 – варильник; 5 – винтовой пресс; 6 – сушилки; 7 – транспортер; 8 – мельница; 9 – шнек; 10 – охладитель; 11 – упаковочное устройство; 12 – супердекантатор; 13 – сборник для обезжиренного бульона; 14 – сепаратор

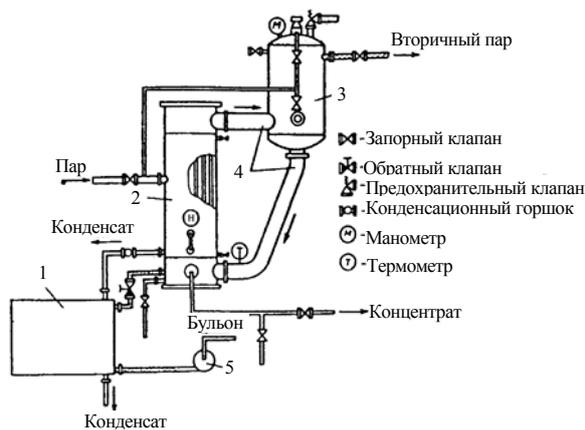


Рис. 39. Схема вакуум-выпарной установки: 1 – теплообменник; 2 – нагревательный корпус; 3 – испаритель; 4 – циркуляционные трубы; 5 – насос для подачи обезжиренного бульона

Экстракционный способ (рис. 40) применяется при необходимости получения кормовой или пищевой рыбной муки с низким содержанием липидов. При реализации способа сушка и обезжиривание проводятся одновременно.

Липиды извлекают из сырья различными растворителями. Экстракционные установки позволяют вести процесс непрерывно при минимальном расходе растворителя. В состав установок входит оборудование для регенерации растворителя. Способ наиболее эффективен при производстве гранулированной рыбной муки.

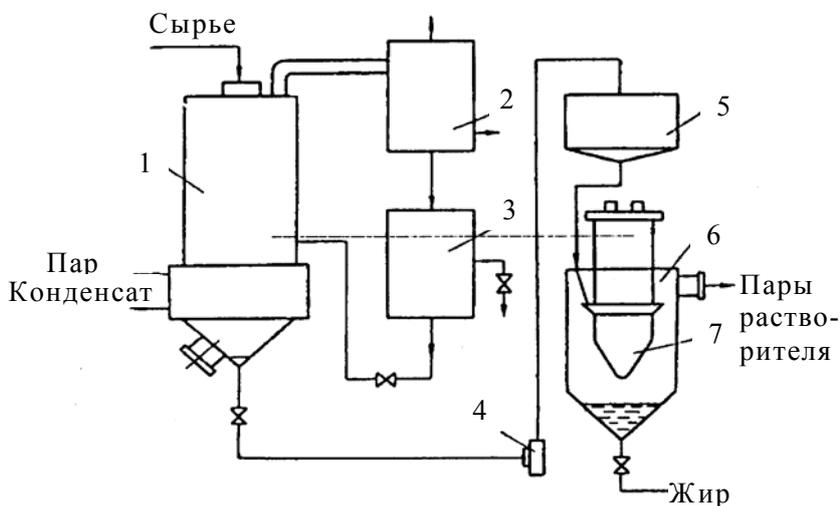


Рис. 40. Схема установки, работающей по принципу азеотропной отгонки: 1 – экстрактор; 2 – конденсатор; 3 – отделитель растворителя; 4 – насос; 5 – сборник для мисцеллы; 6 – пленочный дистиллятор; 7 – цилиндр испарения

Достоинством экстракционного способа является возможность получения кормовой рыбной муки с низким (до 1%) содержанием липидов (мука из сельди с содержанием 8% воды и 10% липидов после экстрагирования содержит 0,6% липидов и 12% воды).

К недостаткам данного способа относят сложность оборудования, токсичность используемых растворителей, их взрыво- и пожароопасность, дороговизну способа и низкое качество получаемого жира.

Центрифужно-сушильный способ является модификацией прессово-сушильной схемы производства кормовой рыбной муки (рис. 41).

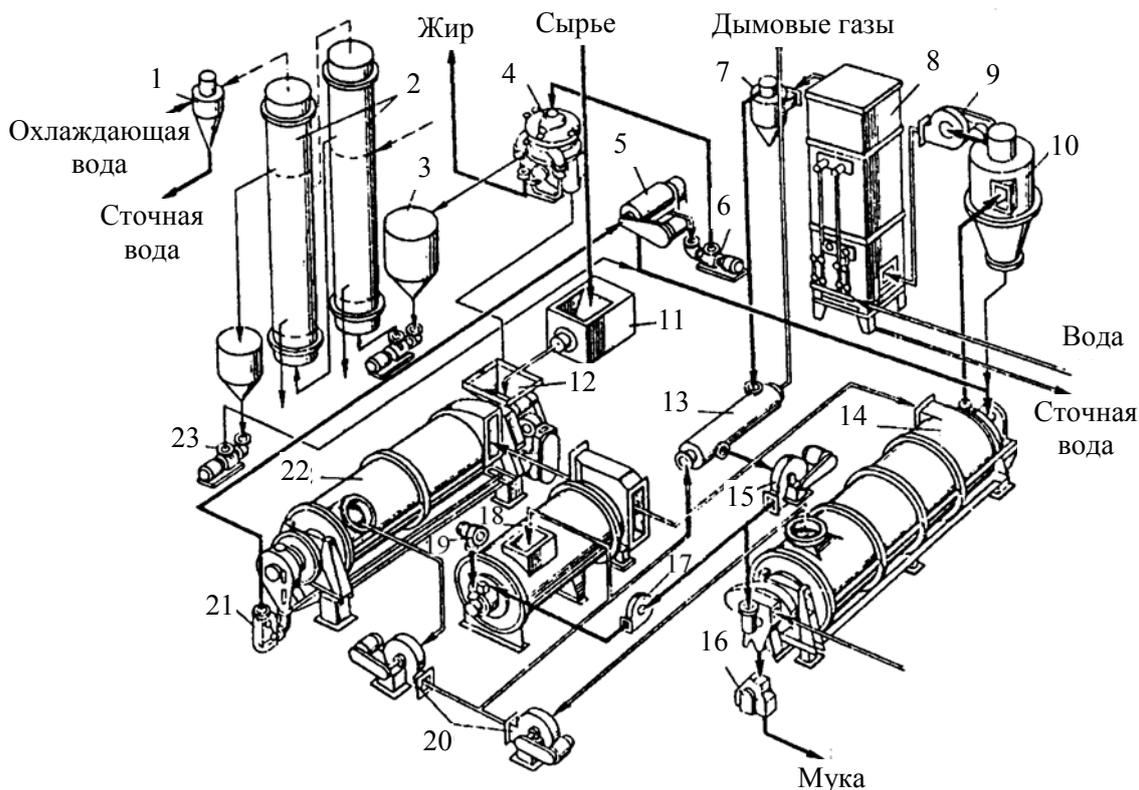


Рис. 41. Схема центрифужно-сушильной рыбомучной установки:

1 – конденсатор; 2 – вытарной аппарат; 3 – бак; 4 – сепаратор; 5 – центрифуга; 6 – насос; 7, 10 – циклоны; 8 – фильтр-конденсатор; 9, 15, 17, 20 – вентиляторы; 11 – конденсатор; 12 – бункер; 13 – теплообменник; 14 – сушилка; 16 – мельница; 18 – газогенератор; 19, 21, 23 – насосы; 22 – варильник

Сырье из бункера в измельченном виде подается в варильник и затем перекачивается насосом в центрифугу (рис. 42). На трехфазных центрифугах разваренная масса разделяется на плотную часть, клеевой бульон и жир. Выходящая из центрифуги плотная часть содержит 60–63% воды, что несколько больше, чем после прессования массы, и требует дополнительного расхода тепла при сушке.

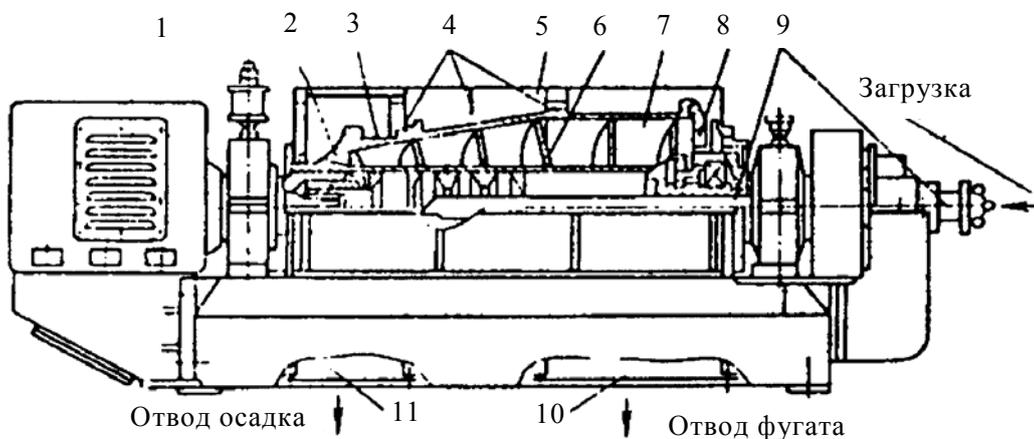


Рис. 42. Горизонтально-осадительная центрифуга:

1 – планетарный редуктор; 2 – отверстие для удаления плотной части; 3 – ротор; 4 – отбойные стенки; 5 – кожух; 6 – шнек; 7 – рабочее пространство; 8 – отверстия для выхода бульона; 9 – вал; 10 – патрубок для вывода бульона; 11 – патрубок для вывода плотного осадка

После центрифугирования плотную часть высушивают, а бульон обрабатывают по схеме, принятой при прессово-сушильном способе. Использование центрифуги позволяет обрабатывать сырье высокой жирности и с большим содержанием воды, т. е. устраняются недостатки, присущие прессово-сушильному способу. Выход муки составляет около 19%. Содержание жира в рыбной муке по сравнению с прессово-сушильным способом снижается на 25–30%.

Достоинствами данного способа являются простота выбора режима обработки сырья, возможность автоматизации процесса и обработки сырья любой жирности. К недостаткам следует отнести сложность оборудования, значительные площади, занимаемые установкой, необходимость установки выпарных аппаратов и повышенный расход энергии.

*Производство рыбного жира.* Промышленностью выпускается технический, медицинский, ветеринарный и пищевой рыбные жиры. Сырьем для их производства являются: печень тресковых (медицинский), мышечная ткань рыб и ластоногих (пищевой), отходы от разделки ластоногих и рыб (ветеринарный и технический).

### **12.5. Производство технической продукции**

*Рыбный клей.* Клеящая способность рыбного клея в 1,5–2 раза выше столярного и синтетического. Его можно использовать для склеивания изделий, контактирующих с пищевыми продуктами, в оптике для склеивания линз и т. п.

Основой для производства клея является коллаген, содержащийся в коже рыб, а также в костях. Хорошим сырьем для производства клея является кожа акул, пресноводных и других видов рыб. При температуре 60°C коллаген сваривается с образованием глютена (клеящего вещества). Для полного выделения коллагена необходимо разрыхление ткани и растворение белков, не содержащих клеящих веществ. С этой целью кожу рыб разрезают на куски и помещают в жидкую известь (создание щелочной среды для растворения белков), а затем промывают. К промытым кусочкам шкур добавляют небольшое количество уксусной кислоты (для ускорения гидролиза сырья и выделения коллагена) и варят при температуре 50–60°C в течение 5–10 ч. Полученную в процессе варки клеевую жидкость упаривают до соответствующей вязкости клея. После охлаждения клей застывает. Затем его сушат и режут на бруски.

*Жемчужный пат.* Сырьем для производства жемчужного пата служит чешуя сельдевых, частичковых и других рыб, имеющая беловато-серебристый цвет, обусловленный присутствием в ней гуанина. Основной операцией в процессе получения жемчужного пата является его выделение. Для этого к рыбной чешуе добавляют протеазу (например, трипсин) для переваривания белковой части чешуи. Затем добавляют бензол или эфир, при этом гуанин всплывает на поверхность. Его отделяют, фильтруют и получают кристаллы, которые промывают водой, разбавленным растворителем (например, нитролаком), после чего смешивают с нитролаком и получают жемчужный пат. Конечный продукт используют, смешивая его с полимерными материалами-пластиками, в декоративных целях (изготовление пуговиц, гребешков, перламутровых ручек для зонтиков и т. п.), для выполнения перламутровых покрытий, изготовления лака для ногтей и т. п.

*Желатин* – бесцветное или с желтоватым оттенком вещество без вкуса и запаха. Его получают по той же схеме, что и клей, однако предъявляют более высокие требования к качеству сырья. Бульон, получающийся при разваривании сырья (кожа, кости, головы, плавники рыб), отбеливают сернистым газом или сернистой кислотой, отфильтровывают на фильтрпрессах с использованием активированного угля. Далее бульон упаривают, охлаждают до температуры 2–7°C и разливают в формы для желирования. Разрезанный на тонкие пластины студень сушат при температуре 20–28°C, после чего сушеные пластины упаковывают в пачки или измельчают в крупку и расфасовывают в картонные коробки. Хранят желатин в сухих помещениях в течение года.

#### *Контрольные вопросы*

1. Какое сырье используют для производства кормовой продукции?
2. Приведите классификацию способов производства кормовой муки.
3. Охарактеризуйте преимущества и недостатки разных способов производства кормовой муки.
4. Охарактеризуйте изменения химического состава и кормовой ценности муки, происходящие во время ее производства и хранения.
5. В чем заключается биологическая ценность кормовой муки?
6. В чем заключается кормовая ценность подпрессовых бульонов? Перечислите основные способы обработки и использования подпрессовых бульонов.
7. Приведите технологию производства кормовой муки методом прямой сушки под вакуумом и без вакуума.
8. Охарактеризуйте способы обезжиривания сушенки.
9. Опишите технологию производства кормовой муки прессово-сушильным способом с использованием подпрессового бульона.
10. Охарактеризуйте экстракционный способ производства кормовой муки.
11. Охарактеризуйте центрифужно-сушильный способ производства кормовой муки.
12. Поясните причины взрыво- и пожароопасности кормовой муки, способы их устранения.
13. В чем состоят различия между гуанином, жемчужным патом и перламутровым препаратом?
14. Приведите технологию производства рыбного клея.
15. Опишите технологию производства желатина.
16. Приведите технологию производства мясокостной кормовой муки в горизонтальных вакуумных котлах с промежуточным обезжириванием шквары на центрифуге.

### **Лекция 13. ТЕХНОЛОГИЯ ЦЕЛЬНОМОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ**

- 13.1. Технология пастеризованных и стерилизованных молока и сливок.
- 13.2. Технология кисломолочных продуктов.
- 13.3. Технология сыра.
- 13.4. Технология сливочного масла.

#### ***13.1. Технология пастеризованных и стерилизованных молока и сливок***

***Пастеризованное молоко.*** В зависимости от молочного сырья питьевое молоко выпускают из натурального, нормализованного, восстановленного, рекомбинированного молока и их смесей. В зависимости от режима тепловой обработки питьевое молоко выпускают молоко пастеризованное, топленое, стерилизованное, УТВ-обработанное и УТВ-обработанное стерилизованное. В зависимости от массовой доли жира (в %) молоко подразделяют на обезжиренное (0,1), нежирное (0,3; 0,5; 1,0), маложирное (1,2; 1,5; 2,0; 2,5), классическое (2,7; 3,0; 3,2; 3,5; 4,0; 4,5), жирное (4,7; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0) и высокожирное (7,2; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5).

Питьевое молоко выпускают в основном в мелкой расфасовке (бумажные пакеты с полимерным покрытием, пакеты и бутылки из полимерных материалов) по 0,5; 1,0 и 2,0 л.

Питьевое молоко представляет собой непрозрачную жидкость. Для жирных и высокожирных продуктов допускается незначительный отстой жира, исчезающий при перемешивании. Консистенция жидкая, однородная, нетягучая, слегка вязкая, без хлопьев белка и сбившихся комочков жира. Вкус и запах характерны для молока, без посторонних привкусов и запахов, с легким привкусом кипячения. Для восстановленного и рекомбинированного молока допускается сладковатый привкус. Цвет белый, равномерный по всей массе, для топленого и стерилизованного – с кремовым оттенком, для обезжиренного – со слегка синеватым оттенком.

Молоко принимают на молокозаводах в соответствии с требованиями стандарта (ГОСТ Р 52054–2003), при этом оценивают вкус, запах и цвет молока, определяют механическую и бактериальную загрязненность, кислотность, плотность, содержание жира.

По физико-химическим показателям продукт должен соответствовать нормам, указанным в табл. 6.

Таблица 6

**Физико-химические показатели молока**

Наименование показателя	Норма для продукта					
	обезжиренного	нежирного	маложирного	классического	жирного	высокожирного
Плотность, кг/м <sup>3</sup> , не менее	1030	1029	1028	1027	1024	1024
Массовая доля белка, %, не менее	2,8			2,6		
Кислотность, °Т, не более	21				20	
Температура продукта при выпуске с предприятия, °С: для пастеризованного и УВТ-обработанного для стерилизованного и УВТ-обработанного стерилизованного	4 ± 2 от 2 до 25					
Группа чистоты, не ниже	1					

Стерилизованные продукты по сравнению с пастеризованными характеризуются более высокой стойкостью при хранении за счет стерилизации, в процессе которой уничтожается не только вегетативная, но и споровая микрофлора.

На стерилизацию направляют молоко, у которого содержание бактерий в 1 см<sup>3</sup> составляет не более 500 тыс. При высокотемпературной обработке молока важное значение приобретает термоустойчивость, т. е. свойство молока выдерживать воздействие высоких температур без видимой коагуляции белков. Термоустойчивость молока определяется термоустойчивостью казеина. Устойчивость казеина в молоке обусловлена соотношением растворимых форм катионов кальция и магния, а также анионов фосфорной и лимонной кислот.

В свежем термоустойчивом молоке 22% кальция связано с белком, 78% кальция коллоидно растворено в плазме, при этом 26% кальция образует истинный раствор и 52% – коллоидный. Повышенная концентрация ионов кальция и магния приводит к снижению термоустойчивости молока.

*Питьевые сливки* выпускают нежирные, с массовой долей жира 10, 12 и 14%, маложирные – 15, 17 и 19%, классические – 20, 22, 25, 28, 30, 32 и 34%, жирные – 35, 37, 40, 42, 45 и 48%, высокожирные – 50, 52, 55 и 58%.

В качестве сырья используют молоко коровье не ниже первого сорта, молоко цельное сухое высшего сорта, молоко сухое обезжиренное, сливки сухие, масло сливочное несоленое.

*Технологический процесс производства пастеризованного молока и сливок* состоит из приемки, очистки, нормализации, получения сливок (сепарирования), гомогенизации, пастеризации, топления (для топленого молока), охлаждения, фасования, упаковки и хранения.

В качестве сырья для производства пастеризованного молока используют натуральное, восстановленное и рекомбинированное молоко и смеси. Для производства пастеризованного и топленого молока применяют натуральное молоко не ниже второго сорта, а для УВТ-обработанного – не ниже первого сорта с содержанием соматических клеток не более 500 тыс/см<sup>3</sup>. Натуральное молоко и сливки нормализуют по массовой доле жира и белка.

При выработке пастеризованного восстановленного молока сухие компоненты растворяют в воде при температуре 38–42°C, фильтруют и охлаждают до 5–8°C. Для набухания белков и достижения требуемой плотности восстановленное молоко выдерживают при температуре охлаждения в течение 3–4 часов.

Нормализованное молоко и сливки нагревают до температуры 40–45°C и очищают на центробежных молокоочистителях, после чего гомогенизируют: молоко – при температуре 45–55°C и давлении 10–15 МПа, сливки – при температуре 45–85°C и давлении 10–15 МПа (для сливок с массовой долей жира 8, 10 и 20%) или 5–7,5 МПа (для сливок с массовой долей жира 35%).

После гомогенизации молоко пастеризуют при температуре 76°C с выдержкой 20 с. Гомогенизированные сливки 8–10%-ной жирности пастеризуют при температуре 80°C, а 20–35%-ной жирности – при температуре 87°C в течение 15–20 с.

Пастеризованное молоко и сливки охлаждают до 4–6°C, затем разливают и упаковывают в стеклянную, бумажную или полимерную тару. Срок хранения герметично упакованного пастеризованного и топленого молока и сливок при температуре 4°C составляет 3 суток.

Технологический процесс выработки стерилизованного молока и сливок включает приемку и подготовку сырья, пастеризацию или подогрев, внесение солей-стабилизаторов (при необходимости), гомогенизацию, стерилизацию и фасование. Сырьем для стерилизованного молока и сливок служит коровье молоко не ниже первого сорта.

Технология стерилизованного молока и сливок осуществляется одноступенчатым и двухступенчатым способами.

При одноступенчатом способе стерилизация осуществляется один раз в потоке путем прямого или косвенного нагрева с последующим асептическим фасованием продуктов в пакеты или тару после фасования продукта.

Технологический процесс производства стерилизованного молока способом стерилизации в потоке при прямом нагреве приведен на рис. 43.

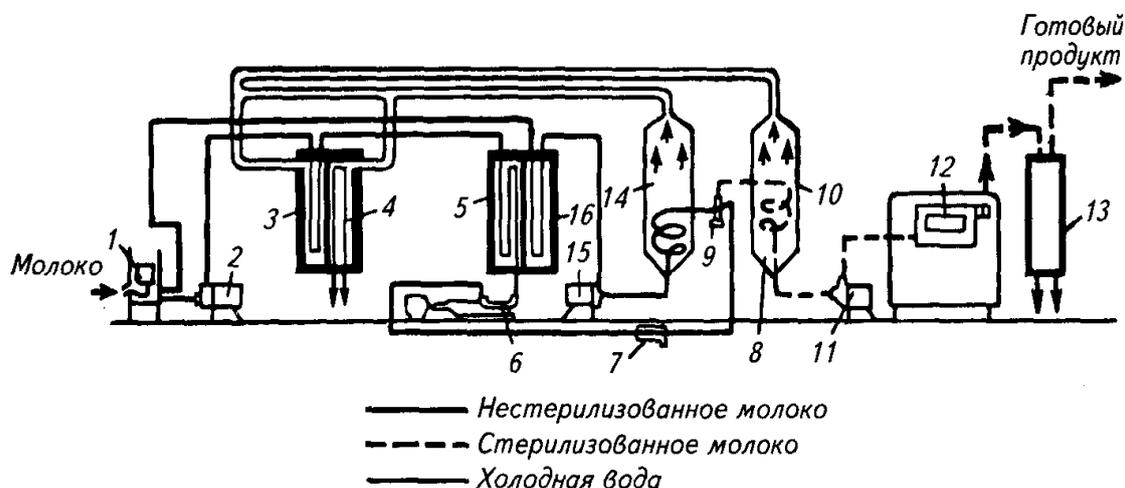


Рис. 43. Схема пароконтактной стерилизационной установки:

- 1 – уравнивательный бак; 2, 15 – центробежные насосы; 3, 5 – пластинчатые подогреватели; 4, 16 – пластинчатые охладители; 6 – насос высокого давления; 7 – инжектор; 8 – выдерживатель; 9 – обратный клапан; 10 – вакуум-камера для стерилизованного молока; 11 – насос для стерилизованного молока; 12 – гомогенизатор; 13 – охладитель для стерилизованного молока; 14 – вакуум-камера для стерилизованного молока, возвращенного для повторной стерилизации

Подготовленное к стерилизации молоко нагревают до 74–78°C в течение 20 с, при необходимости его охлаждают до 2–6°C и направляют на стерилизацию. Молоко стерилизуют в инжекторе путем введения в продукт пара при 140–142°C в течение 2–4 с, после

чего его направляют в вакуум-камеру, где температура молока снижается до 76–78°C. Затем молоко поступает на асептический гомогенизатор, где оно гомогенизируется, охлаждается до 18°C и разливается в асептических условиях в пакеты из комбинированного материала.

Одноступенчатый способ стерилизации в потоке при косвенном нагреве осуществляется на технологических линиях, включающих пластинчатый или трубчатый теплообменник для стерилизации молока (рис. 43). При косвенном нагреве молока до температуры стерилизации денатурированные белки оседают на стенках теплообменных аппаратов или их частицы выделяются в выдерживателях. Поэтому при стерилизации молока с применением косвенного нагрева молоко гомогенизируют обычно перед стерилизацией при температуре 65–75°C.

Одноступенчатый способ стерилизации в бутылках применяют с использованием стерилизаторов периодического действия. Нормализованное молоко нагревают до 75°C, гомогенизируют и разливают в бутылки. Стерилизация укупоренных бутылок проводится в автоклавах при температуре 116°C в течение 20–30 мин. После стерилизации молоко в бутылках охлаждается водой в автоклаве до температуры 65°C и направляется в камеру для доохлаждения. Стерилизованное молоко хранят в бутылках при температуре 1–20°C не более 2 месяцев со дня выработки, а сливки – не более 30 суток.

При двухступенчатом способе технологический процесс после общих операций дополняется подогревом, гомогенизацией, предварительной стерилизацией и охлаждением в потоке, промежуточным хранением, подогревом перед розливом, розливом и укупориванием, стерилизацией молока в бутылках и охлаждением. Схема технологической линии производства стерилизованного молока в бутылках (двухступенчатый способ) приведена на рис. 44.

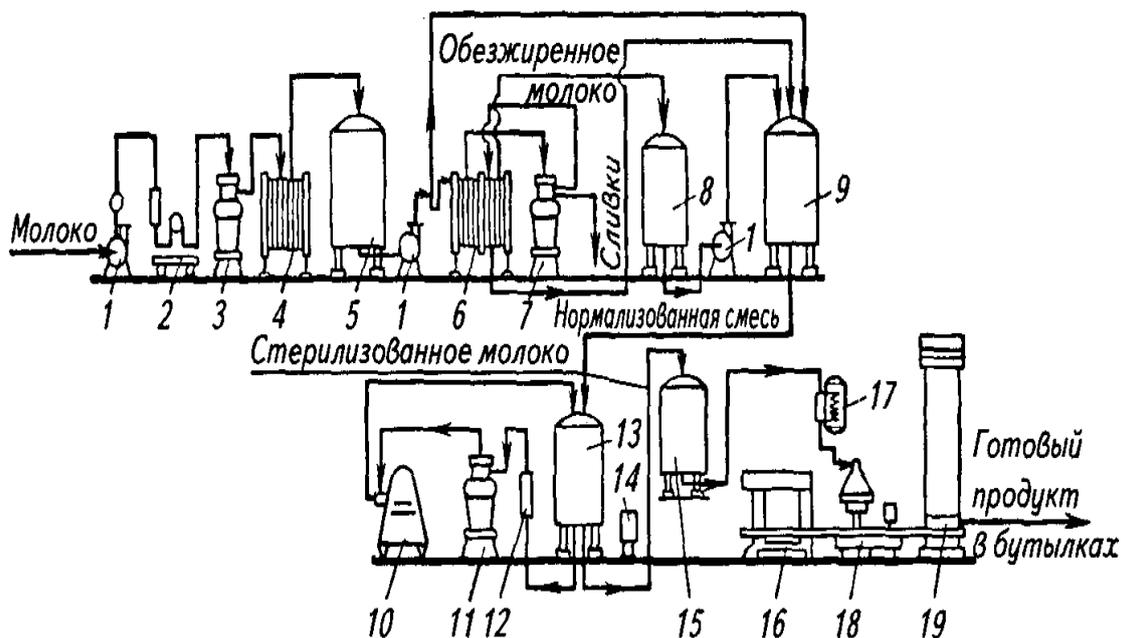


Рис. 44. Схема технологической линии производства стерилизованного молока в бутылках (двухступенчатый способ): 1 – центробежный насос; 2 – счетчик для молока; 3 – сепаратор-молокоочиститель; 4 – пластинчатый охладитель; 5 – емкость для сырого молока; 6 – пастеризационно-охладительная установка; 7 – сепаратор-сливкоотделитель; 8 – емкость для обезжиренного молока; 9 – емкость для нормализованного молока; 10 – гомогенизатор; 11 – центробежный очиститель; 12 – выдерживатель; 13 – трубчатый стерилизатор; 14 – емкость для мойки трубчатого стерилизатора; 15 – емкость для промежуточного хранения стерилизованного молока; 16 – бутылкомоечная машина; 17 – трубчатый подогреватель; 18 – фасовочно-упаковочный автомат; 19 – баженный стерилизатор

Подготовленное для стерилизации молоко и сливки подогревают до 65°C, гомогенизируют, стерилизуют при температуре 137°C с в течение 20 с, затем охлаждают до 35°C и направляют в промежуточную емкость. После этого молоко или сливки нагревают до 70–80°C и направляют на розлив в бутылки, укупоривают, стерилизуют в стерилизаторе непрерывного действия при температуре 117°C в течение 13 мин и охлаждают водой до 45°C. Охлажденные бутылки с продуктом направляют в камеру хранения, где они охлаждаются до 20°C.

### 13.2. Технология кисломолочных продуктов

Для изготовления кисломолочной продукции используют нормализованное молоко или сливки, подвергнутые пастеризации и гомогенизации.

*Кефир* – это продукт, вырабатываемый из молока и закваски, приготовленной на кефирных грибах. Кефир выпускают с различной массовой долей жира: нежирный; 1,0; 2,5; 3,2%. Скваживание молока происходит при температуре 18–20°C в течение 8–12 ч. Затем полученную массу перемешивают до гомогенной консистенции с одновременным охлаждением до 10–12°C, выдерживают для созревания 9–13 ч. С момента заквашивания до окончания созревания должно пройти не менее 24 ч. После перемешивания кефир разливают в стеклянную тару или пакеты. Готовый продукт охлаждают до температуры не выше 8°C и хранят не более 36 ч с момента окончания технологического процесса. В условиях асептического розлива срок хранения кефира увеличивается до нескольких суток.

*Сметану* вырабатывают путем внесения в сквашенные пастеризованные сливки чистых культур молочнокислых бактерий с последующим созреванием полученного сгустка (рис. 45). Предприятия молочной промышленности изготавливают сметану 10%-ной жирности (диетическую), 15, 20, 25 и 30%-ной жирности.

Технологический процесс производства сметаны состоит из сепарирования молока и нормализации полученных сливок, пастеризации, гомогенизации и охлаждения сливок до температуры заквашивания, сквашивания сливок, охлаждения и созревания сметаны, расфасовки и хранения продукта.

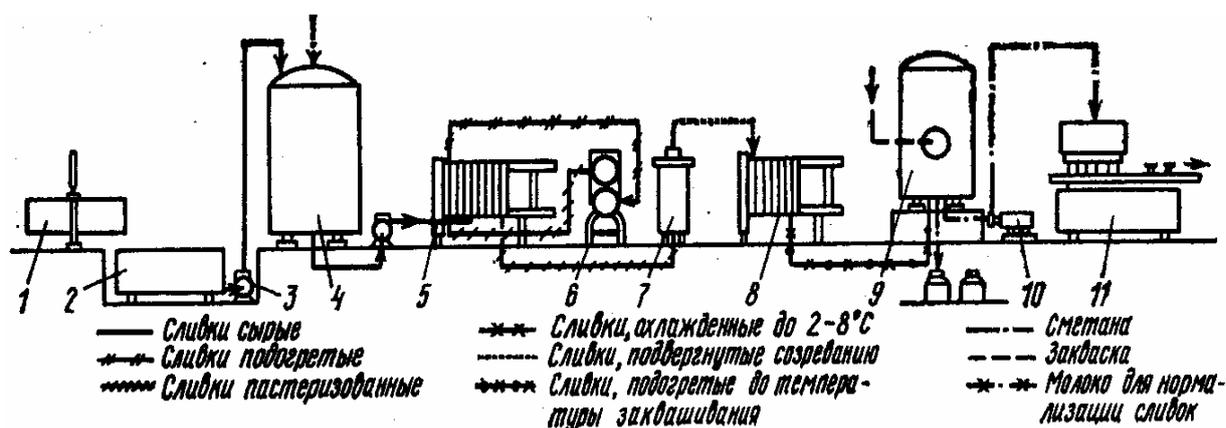


Рис. 45. Схема процесса производства сметаны с созреванием сливок перед сквашиванием:

- 1 – весы; 2 – емкость для приема сырья; 3 – насос для сливок;
- 4 – емкость для хранения и нормализации сливок; 5 – пластинчатый нагреватель-охладитель;
- 6 – трубчатый пастеризатор; 7 – емкостный аппарат для созревания сливок;
- 8 – пластинчатый теплообменник для сливок; 9 – емкость для сквашивания сливок;
- 10 – мембранный насос; 11 – автомат для фасовки и упаковки сметаны

Полученные из молока сливки (или восстановленные из пластических или сухих сливок), нормализованные до соответствующей жирности, пастеризуют при температуре 92–95°C с выдержкой в течение 15–30 с. Для получения сметаны однородной консистенции

ции ее перед заквашиванием гомогенизируют при температуре 60–70°C. После гомогенизации сливки охлаждают до температуры заквашивания (18–23°C) и помещают в резервуар, куда вносят закваску (0,5–5,0%). Продолжительность сквашивания составляет 12–14 ч. Первые 3 ч сливки периодически перемешивают, а потом оставляют в покое. После сквашивания сметану охлаждают до температуры 2–8°C, и в течение 24–48 ч она созревает. Далее сметану фасуют массой до 500 г в мелкую картонную или полимерную тару и направляют на хранение. Расфасовку сметаны можно производить сразу после сквашивания сливок, тогда доохлаждение и созревание в мелкой потребительской таре будет длиться от 10 до 24 часов. Сметану хранят при температуре не выше 8°C не более 72 ч.

**Творог** – это белковый кисломолочный продукт, приготовленный сквашиванием пастеризованного цельного или обезжиренного молока с последующим удалением из полученного сгустка части сыворотки. Выпускают следующие виды творога: нежирный и полужирный (9,0% жира), жирный (18,0%), «Крестьянский» (5,0%), «Столовый» (2,0%) и др. Значительное содержание в твороге белка (14–16%) и минеральных веществ обуславливают его высокую питательную и биологическую ценность.

Творог получают кислотным, кислотнo-сычужным, отдельным или непрерывным способами, а также способом самопрессования и охлаждения сгустка.

Производство творога традиционным кислотнo-сычужным способом состоит из следующих операций: нормализации, очистки и пастеризации молока, охлаждения до температуры заквашивания, сквашивания молока, разрезания сгустка, отделения сыворотки, охлаждения творога, расфасовки, хранения и реализации.

Пастеризованное молоко охлаждают до температуры сквашивания (28–32°C), направляют в специальные ванны, вносят закваску (чистые культуры молочнокислых бактерий) в количестве 1–5%. Затем в молоко вносят 0,04% хлористого натрия и 0,1 мг% сычужного фермента для образования плотного, хорошо отделяющего сыворотку сгустка. Продолжительность сквашивания составляет 6–8 часов. Чтобы ускорить выделение сыворотки, сгусток разрезают специальными проволочными ножами на кубики размером 2 × 2 × 2 см. Разрезанный сгусток оставляют в покое на 1 час для отделения сыворотки. Затем сгусток разливают в бязевые или лавсановые мешки (по 7–9 кг) для более полного отделения сыворотки методом самопрессования при температуре 16°C в течение часа. Для доведения творога до готовности его подпрессовывают на пресс-тележках. По окончании прессования готовый продукт охлаждают до 8°C и фасуют на автоматах в мелкую потребительскую тару по 200, 250 и 500 г (пергамент, подпергамент, полимерные материалы и т. п.).

Срок хранения творога при температуре не выше 8°C и влажности 80–85% составляет 36 часов. Допускается хранение творога в мороженом виде, так как под воздействием низких температур при быстром замораживании вода одновременно замерзает в виде мелких кристаллов по всей массе продукта. Мелкие кристаллы не разрушают структуру продукта. Замораживание производят при температуре минус 18°C в течение не более 1,5–3,0 ч. После размораживания восстанавливается первоначальная консистенция творога.

Хранение расфасованного творога (блоки, брикеты) при температуре не выше минус 18°C не должно превышать 6 месяцев, при температуре не выше минус 25°C – 7–12 месяцев.

### **13.3. Технология сыра**

Сыр является одним из ценных пищевых продуктов благодаря высокой калорийности, пищевой и биологической ценности, разнообразию вкусовых свойств. Наибольшую ценность в сыре представляют белки (18–25%), которые содержат весь комплекс аминокислот, необходимых человеку, в том числе незаменимые. Молочный жир в сыре (19–30% от сухого вещества), как и в молоке, находится в виде мелких шариков, что способствует быстрому усвоению его организмом. Из молока в сыр почти полностью переходит витамин А, частично витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и др.

Сыры в зависимости от особенностей технологии делят на сычужные, кисломолочные, переработанные (плавленые).

*Сычужные сыры* подразделяют на следующие виды:

- твердые («Швейцарский», «Голландский», «Костромской», «Ярославский», «Российский»);
- полутвердые («Пикантный», «Ромбинас», «Латвийский»);
- мягкие («Дорогобужский», «Дорожный», «Любительский», «Рокфор», «Смоленский», «Русский камамбер»).

*Кисломолочные сыры* подразделяют на следующие виды:

- свежие, или несозревающие («Чайный», «Черкасский», «Диетический», «Сливочный», «Домашний», «Адыгейский», «Городской» и др.);
- выдержанные, или созревающие («Гарцкий», «Зеленый терочный», «Цигер»).

*Производство натурального сычужного сыра.* Молоко принимают по качеству, проводят его очистку, резервирование и направляют на созревание, т. е. длительную выдержку в течение 12–16 ч с момента выдоя при температуре 8–12°C. Созревание молока необходимо для развития в нем молочнокислых бактерий по окончании бактерицидной фазы, повышающих пригодность молока для производства сыра. Если молоко поступает издалека, то выдержку не производят.

Чтобы получить сыр требуемой жирности, молоко нормализуют. Для этого обычно используют сепараторы-нормализаторы. Молоко пастеризуют в течение 20–25 с при температуре 71–72°C. Термическая обработка молока снижает его сыропригодность, поэтому более предпочтительно пропускание его через сепараторы-бактериофуги с целью снижения микробальной обсемененности. Так как в процессе обработки молока количество молочнокислой микрофлоры тоже снижается после пастеризации, в него вносят бактериальную закваску (чистые культуры молочнокислых бактерий). Чтобы увеличить в молоке содержание ионов кальция и обеспечить его нормальное свертывание, в молоко добавляют хлористый кальций. Для подавления развития газообразующей микрофлоры в молоко вносят азотнокислый калий или натрий. При выработке сыра в зимний и весенний периоды, когда в молоке снижается содержание каротина, придающего сыру желтый цвет, рекомендуют использовать натуральный краситель желтого цвета – аннато. Свертывание молока происходит при температуре 32–34°C в течение 25–30 мин и осуществляется при внесении в него сычужного ферментного препарата. Образовавшийся в результате свертывания молока сгусток разрезают, измельчают и вымешивают с целью удаления сыворотки в течение 20–30 мин. Затем температуру сгустка повышают до 36–38°C, а в некоторых случаях – до 47–50°C в зависимости от вида сыра, после чего массу (сырное зерно) вновь вымешивают для ускорения обезвоживания. Сырное зерно помещают в формы, подпрессовывают и солят в рассоле до содержания хлористого натрия 1,5–2,5% в течение 2–7 суток при температуре 10–12°C. Затем сыр направляют на созревание при температуре 10–12°C в течение 1,5–6 месяцев. В процессе созревания сыр покрывается коркой, после чего его дополнительно парафинируют.

Хранят твердые сыры в холодильниках при температуре 0 – минус 4°C и относительной влажности воздуха 85–90% в течение 1–4 месяцев, мягкие сыры – в течение 1–2 месяцев.

*Кисломолочные сыры* вырабатывают из творога, полученного кислотным или кислотнo-сычужным способом. После самопрессования или прессования творожную массу смешивают с солью и выдерживают в течение 20–30 мин. В сливочные сыры добавляют фруктовые эссенции, сахар и др. Готовую массу формируют при помощи автоматов или вручную и реализуют. При производстве созревающих кисломолочных сыров их направляют на созревание в течение 1–1,5 месяцев. Хранят сыр при температуре 0–4°C в течение месяца, а при температуре 0 – минус 4°C – 2 месяцев.

Сырьем для производства *плавленого сыра* служат все виды сыров, имеющих какие-либо наружные механические повреждения (нестандартные), а также сливочное масло, натуральное, сгущенное или сухое молоко, сыворотка, пахта и др. В качестве наполнителей

используют соль, сахар, перец, копченые колбасы, ветчину, различные эссенции и другие продукты. Плавленые сыры насчитывают более 50 наименований.

Технологический процесс производства плавленого сыра заключается в следующем. Нестандартный сыр, очищенный от корки, нарезают на куски, измельчают на волчках и растирают на вальцах. Затем составляют сырную смесь из соответствующих сортов сыра и других компонентов, вносят в нее соли-плавители, в качестве которых чаще используют двухзамещенный фосфорнокислый натрий (3–4%) или лимоннокислый натрий (2,5–3,55%). При нагревании в присутствии солей-плавителей сырная масса плавится без выделения воды и жира. В противном случае уже при 35–40°C из сырной массы начинают интенсивно выделяться вода и жир, вследствие чего она рассыпается на отдельные комочки, а при температуре 55–65°C начинает слипаться, образуя вязкую тестообразную массу. После охлаждения сыр теряет свои пластические свойства.

После внесения солей-плавителей сырную массу выдерживают в течение 0,5–3,0 ч для равномерного распределения компонентов смеси по всему объему. Подготовленную таким образом массу загружают в котлы-плавители. Плавление происходит под вакуумом, поэтому в расплавленной массе не образуется воздушных пустот. Сырную массу нагревают глухим паром до температуры 75–85°C при перемешивании. Процесс продолжается 20–30 мин, после чего полученную достаточно текучую массу гомогенизируют, а затем направляют на фасовочно-упаковочные автоматы. Сыр фасуют в алюминиевую фольгу, полимерную тару (стаканчики, коробочки и т. п.), тубы, стеклянную тару и т. д. Расфасованный сыр охлаждают до 8–10°C и упаковывают в картонную тару. Хранят плавленые сыры при температуре от 5 до минус 2°C и влажности воздуха 70–85%: без наполнителей – 3 месяца, с наполнителями – 2 месяца, пастообразные, пастеризованные – 6 месяцев, стерилизованные – 12 месяцев.

#### **13.4. Технология сливочного масла**

Сливочное масло – пищевой продукт, вырабатываемый из коровьего молока и состоящий преимущественно из молочного жира и плазмы, в которую частично переходят составные части молока. Состав и энергетическая ценность основных видов сливочного масла приведены в табл. 7.

Вкус и запах сливочного масла обусловлены наличием в нем веществ, одна часть которых переходит в него из исходного молока и сливок, а другая (большая) часть образуется в результате тепловой обработки, физического и биологического созревания и др. Вкусовые компоненты сливочного масла – это диацетил, летучие жирные кислоты, некоторые эфиры жирных кислот, лецитин, белок, жиры и молочная кислота. Желтую окраску сливочному маслу придает  $\beta$ -каротин. В зависимости от содержания каротина масло имеет сочную с темно-желтым оттенком или бледно-желтую, а иногда почти белую окраску. Пищевая ценность сливочного масла обусловлена его химическим составом: молочным жиром, жирными кислотами, фосфолипидами, витаминами, минеральными веществами и др.

Кроме сливочного масла производят также комбинированное масло (со сложным сырьевым составом), жировые продукты – спреды и топленые смеси. Комбинированное масло вырабатывают из смеси молочных и «растительных» сливок. Последние получают на основе растительного масла или аналогов молочного жира.

*Спред* – эмульсионный жировой продукт с массовой долей общего жира 39–95%. Для производства спредов используется как молочное сырье (сливки, сливочное масло, молочный жир), так и немолочное (натуральные, фракционированные растительные масла). В зависимости от массовой доли жира спреды подразделяют на высокожирные (содержание жира 70–95%), среднежирные (50–69,9%) и низкожирные (39–49,9%).

*Топленая смесь* – жировой продукт с массовой долей жира не менее 99%, вырабатываемый путем вытапливания жировой фазы из спреда.



В зависимости от органолептических, физико-химических и микробиологических показателей сливки делят на высший, первый и второй сорта. Для выработки всех видов масла, кроме «Вологодского», можно применять сливки, полученные в результате сепарирования подсырной сыворотки.

При производстве масла принятое на предприятие молоко сепарируют при температуре 35–40°C для получения сливок с заданной массовой долей жира. Затем сливки фильтруют для удаления механических примесей, пропуская через марлевые или лавсановые фильтры. Сливки, массовая доля жира в которых не соответствует норме, нормализуют, или смешивая их с цельным или обезжиренным молоком, или на сепараторе-нормализаторе. Все сливки, предназначенные для производства масла, подвергают тепловой обработке при температуре 85–110°C (в зависимости от вида вырабатываемого масла) с целью воздействия на микрофлору и инактивации микробной липазы и пироксидазы. При необходимости производят дезодорацию сливок с целью удаления посторонних запахов и привкусов, совмещая ее с тепловой обработкой. Для дезодорации сливки вначале нагревают до температуры 80°C, затем направляют в вакуум-дезодорационную установку, где их кипятят в течение 4–5 с при разрежении 0,04–0,06 МПа и температуре 65–70°C.

Существует два основных способа производства сливочного масла: сбивание сливок в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия и преобразование высокожирных сливок.

Технология масла способом сбивания сливок предусматривает выполнение следующих операций: приемки молока, его охлаждения, хранения, нагревания, сепарирования, тепловой обработки сливок, низкотемпературной их подготовки (физическое созревание сливок), сбивания сливок, промывки масляного зерна, посолки масла (только для соленого масла), механической обработки, фасования и хранения масла (рис. 46). Для выработки масла способом сбивания в маслоизготовителях непрерывного и периодического действия используют сливки с массовой долей жира 32–50%.

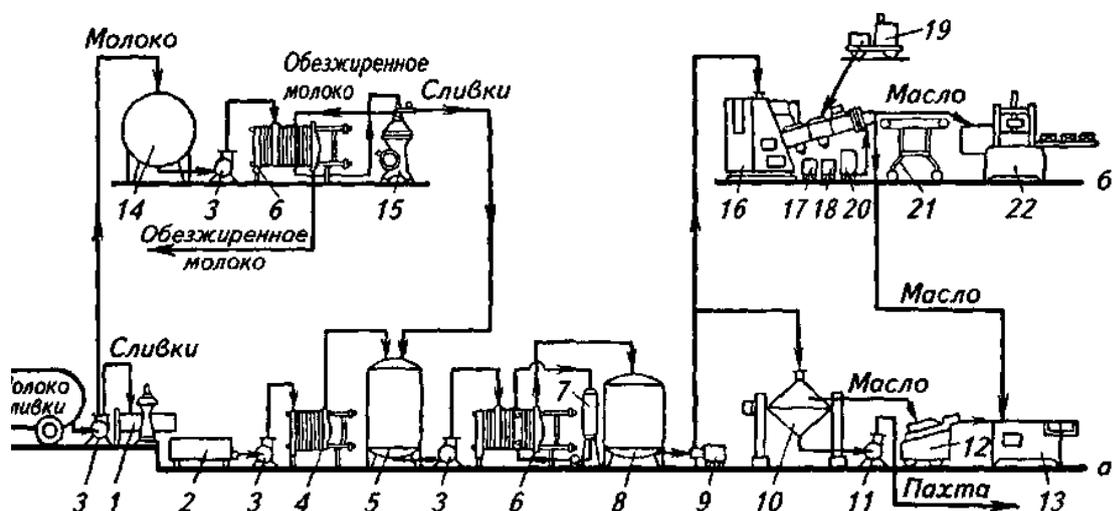


Рис. 46. Схема технологической линии производства масла способом сбивания:

- 1 – весы; 2 – приемная ванна; 3 – насос; 4 – пластинчатый теплообменник; 5 – емкость для сливок;
- 6 – пластинчатая пастеризационно-охлаждающая установка; 7 – дезодоратор; 8 – емкость для созревания сливок;
- 9 – винтовой насос; 10 – маслоизготовитель периодического действия;
- 11 – насос для пахты; 12 – гомогенизатор-пластификатор; 13 – машина для фасования масла в короба;
- 14 – емкость для молока; 15 – сепаратор-сливкоотделитель; 16 – маслоизготовитель непрерывного действия;
- 17 – бачок для пахты; 18 – бачок для промывной воды; 19 – устройство для посолки масла;
- 20 – устройство для дозирования воды в масло; 21 – конвейер для масла; 22 – автомат для фасования

После тепловой обработки сливки быстро охлаждают до температуры ниже точки отвердевания молочного жира и выдерживают определенное время. При этом отвердевает молочный жир внутри жировых шариков, изменяются состояния их оболочек и свойства

сливок (устойчивость эмульсии и дисперсность жира, вязкость сливок). Только при наличии отвердевшего жира при сбивании сливок можно выделить молочный жир в виде масляного зерна и обеспечить хорошую консистенцию сливочного масла.

Сущность сбивания сливок заключается в разрушении оболочек и агрегации (слипаниии) жировых шариков, заканчивающейся образованием масляного зерна. Температуру сбивания сливок устанавливают с учетом химического состава жира, зависящего от времени года, жирности сливок и степени отвердевания жира. Во время сбивания температура сливок повышается вследствие превращения механической энергии в теплоту. После сбивания масляное зерно размером 2–5 мм приобретает упругую консистенцию. Массовая доля жира в пахте должна быть минимальной. В дальнейшем с целью создания неблагоприятных условий для развития микроорганизмов масляное зерно промывают. При этом часть плазмы удаляется вместе с водой, вследствие чего уменьшается содержание питательных веществ, но стойкость масла при хранении повышается. Температура воды должна соответствовать температуре пахты. В промытом сливочном масле СОМО составляет 0,8–1,0%.

После промывки масло направляют на посолку с целью придания ему соленого вкуса и повышения стойкости при хранении (массовая доля соли в масле не превышает 1,5%). Посоленное масло механически обрабатывают с целью формирования из разрозненных масляных зерен сплошного пласта масла, регулирования содержания воды, равномерного распределения и диспергирования воды и получения масла требуемой структуры и консистенции. Несоленное масло обрабатывают сразу после промывки, а соленое – после посолки или одновременно с ней. Структура масла должна быть однородной и пластичной. Во время механической обработки регулируют состав масла по содержанию в нем воды и газовой фазы. Регулирование состава масла осуществляют различными способами в зависимости от типа маслоизготовителя. Готовое масло выгружается в специальные тележки, из которых оно подается в тару или бункер автомата для фасования.

Технология масла способом преобразования высокожирных сливок включает приемку молока, охлаждение, хранение, подогревание, сепарирование молока (получение сливок средней жирности), тепловую обработку сливок, сепарирование сливок (получение высокожирных сливок), посолку (только для соленого масла), нормализацию высокожирных сливок по влаге, термомеханическую обработку высокожирных сливок, фасование и термостатирование масла, хранение масла (рис. 47). Высокожирные сливки получают путем сепарирования сливок средней жирности (32–37%). Для этого сливки после пастеризации направляют на сепаратор. Температуру сепарирования поддерживают на уровне 65–70°C. Более высокая температура сепарирования приводит к быстрому испарению воды с поверхности продукта, снижению стабильности оболочек жировых шариков и увеличению количества деэмульгированного жира.

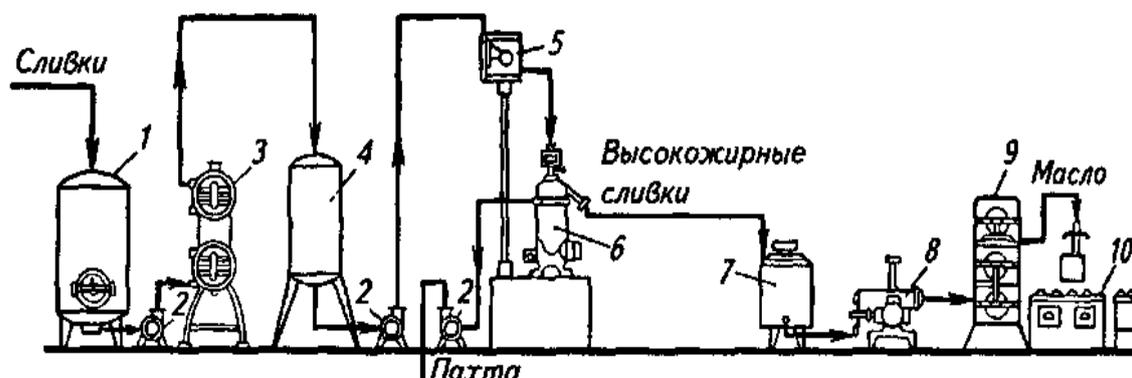


Рис. 47. Схема технологической линии производства масла способом преобразования высокожирных сливок: 1 – емкость для сливок; 2 – насос; 3 – трубчатая пастеризационная установка; 4 – дезодоратор; 5 – напорный бачок; 6 – сепаратор для высокожирных сливок; 7 – емкость для нормализации; 8 – насос-дозатор; 9 – цилиндрический маслообразователь; 10 – весы и конвейер

Полученные высокожирные сливки с температурой 60–70°C поступают в емкости для нормализации. Сливки нормализуют обычно по содержанию воды, а в ряде случаев – по жиру и СОМО пахтой, молоком, сливками, молочным жиром и др. Массовая доля воды, жира и СОМО в нормализованных сливках должна соответствовать массовой доле этих компонентов в получаемом масле. Каротин вносят в высокожирные сливки тонкой струей при непрерывном перемешивании в течение 4–8 мин.

После нормализации и тщательного перемешивания сливки направляют в маслообразователь для термомеханической обработки. Процесс ведется при периодическом перемешивании. В маслообразователе сливки охлаждаются и подвергаются механическому воздействию для получения масла. Термомеханическую обработку осуществляют, интенсивно охлаждая высокожирные сливки от 60–70 до 20–23°C (температура ниже начала кристаллизации основной массы глицеридов молочного жира), а затем вновь понижают температуру от 20–23 до 11–17°C. Конечную температуру охлаждения определяют с учетом содержания в молочном жире высокоплавких глицеридов и выбирают с таким расчетом, чтобы обеспечить максимально возможную степень их отвердевания во время обработки в маслообразователе.

Преобразование высокожирных сливок в масло во время термомеханической обработки – сложный физико-химический процесс, включающий обращение фаз, массовую кристаллизацию глицеридов, формирование пространственной структуры масла (первичное структурообразование). В процессе термомеханической обработки первичная структура частично разрушается, продукт находится в текучем состоянии и в таком виде поступает из маслообразователя в тару. Свежевыработанное масло содержит сравнительно высокую массовую долю твердого жира (30–38%). При этом часть жира находится в переохлажденном состоянии, вследствие чего продукт, попадая в тару, в течение 20–90 с отвердевает.

При термостатировании свежевыработанного масла в две стадии (стадия вторичного структурообразования и стадия окончательного формирования) происходит формирование его структуры. Продолжительность стадии вторичного структурообразования зависит от температуры. Стадия вторичного структурообразования завершается в основном через 3–4 ч – при температуре 14°C и через 2–3 ч – при температуре 16°C. Стадия окончательного формирования структуры завершается в процессе холодильного хранения масла и составляет 3–4 недели при температуре 5 – минус 10°C.

Масло всех видов фасуют в виде монолитов массой 20 кг в картонные ящики, выстланные внутри пергаментом или кашированной фольгой, а также в дощатую тару при массе продукта 25,4 кг. Маслодельные заводы, имеющие фасовочные автоматы, выпускают мелкофасованное масло. Расфасованное масло хранят при относительной влажности, не превышающей более 80%. Фасованное монолитами масло хранят при положительной температуре (не выше 5°C) не более 3 суток, при отрицательной (минус 5°C) – до 10 суток.

В масле могут быть выражены различные пороки вкуса и запаха, консистенции, цвета, обусловленные, как правило, качеством используемого сырья, нарушением технологических режимов производства, условий хранения и транспортирования продукта.

*Производство подсырного масла.* Подсырное масло вырабатывают из сливок, получающихся при сепарировании сыворотки, которая является побочным продуктом при производстве сыра и творога. Низкожирные сливки подвергают повторному сепарированию для повышения их жирности до 25–28%. Последующие операции выполняются аналогично технологии производства сливочного масла.

Подсырное масло используется в основном для выработки топленого масла. Хранят подсырное масло при температуре не выше 5°C до 40 суток, а при температуре минус 10 – минус 15°C – до 2 месяцев.

*Производство масла, подвергнутого тепловой или механической обработке.* К указанному виду относится плавленое, пастеризованное, стерилизованное и топленое масло.

*Плавленное масло.* Плавленное, или гомогенизированное, масло отличается высокой стойкостью при хранении. При плавлении масла (температура 30–32°C) частицы воды равномерно распределяются в жидком слое и оказываются полностью изолированными друг от друга, образуя эмульсию, структура которой сохраняется при последующем отвердевании масла. Такая структура не способствует микробиальным процессам порчи, а герметичная упаковка снижает вероятность протекания окислительных процессов. Расплавленное масло разливают в металлические лакированные банки и герметично укупоривают. Срок хранения плавленного масла при температуре от 2 до минус 5°C составляет больше года.

*Пастеризованное масло.* Высокожирные сливки (82,5%) разливают в жестяную тару, закатывают на вакуум-закаточных машинах и направляют на пастеризацию при достижении температуры в центре банки 92°C и выдержке 30 мин. После этого температуру снижают до 35–40°C и выдерживают банки в течение 4 ч. Далее повторяют пастеризацию при 96–98°C с выдержкой в течение часа. Споры микроорганизмов, оставшиеся после первой пастеризации, прорастают при температуре 35–49°C и полностью уничтожаются повторной пастеризацией. По окончании пастеризации продукт медленно охлаждают и направляют на хранение. Пастеризованное масло хранят в течение 6 месяцев.

*Стерилизованное масло.* Свежеполученные высокожирные сливки разливают в металлические банки, покрытые лаком, герметизируют под вакуумом и направляют на стерилизацию, которую проводят при температуре 120°C в течение 45 мин. Высокожирные сливки, подвергшиеся стерилизации, по внешнему виду напоминают масло, однако по структуре остаются сливками. При медленном охлаждении банок сначала до температуры 60°C, а потом до 8–10°C происходит преобразование сливок в масло. Стерилизованное масло хранят в течение года.

*Топленое масло* представляет собой чистый молочный жир, освобожденный от плазмы (водной фазы). Его получают путем перетопки сливочного или подсырного масла. В топленом масле массовая доля жира должна быть не менее 99%, воды – не более 0,7%. Масло плавят в специальных плавителях, где оно нагревается до температуры 60–65°C, затем пастеризуется при температуре 90–95°C и направляется в емкости для отстоя жира. С целью ускорения технологического процесса расплавленное масло подвергают двукратному сепарированию. Затем масло охлаждают до 35°C и подают на расфасовку.

Хранят топленое масло при температуре 0 – минус 3°C и влажности воздуха 80%: в стеклянной таре – до 3 месяцев, во флягах и бочках при температуре минус 3 – минус 6°C – до года.

#### *Контрольные вопросы*

1. Назовите способы производства сливочного масла. Дайте краткую характеристику каждому способу.
2. Какие требования предъявляют к качеству молока и сливок в маслоделии?
3. Приведите схему технологического процесса производства масла способом сбивания.
4. В чем состоит сущность сбивания сливок? Назовите факторы, влияющие на сбивание сливок.
5. Приведите схему технологического процесса производства масла способом преобразования высокожирных сливок.
6. Как можно получить высокожирные сливки?
7. Как нормализуют высокожирные сливки?
8. При каких режимах хранят масло?

## Лекция 14. ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЮ ХЛЕБА, МАКАРОННЫХ И КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

14.1. Сырье хлебопекарного и кондитерского производства.

14.2. Ассортимент хлебобулочных изделий.

### *14.1. Сырье хлебопекарного и кондитерского производства*

*Мука* – важнейший продукт переработки зерна. Ее подразделяют по виду, типу и сорту.

Вид муки определяется той зерновой культурой, из которой она получена (пшеничная, ржаная, ячменная, овсяная, рисовая, кукурузная, соевая, гречневая). Наряду с мукой, получаемой из зерна какой-либо одной культуры, возможно производство муки из смеси зерна различных культур (например, пшенично-ржаная мука).

В зависимости от свойств пшеничной муки и целевого назначения ее делят на хлебопекарную и муку общего назначения. Хлебопекарную муку получают в основном из мягких сортов пшеницы. Она характеризуется средним выходом эластичной клейковины, хорошей водопоглотительной и сахарообразующей способностью.

Пшеничную хлебопекарную муку в зависимости от белизны или содержания золы, сырой клейковины, а также крупности помола подразделяют на следующие сорта: экстра, высший, крупчатка, первый, второй и обойная.

Пшеничную муку общего назначения в зависимости от белизны или содержания золы, сырой клейковины, а также крупности помола подразделяют на следующие типы: М 45-23, М 55-23, МК 55-23, М 75-23, М 100-25, М 125-20, М 145-23. Буква «М» обозначает муку из мягкой пшеницы, буквы «МК» – муку из мягкой пшеницы крупного помола. Первое число означает максимальное содержание золы в муке в пересчете на сухое вещество (в %), умноженное на 100, второе – наименьшее содержание сырой клейковины в муке (в %). Пшеничная мука может быть обогащена витаминами, минеральными веществами, хлебопекарными улучшителями, в том числе сухой клейковиной.

Макаронную муку получают помолом твердой или высокостекловидной мягкой пшеницы (стекловидность должна быть не ниже 60%). Макаронная мука отличается большим выходом сырой клейковины, относительно малой влагоемкостью. Мука некоторых видов выпускается только одного типа (ржаная мука может быть только хлебопекарной).

Сорт является основным качественным показателем муки всех видов и типов. Сорт муки связан с ее выходом. Чем больше выход муки, тем ниже ее сорт. Из зерна пшеницы вырабатывают хлебопекарную муку 5 сортов (крупчатку, высшего, первого, второго сортов, обойную); из зерна ржи – трех сортов (сеяную, обдирную и обойную). Из смеси пшеницы и ржи выпускают два сорта муки: пшенично-ржаную (с соотношением пшеницы и ржи 70 : 30%) и ржано-пшеничную (с соотношением ржи и пшеницы 60 : 40%).

*Помол зерна.* Помол зерна состоит из двух этапов: подготовки зерна к помолу и собственно помола зерна. Подготовка зерна к помолу заключается в составлении помольных партий зерна, очистке его от примесей, удалении оболочек, зародыша и кондиционировании. Партии зерна поступают на предприятия мукомольной промышленности из разных районов произрастания, поэтому качество и технологические свойства их различны. Для выпуска стандартной продукции составляют помольные партии с целью улучшения качества зерна одной партии за счет другой. Смешивать можно полноценное зерно, удовлетворяющее требованиям по зольности, стекловидности и иным показателям, или зерно полноценное и неполноценное (проросшее, морозобойное и т. п.).

*Приготовление теста.* Для каждого сорта хлеба существуют унифицированные рецептуры, в которых указывают сорт муки и расход каждого вида сырья (в кг на 100 кг муки). На их основании составляют производственные рецептуры, в которых указывают дозировку муки, дополнительного сырья, растворов и полуфабрикатов (закваски, заварки,

жидких дрожжей) на замес одной порции опары (закваски) и теста. Масса одной партии опары зависит от мощности завода, его оборудования, принятого способа тестоведения, а также технологического режима приготовления изделий (температуры, влажности, кислотности полуфабрикатов, продолжительности брожения и обминок, условий расстойки и выпечки).

*Замес теста* – важная технологическая операция, целью которой является получение однородной массы теста с определенными структурно-механическими свойствами. Длительность замеса при приготовлении пшеничного теста составляет 7–8 мин, ржаного – 5–7 мин.

Тесто после замеса состоит из трех фаз: твердой, жидкой и газообразной. От соотношения этих фаз зависят свойства теста (жидкость, текучесть, липкость). Этим объясняются различные свойства пшеничного и ржаного теста. Пшеничное тесто – эластичное, упругое, а ржаное – вязкое, пластичное. Твердая фаза в пшеничном тесте состоит из набухших нерастворимых в воде белков, зерен крахмала и частиц оболочек. Она преобладает над жидкой фазой, в состав которой входят водорастворимые вещества (сахар, соль, водорастворимые белки и др.).

*Брожение теста.* Цель брожения – разрыхление теста, придание ему определенных структурно-механических свойств, необходимых для последующих операций, а также накопление веществ, обуславливающих вкус и аромат хлеба, его окраску – *созревание* теста.

Созревание включает в себя микробиологические (спиртовое и молочнокислое брожение), коллоидные, физические и биохимические процессы. Кислотность теста является признаком его созревания, а кислотность хлеба – один из показателей его качества, включенный в стандарт.

Коллоидные процессы, начавшиеся на стадии замеса, продолжают в процессе брожения.

В результате физических процессов повышается температура теста на 1–2°C и происходит увеличение его объема за счет насыщения диоксидом углерода.

Интенсивность протекания биохимических процессов зависит от температуры. Оптимальная температура для спиртового брожения в тесте – около 35°C, а для молочнокислого – 35–40°C. Повышение температуры теста влечет за собой увеличение кислотности, усиление биохимических процессов, ослабление клейковины, увеличение ее растяжимости и расплываемости. Оптимальная температура брожения теста составляет 26–32°C, т. е. температура является основным фактором, регулирующим ход технологического процесса приготовления теста.

*Обминка теста.* В процессе брожения тесто подвергается обминке – кратковременному повторному помесу в течение 1,5–2,5 мин. При этом происходит равномерное распределение пузырьков диоксида углерода в массе теста, улучшается его качество. Мякиш хлеба приобретает мелкую, тонкостенную и равномерную пористость.

*Способы приготовления пшеничного теста.* Пшеничное тесто готовят как *безопарным*, так и *опарным* способом.

При *безопарном* способе тесто замешивают в один прием сразу из всего сырья, предусмотренного рецептурой. Расход прессованных дрожжей составляет 2–2,5%, длительность брожения – 2,5 ч. В процессе брожения проводят 2–3 обминки, причем последнюю – за 30–40 мин до разделки теста. Перед последней обминкой проводят отсдобку теста (добавление жира, сахара, яиц в тесто в период брожения). Безопарным способом обычно готовят ситнички, калачи и булочки «Московские», рожки, рогалики, а также хлеб из пшеничной муки высшего и первого сорта.

*Приготовление пшеничного теста на опарах* состоит из двух этапов – приготовления опары и замеса теста. Для опары берут часть муки, воды и все количество дрожжей (0,5–1%). По консистенции опара более жидкая, чем тесто. Длительность ее брожения составляет 3,5–4,5 ч. На готовой опаре замешивают тесто, добавляя оставшуюся часть муки, воды и остальное сырье (соль и т. д.). Тесто бродит в течение 1–1,5 ч. В процессе брожения тесто из сортовой муки подвергают одной или двум обминкам. Перед последней обминкой производят расстойку теста.

Опары могут быть густыми, жидкими, большими густыми и различаются количеством муки и воды, взятой для их приготовления.

Чаще всего тесто готовят на большой густой опаре с содержанием воды 41–44% и с сокращенной продолжительностью брожения перед разделкой. Опарный способ приготовления теста более длительный, чем безопарный, но получил большее распространение, так как в результате более глубокого протекания процессов созревания теста качество хлеба выше (лучше вкус, аромат, пористость). Способ требует меньшего расхода дрожжей и обладает технологической гибкостью, позволяющей лучше учитывать хлебопекарные свойства муки.

*Приготовление пшеничного теста на жидких дрожжах и заквасках.* В хлебопечении применяется биохимический способ разрыхления теста с помощью прессованных дрожжей, а также с использованием жидких дрожжей и жидких заквасок, приготовляемых на хлебозаводах. Жидкие дрожжи и жидкие закваски содержат в активном состоянии как дрожжи, так и нетермофильные молочнокислые бактерии. Питательной средой для жидких заквасок является заквашенная заварка, т. е. осахаренная заварка, в которой при температуре 48–54°C развиваются молочнокислые бактерии, вырабатывающие молочную кислоту. Жидкие дрожжи используют для приготовления хлеба из пшеничной муки высшего, первого и второго сортов, так как в этом случае не происходит чрезмерного нарастания кислотности. Жидкие дрожжи и жидкие закваски (в количестве 20–35% от массы муки) можно использовать для приготовления пшеничного хлеба любым способом – как опарным, так и безопарным.

*Способы приготовления ржаного теста.* Ржаная мука содержит в своем составе  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазу, оказывающие влияние на качество готового продукта. В начальный период выпечки действуют оба фермента. Декстрины, образующиеся за счет действия  $\alpha$ -амилазы, в тесте не накапливаются, так как расщепляются  $\beta$ -амилазой до мальтозы. В дальнейшем по мере увеличения температуры в пекарной камере  $\beta$ -амилаза при температуре 82–84°C инактивируется, а  $\alpha$ -амилаза продолжает действовать, оставаясь активной до конца выпечки. Температура ее инактивации составляет около 130°C, в то время как температура мякиша хлеба не превышает 95–97°C. Следовательно, в температурном интервале от 82–84 до 95–97°C за счет действия  $\alpha$ -амилазы в хлебе идет процесс интенсивного накопления декстринов, придающих мякишу липкие свойства и ухудшающих качество хлеба. Для инактивации  $\alpha$ -амилазы увеличивают кислотность теста. С этой целью ржаное тесто готовят на закваске. Закваска – это порция спелого теста, приготовленная без соли и содержащая активные молочнокислые бактерии. Кроме молочнокислых бактерий в состав закваски входит небольшое количество дрожжей. В зависимости от содержания воды закваски могут быть густыми, менее густыми и жидкими, содержащими соответственно 50, 60 и 70–80% воды.

*Приготовление ржаного теста на густых заквасках.* В приготовлении теста различают два цикла: разводочный и производственный. Разводочный цикл – это процесс приготовления новой закваски. Он применяется в том случае, если качество уже имеющихся производственных заквасок не соответствует норме. Новую закваску готовят в три этапа, получая последовательно дрожжевую, промежуточную и исходную закваски. При этом не только увеличивается их масса, но и происходит накопление в мучной среде молочнокислых бактерий и дрожжей. Температура брожения заквасок последовательно увеличивается с 25 до 28°C. Общая длительность разводочного цикла составляет 12–14 часов.

Для получения дрожжевой закваски готовят тесто из муки, воды, дрожжей и производственной закваски предыдущего приготовления, которая является источником молочнокислых бактерий. В результате брожения, когда кислотность достигнет определенного уровня, получают дрожжевую закваску. Ее освежают и увеличивают массу путем внесения дополнительно большего, чем на первом этапе, количества муки. Массу вновь подвергают брожению, получая промежуточную закваску, в которую опять вносят муку и которую вновь сбраживают. В результате образуется исходная закваска. Источник микрофлоры в разводочном цикле – размноженные в лаборатории чистые культуры дрожжей и молочнокислых бактерий.

Далее процесс идет по производственному циклу, который включает приготовление производственной закваски и получение теста. Производственную закваску получают из исходной закваски аналогично предыдущим закваскам. Затем ее делят на три части, из которых две идут на приготовление двух порций теста, а третью используют для возобновления производственной закваски, добавляя в нее муку и воду. В процессе брожения, которое длится в течение 3,5–4 ч при температуре 28°C, закваска восстанавливает свою кислотность и состав бродильной микрофлоры. Ее вновь делят на три части, из которых 2/3 идут для приготовления теста, а 1/3 – на возобновление закваски. Производственный цикл повторяется.

При приготовлении теста в закваску добавляют муку, воду, соль и другие компоненты. Процесс брожения длится в течение 1–1,5 ч при температуре 28–30°C до кислотности 9–12°. Используя производственный цикл, хлебозавод может работать месяцами.

*Приготовление ржаного теста на жидких заквасках.* На некоторых предприятиях ржаное тесто готовят на более текучих и легко транспортируемых по трубопроводам жидких заквасках. В хлебопечении применяется несколько технологических схем приготовления ржаного теста на жидких заквасках («Саратовская», «Ивановская», универсальная и др.), отличающихся составом бродильной микрофлоры, технологией разводочного цикла и составами питания производственной закваски.

Рассмотрим производственный цикл приготовления закваски и теста. Через 2 ч после брожения отбирают половину готовой закваски кислотностью 10–11° для приготовления теста, а к оставшейся половине прибавляют питательную среду для возобновления закваски. Температура заквасок и теста должна быть в пределах 28–30°C.

Универсальная схема создана на основе обобщения опыта использования других схем приготовления жидких заквасок. Суть схемы состоит в приготовлении теста на жидкой закваске с применением осахаренной заварки, способствующей лучшему развитию микрофлоры.

В отрасли используются порционный и непрерывный способы приготовления теста. Порционный способ применяется на предприятиях малой мощности – в пекарнях, непрерывный способ – на хлебозаводах. Непрерывный способ приготовления полуфабриката позволяет механизировать и автоматизировать производственный процесс, стабилизировать и повысить качество хлеба.

Широкое применение на хлебозаводах нашли тестоприготовительные агрегаты порционного и поточного (непрерывного) приготовления теста.

В агрегатах порционного приготовления замес опары (закваски) и теста осуществляется отдельными порциями или непрерывно, а брожение – порционно. В агрегатах для поточного приготовления теста замес опары и теста и их брожение проводят в стационарных емкостях с одновременным перемещением опары или теста непрерывным потоком.

*Разделка теста.* Разделка пшеничного теста включает деление теста на куски, округление, предварительную расстойку, формование тестовых заготовок и окончательную расстойку. Разделка ржаного теста включает деление теста на куски, формование тестовых заготовок и окончательную расстойку. Разница в разделке ржаного и пшеничного теста обусловлена различиями в их свойствах. Ржаное тесто, не имеющее клейковинного каркаса, более пластично, более липко, поэтому для него необходима минимальная механическая обработка. Пшеничное тесто вследствие своей упругости и сравнительно небольшой адгезии (прилипания) должно подвергаться более интенсивной механической обработке при разделке. Многократная обработка пшеничного теста необходима для получения однородной структуры во всей массе куска, в результате чего хлеб получается с ровной мелкой пористостью.

*Деление теста на куски.* Эта операция должна обеспечить получение заданной массы хлеба. Допустимое отклонение массы отдельных кусков не должно превышать  $\pm 1,5\%$ . Деление осуществляется на тестоделительных машинах по объемному принципу. Существуют делительные машины, отсекающие тесто от жгута, разделяющие его на куски мерными

карманами при различном нагнетании теста (шнековым, валковым, лопастным и др.) и штампующие куски теста. Машины со шнековым нагнетанием применяются, как правило, для деления теста из ржаной и пшеничной обойной муки.

*Округление кусков теста* необходимо для придания кускам шарообразной формы, сглаживания неровностей на поверхности кусков и создания пленки, которая препятствует выходу газов из теста в процессе предварительной расстойки. Наличие пленки дает равномерную пористость мякишу при выпечке. При производстве круглых подовых изделий округление является операцией окончательного формования кусков теста, после которой они поступают на расстойку. При производстве многих видов изделий (батонов, булок, плетеных изделий и др.) из пшеничной муки высшего, первого и второго сортов округление является лишь первой операцией формования. Округление ведут в тестоокруглительных машинах.

*Предварительная расстойка* – это кратковременный процесс отлежки кусков теста в течение 5–8 мин в определенных условиях, в результате чего ослабляются возникшие в тесте при делении и округлении внутренние напряжения и восстанавливаются частично разрушенные отдельные звенья клейковинного структурного каркаса. Предварительная расстойка осуществляется на ленточных транспортерах или в шкафах, внутри которых устанавливают систему ленточных транспортеров или цепной люлечный конвейер. Брожение на этой стадии не играет практической роли, поэтому здесь не нужно создавать особых температурных условий.

*Формование тестовых заготовок* – это процесс придания кускам теста формы, соответствующей данному виду изделий. При формовании тестовых заготовок цилиндрической формы из ржаного теста используют ленточные закаточные машины, в которых кусочек теста прокатывается между транспортерными лентами, установленными друг над другом и имеющими встречное движение и различные скорости, или между неподвижной плитой и движущейся лентой.

Для получения тестовых заготовок пшеничного теста определенной формы тесто раскатывают в блин, затем свертывают в рулон и прокатывают, а иногда еще и удлинняют. Такая дополнительная обработка пшеничного теста улучшает пористость заготовки.

*Окончательная расстойка.* Цель данного процесса – брожение теста, необходимое для восполнения диоксида углерода, удаленного в процессе деления, округления и формования. Если выпекать хлеб без окончательной расстойки, то он получается низкого объема, с плотным, плохо разрыхленным мякишем, с разрывами и трещинами на корке. В процессе расстойки формируется структура пористости будущего изделия. Поверхность тестовых заготовок становится гладкой, эластичной и газонепроницаемой. Для ускорения брожения и предотвращения заветривания наружных слоев теста окончательная расстойка производится на воздухе при температуре 35–40°C и относительной влажности 75–85% в течение 25–120 мин в зависимости от массы кусков, условий расстойки, свойств муки, рецептуры теста и других факторов. На современных тесторазделочных поточных линиях эта операция проводится в конвейерных шкафах окончательной расстойки и в расстойных универсальных агрегатах (горизонтальных и вертикальных).

При разделке теста возможно его прилипание (адгезия) к рабочим органам тесторазделочного оборудования. Во избежание этого оборудование посыпают мукой, обдувают горячим воздухом или покрывают его поверхность полимерными материалами, обладающими антиадгезионными свойствами. Сочетание обдувки воздухом и покрытия поверхностей полимерными материалами позволяет устранить прилипание теста.

Кроме основных этапов разделки теста включает в себя вспомогательные операции (посадка тестовых заготовок в расстойный шкаф и их выгрузка, надрезание заготовок после окончательной расстойки, посадка их в печь), осуществляемые специальными механизмами.

*Выпечка хлеба.* Изменения, характеризующие переход тестовой заготовки в процессе выпечки в хлеб, являются результатом целого комплекса процессов – физических, микробиологических, коллоидных и биохимических. В основе этих процессов лежат физические явления (прогревание теста и вызываемый прогреванием внешний влагообмен между тес-

том, хлебом и паровоздушной средой пекарной камеры, внутренний тепломассообмен в тесте-хлебе).

В начале выпечки тесто поглощает воду в результате конденсации паров воды из среды пекарной камеры. В этот период масса куска теста-хлеба несколько увеличивается. После прекращения конденсации начинается испарение воды с поверхности, которая к этому времени прогревается до 100°C, превращаясь в сухую корку. Часть воды при образовании корки испаряется в окружающую среду, а часть (около 50%) переходит в мякиш. Вследствие этого содержание воды в мякише горячего хлеба на 1,5–2,5% выше содержания воды в тесте. Обезвоженная корка прогревается в процессе выпечки до 160–180°C, а температура в центре мякиша поднимается до 95–97°C. Выше этой температуры мякиш не прогревается из-за его высокой влажности (45–50%).

Микробиологические и биохимические процессы определяются характером спиртового брожения внутри теста. В результате остаточной деятельности микрофлоры во время выпечки в тесте-хлебе увеличивается содержание спирта, диоксида углерода и кислот, что повышает объем хлеба и улучшает его вкус. Кроме того, при выпечке происходит тепловое расширение воздуха и газов внутри теста, что существенно влияет на увеличение его объема. Биохимические процессы связаны с изменением состояния крахмала – клейстеризацией его и разложением с образованием промежуточных продуктов (меланоидинов и др.), определяющих цвет корки пшеничного хлеба, его вкус и аромат. Цвет ржаного хлеба обусловлен в основном содержанием других соединений – меланинов, образующихся в хлебе при участии некоторых аминокислот и ферментов. Белки и крахмал при выпечке претерпевают существенные изменения (денатурация белков и клейстеризация крахмала). Белки при этом выделяют воду, уплотняются, теряют эластичность и растяжимость. Прочный каркас свернувшихся белков закрепляет форму хлеба. Вода, выделенная белками, поглощается крахмалом, который клейстеризуется. Крахмальные зерна прочно связывают воду, поэтому мякиш хлеба кажется более сухим, чем тесто.

Условия выпечки определяются степенью увлажнения среды пекарной камеры, температурой в различных ее зонах и продолжительностью процесса. Режим выпечки зависит от сорта хлеба, вида и массы изделия, качества теста, свойств муки, а также от конструкции печи. Решающим фактором является масса тестовой заготовки. Продолжительность выпечки колеблется от 8–12 мин (для мелкоштучных изделий) до 1 ч (для ржаного хлеба массой 1 кг).

Для большинства пшеничных и ржаных изделий режим выпечки включает три периода. В первый период выпечка протекает при высокой относительной влажности (до 80%) и сравнительно низкой температуре паровоздушной среды пекарной камеры (110–120°C) и длится 2–3 мин. За это время тестовая заготовка увеличивается в объеме, а пар, конденсируясь, улучшает состояние ее поверхности. Второй период проходит при высокой температуре и несколько пониженной относительной влажности газовой среды. При этом образуется корка, закрепляются объем и форма изделий. Третий период характеризуется менее интенсивным подводом теплоты (180°C) и приводит к снижению упека, т. е. потерь массы теста (%) при выпечке, которые выражаются разностью между массой теста и массой горячего хлеба, отнесенной к массе теста. Около 95% этих потерь приходится на воду, остальная часть – на спирт, диоксид углерода, летучие кислоты и др. Упек составляет 6–14% и зависит от формы хлеба (у формового хлеба он меньше, чем у подового). Для снижения упека увеличивают массу хлеба, а на завершающем этапе выпечки повышают относительную влажность воздуха и снижают температуру в пекарной камере.

Выпечка производится в универсальных (для выработки широкого ассортимента хлебобулочных изделий) и специальных (для производства одного или нескольких сортов изделий) хлебопекарных печах.

После выпечки хлеб направляют в хлебохранилище для охлаждения, а затем в экспедицию для отправки в торговую сеть. В процессе остывания происходит перераспределение воды внутри хлеба: часть ее испаряется в окружающую среду, а влажность корки и слоев, лежащих под ней и в центре изделия, выравнивается. В результате влагообмена

внутри изделия и с внешней средой масса хлеба уменьшается на 2–4% по сравнению с массой горячего хлеба. Этот вид потерь называется *усушкой*.

Для снижения усушки хлеб стремятся как можно быстрее охладить, для чего понижают температуру и относительную влажность воздуха хлебохранилища, уменьшают плотность укладки хлеба, обдувают хлеб воздухом температурой 20°C. На усушку влияют также влажность мякиша (так как увеличение влажности хлеба вызывает возрастание потерь на усушку) и масса хлеба: чем больше масса хлеба, тем меньше усушка. У подового хлеба усушка меньше, чем у формового хлеба.

При хранении хлеб черствеет в результате физико-химических процессов, связанных с изменением структуры клейстеризованного крахмала, который с течением времени стареет, выделяет поглощенную им воду и переходит в состояние, свойственное для крахмала муки. Крахмальные зерна при этом уплотняются и значительно уменьшаются в объеме, между ними образуются воздушные прослойки. Полностью предотвратить черствение хлеба не удастся, но известны приемы его замедления: глубокое замораживание и последующее хранение в таком виде, завертывание хлеба во влагонепроницаемую обертку, добавление молока, сыворотки, сахара, жира и других компонентов, интенсивный замес теста и длительная выпечка хлеба. Эффективным способом сохранения свежести хлеба является упаковка его в целлофан или парафинированную бумагу.

### ***14.2. Ассортимент хлебобулочных изделий***

Ассортимент хлебобулочных изделий состоит из различных видов и сортов хлеба, сдобных, бараночных, сухарных изделий, а также национальных и лечебно-диетических изделий, включающих сотни наименований и отличающихся друг от друга по сорту, рецептуре, форме и т. д. Номенклатура группового ассортимента включает в себя хлеб ржаной из обойной, а также из обдирной и сеяной муки, хлеб пшенично-ржаной и ржано-пшеничный из обойной муки, хлеб пшеничный различной массы и формы из муки обойной, первого, второго и высшего сортов, булочные изделия из муки первого, второго и высшего сортов, бараночные и сдобные изделия, сухари, хрустящие хлебцы, пироги, пирожки и пончики. В последние годы в соответствии с потребительским спросом возросло производство хлеба из сортовой муки, булочных и сдобных изделий, резко снизилась выработка хлеба из обойной муки. Растет производство хлебобулочных изделий с белковыми добавками (молочной сывороткой, пахтой, сухим молоком и др.), увеличивается выпуск булочных изделий массой до 300 г, в том числе массой 50 и 70 г. Почти весь ассортимент выпускается поштучно.

Хлеб, приготовленный из различных сортов пшеничной и ржаной муки, содержит 40–50% воды и 60–50% сухого вещества, которое в основном представлено углеводами (около 45%), небольшим количеством белков (8–9%), а также жиров, минеральных веществ, витаминов и кислот. Пищевая ценность хлеба определяется содержанием отдельных составных частей и энергетической ценностью с учетом коэффициента усвояемости. Одну треть потребности организма в белке и значительную часть потребности в углеводах и витаминах группы В обеспечивают хлебобулочные изделия. Пищевая ценность хлеба тем выше, чем больше он удовлетворяет потребности организма в пищевых веществах и чем больше его химический состав соответствует формуле сбалансированного питания.

#### *Контрольные вопросы*

1. В чем заключается сущность процессов созревания муки?
2. Из каких этапов состоит подготовка муки к производству?
3. Какие процессы протекают при брожении теста и как они влияют на качество хлеба?
4. В чем состоит отличие приготовления ржаного теста от пшеничного?
5. Из каких этапов состоит разделка ржаного и пшеничного теста?
6. В чем заключается назначение окончательной расстойки?
7. Какие процессы протекают при выпечке хлеба?
8. Что такое упек и усушка хлеба? Каковы пути снижения этих потерь?

## **Лекция 15. ТЕХНОЛОГИЯ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

15.1. Классификация макаронных изделий.

15.2. Технология макаронных изделий.

### ***15.1. Классификация макаронных изделий***

Макаронные изделия вырабатывают из пшеничной муки высшего сорта специально-го помола. Готовые изделия могут храниться более года без заметных изменений свойств, так как содержат мало воды (13%) и в них полностью отсутствуют скоропортящиеся добавки, кроме вкусовых и обогатительных. Макароны обладают высокой питательной ценностью из-за высокого содержания углеводов и белков.

В зависимости от сорта муки макаронные изделия подразделяют на высший и первый сорта. При внесении вкусовых или обогатительных добавок к названию сорта добавляется название входящих добавок (например, высший яичный).

В зависимости от формы выпускают следующие виды изделий: трубчатые (макароны, рожки, перья), нитеобразные (вермишель), лентообразные (лапша) и фигурные изделия.

По длине изделия делятся на длинные (15–50 см) и короткие, или короткорезанные (1,5–15 см). Различают также суповые засыпки, выпускаемые в виде срезов толщиной 1–3 мм.

В зависимости от способа формования изделия могут быть прессованными и штампованными.

### ***15.2. Технология макаронных изделий***

Технологическая схема включает следующие основные технологические операции: хранение и подготовка сырья к производству, приготовление теста, прессование изделий, их разделка, сушка, охлаждение и упаковывание.

Характерной особенностью современной техники макаронного производства является широкое использование автоматизированных линий, объединяющих в единый комплекс все технологические операции, что обеспечивает высокую степень механизации и автоматизации производственных процессов, а также позволяет получать качественные изделия. В зависимости от вида вырабатываемых изделий и установки того или иного оборудования для выпуска этих изделий используют схему производства длинных изделий с подвесным способом сушки на линиях и схему производства коротких изделий с сушкой на ленточных транспортерах.

При производстве длинных макаронных изделий на автоматизированной поточной линии мука и вода дозируются в тестосмеситель шнекового пресса для замеса теста. Затем тесто прессуется через матрицу и поступает на разделку в саморазвес, где сырые изделия развешиваются на бастуны, подрезаются и обдуваются воздухом. После обработки в предварительной и окончательной сушилках изделия направляются в стабилизатор-накопитель, затем в машину для съема с бастунов и резки, далее – на фасовочно-упаковочное оборудование, после чего транспортирующими механизмами изделия направляются в механизированный склад готовой продукции. Специальный механизм возвращает пустые бастуны на начало линии.

При производстве коротких изделий процессы приготовления теста и его прессования аналогичны рассмотренным выше.

В промышленности макаронные изделия получают, кроме перечисленных схем, и другими способами. Длинные изделия можно вырабатывать на автоматизированных линиях с предварительной сушкой на рамках и окончательной – в цилиндрических кассетах, что позволяет получать абсолютно прямые изделия и полностью ликвидировать сухие отходы. Можно производить длинные изделия с сушкой в лотковых кассетах. Этот способ требует больших затрат ручного труда, однако он довольно широко применяется в промышленности, ибо не требует сложного оборудования и больших производственных пло-

щадей. В этом случае выпрессовываемую прядь изделий укладывают с помощью маятникового стола в кассеты и разрезают ножом. Далее кассеты с изделиями устанавливают на вагонетки, которые отвозят их в сушильное отделение.

В промышленности широко применяется схема производства коротких изделий на комплексно-механизированных линиях.

*Хранение и подготовка сырья к производству.* Основную массу макаронных изделий готовят из муки и воды, а часть продукции – с добавками. Для производства макаронных изделий используют специальную муку двух сортов: высшего сорта (крупка) и первого сорта (полукрупка), получаемую помолом зерна твердой пшеницы или мягкой стекловидной. При отсутствии макаронной муки разрешается использовать хлебопекарную муку высшего и первого сортов.

Макаронная мука существенно отличается от хлебопекарной. Она имеет крупитчатую структуру с частицами размером 250–350 мкм, более крупную у крупки, чем у полукрупки; отличается высоким содержанием клейковины хорошего качества (в муке из твердой пшеницы – не менее 30–32%, из мягкой – не менее 28–30%); должна быть желтого цвета и не должна темнеть в процессе переработки. Такие показатели муки позволяют получать янтарно-желтые изделия из крупки и светло-кремового оттенка – из полукрупки, с гладкой поверхностью, стекловидные в изломе. Высокое содержание клейковины влияет на упругоэластичные свойства теста, а также определяет высокую питательную ценность готового продукта.

Добавки, используемые в макаронном производстве, делят на две группы: обогатительные, повышающие пищевую ценность изделий, и вкусовые, влияющие на вкус и цвет. К первой группе относятся яичные продукты (яйца, яичный порошок, меланж), молочные (сухое цельное молоко, сухое обезжиренное молоко, творог) и витамины (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и РР). Ко второй группе относят овощные и фруктовые пасты, пюре и порошки.

Подготовка муки заключается в ее смешивании, просеивании, магнитной очистке и взвешивании.

Для макаронных изделий используют столовые яйца первой категории с массой одного яйца не менее 48 г и второй категории с массой не менее 43 г. Яичные и молочные добавки хранят в холодильных камерах. Подготовка яиц к производству состоит из дезинфекции, так как яичная скорлупа часто бывает заражена бактериями, и промывания водой. Для этого яйца погружают в 2%-ный раствор хлорной извести, затем в 2%-ный раствор питьевой соды, после чего промывают холодной водой. Во избежание попадания порченных яиц следует разбивать их в отдельную посуду небольшими порциями (3–5 шт.). Полученную яичную массу необходимо процедить через сито с ячейками не крупнее 3 × 3 мм. Подготовка яиц к производству на фабриках – операция сложная, поэтому в качестве яичных добавок чаще всего используют яичный порошок или меланж (замороженная смесь белка и желтка). Перед употреблением меланж размораживают, помещая банки в теплую воду с температурой 40–45°C на 3–4 ч.

Томатную пасту хранят в герметичных емкостях из некорродирующего металла при температуре 0–20°C, не допуская замораживания. Витамины хранят в сухом помещении в упакованном виде. Упаковку следует вскрывать перед составлением витаминной смеси.

Для равномерного распределения добавок в тесте их смешивают в чанах с водой. Во избежание свертывания белков температура воды для размешивания яичных добавок должна быть не выше 45°C, для сухого молока – не выше 55°C, для остальных добавок – 55–65°C.

*Приготовление теста.* Макаронное тесто существенно отличается от всех других тестовых масс. Оно не подвергается брожению или искусственному разрыхлению. Так как количество воды, добавляемое в муку при замесе, составляет около половины того количества, которое способны поглотить основные компоненты муки – крахмал и белок, тесто требует длительного замеса в течение 20–30 мин.

Тесто представляет собой рыхлую массу из крошек различного размера, которая лишь в процессе дальнейшей обработки превращается в плотную пластичную массу, пригодную для формования.

Рецептура макаронного теста зависит от качества муки, вида изделий, способа сушки и некоторых других факторов. В ней указываются количество и температура муки и воды, содержание воды и температура теста. Количество воды дается на 100 кг муки. При расчете рецептов задаются влажностью теста, от величины которой зависит тип замеса: твердый (содержание воды 28–29%), средний (содержание воды 29,1–31%) и мягкий (содержание воды 31,1–32,5%). Наиболее распространен средний замес, при этом тесто получается мелкокомковатым, изделия после прессования хорошо сохраняют форму, не мнутся, не слипаются при раскладке и сушке в несколько слоев. Чем выше содержание воды в тесте, тем быстрее и равномернее увлажняются частицы муки, тем легче тесто поддается формованию. Из такого теста получают изделия лучшего качества. Однако при очень высоком содержании воды сырые изделия плохо сохраняют свою форму (слипаются, вытягиваются), процесс их сушки удлиняется. По заданному содержанию воды рассчитывают необходимое количество воды для замеса. Затем задаются температурой теста исходя из того, что после замеса она должна быть не выше 40°C. При этом учитывают, что в процессе формования изделий в шнековых прессах температура теста увеличивается на 10–20°C, а перед матрицей она должна составлять 50–55°C.

В зависимости от температуры воды, используемой на замес теста, различают три типа замеса: горячий (температура 75–85°C), теплый (55–65°C) и холодный (ниже 30°C). На практике чаще применяется теплый замес, позволяющий получать среднекомковатое, сыпучее тесто, которое хорошо заполняет витки шнека. Процесс замеса теста с использованием теплой воды происходит быстрее, чем с использованием холодной. Тесто при этом получается более пластичным, хорошо формуется, поверхность изделий – более гладкой, цвет – более желтым, чем при других замесах.

Горячий замес используется относительно редко, так как при соприкосновении горячей воды с мукой часть белков денатурирует, в результате чего тесто частично теряет эластичность. Горячий замес применим только для муки с повышенным содержанием клейковины, чрезмерно упругой, т. е. когда необходимо получить менее вязкое и достаточно пластичное тесто.

Холодный замес используется для изготовления изделий, предназначенных для длительного хранения, а также для муки с низким содержанием клейковины и слабой по качеству.

При приготовлении теста с добавками учитывают содержание воды в них. Если содержание воды добавок выше, чем у муки, то следует соответственно снизить расход воды на замес теста.

С целью вторичной переработки в рецептуру могут входить также доброкачественные отходы. Для этого используют полуфабрикаты (сырые обрезки, деформированные изделия и пр.), не имеющие посторонних привкуса и запаха, а также сухие отходы. Сырые обрезки сразу же после разделки измельчают и добавляют в тестосмеситель в количестве, не превышающем 15% от массы муки. Сухие отходы дробят в крупку размером до 1 мм и добавляют в количестве, не превышающем 10% массы муки. Отходы желательно добавлять для выработки короткорезанных изделий (вермишели и лапши).

*Формование макаронных изделий.* Применяют два способа формования макаронного теста: прессование и штампование, причем в основе последнего лежит получение путем прессования ленты теста, из которой затем штампуют изделия сложной формы.

Замес теста, уплотнение полученной крошковатой массы и формование изделий осуществляют в шнековом прессе непрерывного действия. Тесто готовят в тестосмесителе, в первое корыто которого дозаторами подают муку и воду. При выработке макаронных изделий с добавками последние после растворения в воде или приготовления водной эмульсии поступают в тестосмеситель через дозатор воды. Тестосмесители могут быть одно-, двух-, трех- и четырехкорытными. Каждое корыто представляет собой полуцилиндр, внутри которого вращается вал. Лопасти вала расположены под углом к его оси, что обеспечивает продвижение теста вперед и отбрасывание его назад. Это создает благоприятные условия для набухания муки за счет длительного перемешивания. Для получения

однородной структуры теста замес удлиняют, применяя трех- и четырехкорытные тестосмесители. В результате получается комковатая масса, размер комков которой зависит от содержания воды в тесте: чем оно выше, тем крупнее крошки и комья. В последнем корыте тестосмесителя создается вакуум для удаления мельчайших пузырьков воздуха, наличие которых приводит к растрескиванию изделий. При сушке полуфабриката, предварительно уплотненного при большом давлении на стадии прессования, происходит уменьшение линейных размеров теста. Пузырьки воздуха, находящиеся в нем в сжатом состоянии, при нагревании расширяются и разрушают микроструктуру изделия. При интенсивных режимах сушки микротрещины могут привести к резкому увеличению количества растрескавшихся изделий, а также могут одновременно снизить их транспортабельность. Наличие воздушных включений приводит к появлению белесого оттенка, что ухудшает цвет изделий и повышает потери сухих веществ при варке. Оптимальный режим вакуумирования следующий: остаточное давление – 10–40 кПа, длительность – 5–7 мин.

Для придания тесту однородной структуры его направляют в шнековую камеру прессы на формование. Тесто подхватывается витками шнека, выполняющего вначале роль транспортирующего механизма, перемещающего сыпучий продукт, уплотняется, становясь вязкой, упругопластичной массой.

Сформировавшееся в шнековой камере тесто нагнетается в небольшое предматричное пространство, заканчивающееся матрицей, через отверстия которой оно выпрессовывается под давлением 10–12 мПа. Такое давление возникает вследствие сопротивления формующих отверстий матрицы истечению крутого теста. Величина его зависит от содержания воды и температуры теста, скорости прессования и других факторов. Только 18–20% подаваемого в матрицу теста выпрессовывается через ее отверстия, основная же масса за счет противодействия закручивается в межвинтовом пространстве шнека и перемещается в противоположном направлении. Перед матрицей происходит послойное перемещение теста вперед и назад. Это ведет к переходу механической энергии движения отдельных слоев в тепловую, в результате чего тесто приобретает большую пластичность, его температура повышается на 10–12°C. Для поддержания оптимальной температуры (55°C) теста перед матрицей шнековая камера снабжена водяной рубашкой. При более высокой температуре происходит заваривание теста: оно становится более крутым. При этом скорость прессования резко падает.

В современных прессах тесто вакуумируют на стадии замеса. Вместе с тем в промышленности применяется оборудование, где вакуум создается на стадии прессования. Однако удалять воздух из спрессованного теста гораздо труднее, и эффект от использования деаэрации гораздо ниже.

Наиболее важной составной частью прессы являются матрицы. Они могут быть круглыми (в форме плоского диска) и прямоугольными. Их изготавливают из латуни и бронзы или нержавеющей стали.

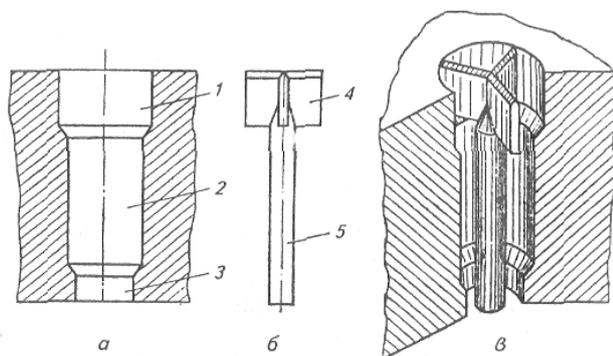


Рис. 48. Формующее отверстие дисковой матрицы с вкладышем: а – профиль отверстия; б – вкладыш трехпорный; в – отверстие с запрессованным вкладышем в сборе

Форма изделий, получаемых прессованием, зависит от конфигурации формующих отверстий матрицы. Встречаются три вида отверстий: кольцевые с вкладышами для получения макаронной трубки; без вкладышей для формования нитеобразных изделий; щелевидные для прессования лапши, фигурных изделий и широких лент теста для последующего формования из них штампованных изделий.

Формующее отверстие с вкладышем (рис. 48) состоит из канала, просверленного в теле матрицы, и закрепленного с ним

вкладыша.

Матрица для получения вермишели или лапши состоит из диска, в котором высверливаются углубления, т. е. кессоны (рис. 49).

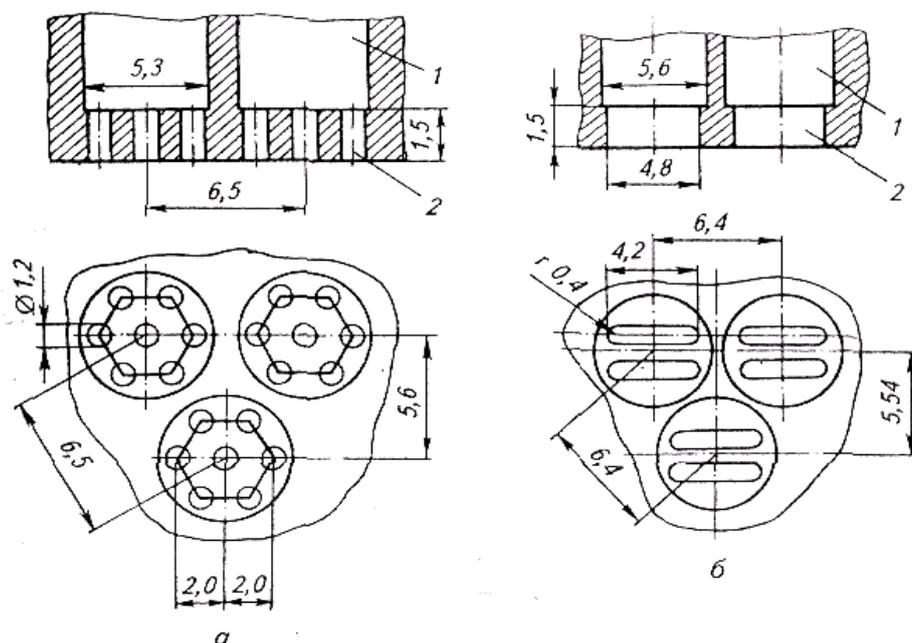


Рис. 49. Профили отверстий в матрице без вкладышей:  
а – для вермишели; б – для лапши

Во входную камеру тесто входит одним потоком, после чего оно продавливается через формующую щель высотой 1,5–2 мм.

При использовании металлических матриц поверхность изделий получается более или менее шероховатой, что связано с прилипанием теста к поверхности матрицы. Тесто движется в канале матрицы послойно, причем скорость движения слоев различна. Прилипший элементарный слой теста остается неподвижным, а следующий элементарный слой движется, отрываясь от прилипшего слоя. При этом скорость его движения замедляется, а на поверхности образуются надрывы, заусенцы. С увеличением пластичности теста поверхность становится более гладкой, так как образовавшиеся заусенцы как бы затягиваются. Степень прилипания теста зависит от материала матрицы. Наиболее сильно тесто прилипает к матрицам, изготовленным из нержавеющей стали, меньше – к матрицам из латуни, еще меньше – к матрицам из бронзы. Для снижения степени прилипания теста поверхность формующей щели матрицы должна быть тщательно отшлифована. В последнее время для получения изделий с гладкой поверхностью используют матрицы со вставками из пластмасс, в частности из фторопласта, к которому тесто не прилипает. В результате существенно возрастает скорость прессования, а готовые изделия имеют более желтый цвет.

Разделка сырых макаронных изделий состоит из обдувки, резки и раскладки с целью подготовки полуфабриката к наиболее продолжительной и трудоемкой стадии производства – сушке. От правильности разделки зависит как продолжительность сушки, так и качество готовых изделий.

Сырые изделия обдуваются для быстрой подсушки воздухом, который забирается из помещения цеха. При этом содержание воды в них снижается на 2–3%, в результате уменьшается пластичность полуфабриката, увеличивается его упругость, на поверхности образуется корочка, которая препятствует слипанию и искривлению изделий.

Назначение резки – получить продукт определенной длины. Короткорезанные изделия режут двумя способами. В первом случае нож скользит по поверхности матрицы или режет свисающую прядь на некотором расстоянии от матрицы; во втором случае резка ведется после того, как изделия немного подсохнут.

Сырые изделия подают к сушилкам по наклонным спускам или пневмотранспортом. Использование пневмотранспорта позволяет несколько подсушить продукт, что сокращает длительность сушки.

Для раскладки сырых короткорезанных изделий применяют механические раскладчики (раструсчики), труба или транспортер которых совершает колебательное движение над движущейся лентой сушилки, распределяя на ней продукт равномерным слоем толщиной 2–5 см в зависимости от вида изделий.

Резка и раскладка макарон зависят от способа сушки: кассетного (в кассетах) или подвесного (на бастунах). В первом случае используются кассеты, изготовленные из фанеры, деревянных планок и дюралюминия. Кассета представляет собой ящик, имеющий только две боковые стенки, между которыми укладывают макароны таким образом, чтобы через них вдоль трубок проходил сушильный воздух. Бастун – это полая алюминиевая трубка длиной 2 м с цапфами на концах. С их помощью она опирается на цепи транспортера. На бастун развешивается макаронная прядь.

При кассетной сушке выпрессованные изделия, достигшие длины 1,5–2 м, механически подхватываются, укладываются на кассеты и режутся раскладочно-резательным механизмом на отрезки длиной 250 мм.

Разделка макарон для подвесной сушки ведется саморазвесом, входящим в автоматизированную линию. Пустые бастуны движутся в горизонтальном направлении с некоторыми перерывами. В момент их остановки ряды формируемых изделий, проходя обдуватель, достигают необходимой длины, опускаясь ниже неподвижного бастуна. При движении вперед бастун оттягивает макаронную прядь – и она огибает его с одной стороны. Затем два пустотелых цилиндра переводят верхнюю половину пряди на другую сторону бастуна. Ножи отрезают прядь макарон – она за счет собственной массы падает и виснет на бастуне. Нижние ножи подравнивают концы изделий. Обрезки падают в шнек, находящийся внизу, измельчаются и далее подаются пневмотранспортером в тестосмеситель на вторичную переработку.

*Сушка макаронных изделий.* Макаaronное тесто является хорошей средой для протекания микробиологических и биохимических процессов. Для их предотвращения тесто высушивают до содержания воды 13,5–14%, чтобы после охлаждения содержание воды в нем не превышало 13%.

Сушка – наиболее длительная стадия технологического процесса производства макаронных изделий. От правильности ее проведения зависят такие показатели качества готового продукта, как прочность, кислотность и стекловидность. Очень интенсивная сушка может привести к растрескиванию изделий, чрезмерно длительная, а также недосушивание – к их закисанию.

Сушку макаронных изделий проводят конвективным способом, который основан на тепло- и влагообмене между высушиваемым материалом и нагретым воздухом. Процесс сушки заключается в подводе воды от внутренних слоев изделий к наружным, превращении воды в пар и удалении пара с поверхности за счет нагретого сушильного воздуха. Количество воды, которое может поглотить 1 кг воздуха до полного его насыщения, называется сушильной способностью воздуха. Чем выше температура и скорость движения воздуха и чем ниже его относительная влажность, тем выше его сушильная способность и тем быстрее протекает процесс сушки.

Макаронное тесто при сушке проявляет некоторые особенности, обусловленные характером поглощения воды тестом при его замесе. Поскольку тесто готовят с низким содержанием воды, то свободной воды в нем нет. Вода полностью связана белками и крахмалом, причем белки удерживают ее прочнее, чем крахмал. Поэтому процесс сушки протекает в два этапа. На первом этапе при постоянной скорости сушки происходит более быстрое удаление воды, связанной крахмалом, на втором при убывающей скорости сушки – медленное обезвоживание белков.

Вода внутри макаронного теста перемещается от более нагретых наружных слоев к менее нагретым внутренним (явление термовлагопроводности). За счет различного содер-

жания воды этих слоев, возникающего в результате испарения воды с поверхности материала и быстрого осушивания, происходит перераспределение воды от более влажных внутренних слоев к наружным (явление влагопроводности). Основное движение воды внутри полуфабриката происходит за счет влагопроводности. Таким образом, вода внутри теста перемещается в противоположных направлениях, что замедляет процесс сушки.

По мере испарения воды в изделиях происходит их усадка на 6–8%. Наружные слои высыхают быстрее и стремятся уменьшить размеры, а внутренние, в которых содержание воды какое-то время выше, стремятся сохранить их. В изделиях возникают внутренние напряжения сдвига. В начальный период сушки, пока содержание воды в продукте выше 20%, тесто обладает пластичными свойствами, ослабляющими внутренние напряжения сдвига. В результате изделия уменьшаются в размерах, не разрушаясь. Затем, по мере снижения содержания воды с 20 до 16%, изделия постепенно утрачивают свойства пластичного материала и приобретают упругие свойства, т. е. становятся упругопластичным материалом. При этом если внутренние напряжения сдвига превысят предельно допустимые значения, то появятся микротрещины, способные привести к лому изделий. На конечном этапе сушки, при снижении содержания воды с 16 до 13,5%, изделия ведут себя как упругохрупкие тела, и усадка ведет к их растрескиванию.

Идеальным режимом сушки является такой, при котором внутренний массоперенос воды не отстает от влагоотдачи поверхности изделий. Осуществить такой режим сложно, так как процесс сушки чрезмерно замедляется, что может вызвать закисание продукта. Для ускорения процесса сушки и получения изделий хорошего качества в начальный период (при содержании воды в тесте до 20%) их сушат при жестких режимах, т. е. при интенсивной обдувке воздухом с высокой сушильной способностью. Затем во избежание растрескивания высушивание ведут при мягких режимах, когда вода медленно удаляется воздухом с низкой сушильной способностью. Особенно осторожно надо вести этот процесс на последних этапах сушки, когда содержание воды изделий ниже 16%. Практически эти условия можно выполнить при сушке изделий в сушилках поточных линий, где процесс разделен на два этапа – предварительную и окончательную сушку.

В зависимости от сушильной способности воздуха применяют следующие режимы сушки макарон: трехстадийный (пульсирующий), сушку воздухом с постоянной сушильной способностью, сушку воздухом с изменяющейся сушильной способностью, сушку с предварительной термообработкой сырых изделий.

*Трехстадийный режим сушки* состоит из предварительной сушки, отволаживания и окончательной сушки. Предварительная сушка длится от 30 мин до 2 ч, и в течение этого времени испаряется от 1/3 до 1/2 воды, которую необходимо удалить из изделий. Процесс ведут при жестких режимах, так как тесто пластично и нет опасности растрескивания. Цель этой стадии – ускорить сушку, стабилизировать форму сырых изделий, предотвратить их вытягивание, плесневение и закисание. Содержание воды в тесте, выходящем из камеры предварительной сушки, должно быть не ниже 20%. Образовавшаяся на поверхности корочка может вызвать растрескивание продукта при дальнейшей сушке. Для размягчения корочки изделия направляются на отволаживание – обдувку горячим воздухом с относительной влажностью 90–100%. При этом испарения воды с поверхности практически не происходит, а подведенная теплота расходуется на прогрев изделий, выравнивание влажности во внутренних и наружных слоях макаронной трубки.

Окончательную сушку ведут при мягких режимах, так как изделия приобретают упругие свойства и скорость испарения воды с их поверхности должна быть соизмерима со скоростью ее подвода из внутренних слоев к наружным. На этом этапе последовательно чередуют сушку и отволаживание, причем отношение продолжительности сушки к продолжительности отволаживания составляет примерно 1 : 2,5.

Подобный способ применяется для сушки длинных изделий в подвесном состоянии на автоматизированных линиях. Развешанные на бастуны изделия перемещаются в тоннельных сушилках и обдуваются воздухом. Параметры сушильного воздуха в предвари-

тельной сушилке зависят от вида изделий (температура 35–45°C, относительная влажность 65–75%). Окончательная сушилка представляет собой тоннель, разделенный по длине на зоны сушки и зоны отволаживания. В зонах сушки установлены калориферы для подогрева воздуха и вентиляторы. Температура воздуха в зонах окончательной сушилки – 35–45°C, относительная влажность – 70–85%. По высоте тоннель окончательной сушилки разделен на ярусы, по которым последовательно проходят бастуны с изделиями, пересекая поочередно зоны сушки и отволаживания.

*Способ сушки воздухом с постоянной сушильной способностью* предусматривает примерное постоянство параметров воздуха от начала до конца сушки. Недостатком этого способа является необходимость вести сушку при высокой сушильной способности, что может привести к растрескиванию изделий. Однако этот способ широко применяется на фабриках для сушки макарон в кассетах в бескалориферных сушилках. Сушка ведется путем продувки через макаронные трубки воздуха, забираемого из помещения цеха. Параметры воздуха поддерживаются на постоянном уровне при помощи приточно-вытяжной вентиляции. Продолжительность сушки составляет 20–24 ч. Для равномерного высушивания направление воздуха через каждый час меняют на противоположное.

*Сушка с изменяющейся сушильной способностью воздуха* применяется в современных ленточных конвейерных паровых сушилках непрерывного действия, используемых для сушки коротких изделий. Сушилки представляют собой тоннель, внутри которого один над другим располагаются четыре или пять транспортеров с находящимися на них изделиями. Транспортеры движутся в противоположных направлениях. При этом продукт последовательно пересыпается с верхних лент на нижние и обдувается воздухом, нагретым в калориферах. Калориферы располагаются между верхней и нижней лентами каждого транспортера. Продолжительность сушки составляет 30–90 мин в зависимости от размера изделий. Свежий воздух подогревается нижним калорифером до 50–60°C и имеет относительную влажность 15–20%. Проходя через слой изделий на нижней ленте, воздух отдает часть теплоты и увлажняется. Поднимаясь вверх, он подогревается вторым калорифером до той же температуры, проходит через слой изделий на следующей ленте и т. д. В результате на выходе из сушилки его температура достигает 40–50°C, а относительная влажность – 50–60%, т. е. сушка ведется воздухом с меняющейся сушильной способностью. Для смягчения режима сушки и повышения качества изделий устанавливают последовательно две сушилки. Первая выполняет функции предварительной сушилки, вторая – окончательной. Общая продолжительность сушки составляет 1–3 ч, в том числе в предварительной камере – 0,5 ч. Аналогичный режим используется в автоматизированных линиях для сушки коротких изделий. В этих линиях предусмотрена, кроме предварительной и окончательной сушилок, установка для первичной подсушки изделий (трабатто, или виброподсушиватель). Эта установка представляет собой ряд сетчатых рамок, совершающих возвратно-поступательные движения, что обеспечивает последовательное перемещение сырых изделий с верхних рамок на нижние. При этом они обдуваются горячим воздухом и за 2–3 мин теряют 1,5–2,5% воды. На поверхности сырых изделий образуется корочка, предотвращающая их слипание во время последующего высушивания в слое на лентах сушилки. В этом случае сушку ведут при мягком режиме, что улучшает качество продукта.

*Сушка с предварительной термообработкой сырых изделий* заключается в обдувке трубчатых изделий паровоздушной смесью с температурой 95–98°C и относительной влажностью 95% в течение 2 мин и коротких изделий сухим паром с температурой 120–180°C в течение 30 с и последующей сушке при постоянной сушильной способности воздуха. Такая тепловая обработка ведет к денатурации белков и клейстеризации крахмала, что ускоряет процесс удаления воды, сокращает время сушки и дает возможность на последующих этапах применять жесткие режимы обезвоживания без опасения появления трещин.

*Охлаждение, упаковывание и хранение макаронных изделий.* Макароны изделия на выходе из сушилки имеют температуру, близкую к температуре сушильного воздуха. Перед упаковыванием изделия необходимо медленно охладить до температуры упаковочного

отделения в течение не менее 4 ч за счет обдувки воздухом с относительной влажностью 60–65% и температурой 25–30°C. При этом происходит стабилизация изделий: окончательно выравнивается влажность по всей толщине продукта, рассасываются внутренние напряжения сдвига, которые могли остаться после интенсивной сушки изделий, и происходит некоторое снижение массы за счет испарения 0,5–1% воды. В поточных линиях стабилизацию и охлаждение изделий проводят в стабилизаторах-накопителях, где одновременно создается запас двенадцатичасовой выработки высушенных изделий. В остальных случаях используются виброохлаждители.

Процесс упаковывания включает подачу изделий на упаковочные столы или в бункера, сортировку, магнитную сепарацию, укладку в тару, включая уплотнение на вибраторе, взвешивание, забивание крышки и маркировку.

Макаронные изделия выпускают в упакованном и фасованном виде. Фасование, т. е. упаковывание в потребительскую (мелкую) тару, проводят на автоматах или вручную. К потребительской таре относятся коробочки из картона или плотной бумаги, пакеты из полиэтиленовой пленки или из термосклеивающегося целлофана, а к наружной – коробка из гофрированного или литого картона, ящики фанерные и дощатые, четырехслойные бумажные крафт-пакеты.

Макаронные изделия должны храниться в складских помещениях на стеллажах или поддонах при температуре 16–18°C и относительной влажности воздуха не более 70%. Помещения должны быть чистыми, сухими, защищенными от воздействия атмосферных осадков, не зараженными амбарными вредителями. Изделия нельзя хранить с товарами, имеющими специфический запах, так как они могут впитывать этот запах.

Качество макаронных изделий должно удовлетворять следующим требованиям: они должны иметь правильную форму, гладкую поверхность, быть стекловидными в изломе, однотонными по цвету, с кремовым или желтоватым оттенком. Содержание воды в них должно быть не более 13%, кислотность должна составлять не более 3°, а для изделий с добавками томатопродуктов – не более 10°. Кроме того, для характеристики качества макаронных изделий необходимо определять следующие показатели: прочность, содержание лома, крошки и деформированных изделий, наличие металлопримесей и мучных вредителей, состояние изделий после варки.

#### *Контрольные вопросы*

1. В чем состоят отличия макаронной муки от хлебопекарной?
2. Какие существуют типы замеса макаронного теста (по температуре и влажности) и когда применяется тот или иной тип замеса?
3. Какие изменения происходят в макаронном тесте при его прессовании через матрицу?
4. Что представляют собой матрицы с вкладышем и где они применяются?
5. В чем состоит разделка макаронного теста и как она осуществляется при производстве длинных и короткорезанных макаронных изделий?
6. В чем заключаются особенности высушивания макаронного теста?
7. Что такое трехстадийный режим высушивания?
8. В чем состоит сущность отволаживания изделий?
9. Для чего устанавливают стабилизаторы и какие процессы в них протекают?

## **Лекция 16. ТЕХНОЛОГИЯ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

16.1. Характеристика сырья.

16.2. Технология карамели, шоколада и конфет.

16.3. Технология мучных кондитерских изделий.

## 16.1. Характеристика сырья

Кондитерские изделия в зависимости от технологического процесса и вида сырья подразделяются на две группы: сахарные (шоколад, какао-порошок, конфеты, карамель, мармелад, пастила, ирис, драже и халва) и мучные (печенье, галеты, крекеры, вафли, пряники, кексы, рулеты, торты и пирожные). Доля мучных кондитерских изделий составляет около 40%.

Кондитерские изделия обладают высокой энергетической ценностью, усвояемостью, низким содержанием воды, приятным вкусом, тонким ароматом и привлекательным внешним видом, что обуславливает их высокую пищевую ценность. Энергетическая ценность кондитерских изделий в расчете на 100 г продукта колеблется от 1200 (мармелада) до 2300 (шоколада) кДж.

К основным видам сырья, применяемого в кондитерской промышленности, относятся сахар, глюкоза, патока, мед, жиры, молоко и молочные продукты, яйца и яйцепродукты, какао-бобы, орехи, фруктово-ягодные полуфабрикаты, мука, крахмал, вкусовые и ароматические вещества, химические разрыхлители и др.

Сахар (сахароза) используется в виде рафинированного сахара-песка или водного раствора (сиропа). Содержание сахарозы в сахаре-песке в пересчете на сухое вещество составляет 99,75–99,99%, содержание воды не превышает 0,14%, а для бестарного хранения – 0,05%. Сахарный сироп, поступающий с сахарорафинадных заводов, может быть как чисто сахарным, так и сахароинвертным с разным соотношением сахарозы и инвертного сахара. На кондитерские фабрики сахар-песок поступает двумя способами: тарным (в мешках) или бестарным (в вагонах или автомобилях). Хранят сахар-песок также двумя способами: в мешках (таре) или в складах для бестарного хранения (силосах). Перед подачей в производство сахар-песок просеивают через сито и подвергают магнитной очистке для освобождения от ферропримесей.

Глюкозу используют при выработке детских и диетических кондитерских изделий вместо сахара-песка (с полной или частичной его заменой). Глюкоза поступает на предприятия в виде белого кристаллического порошка и хранится при относительной влажности воздуха, не превышающей 65%.

При производстве сахарных кондитерских изделий используют патоку в качестве антикристаллизатора. При производстве мучных изделий вводят патоку (не более 2% от массы сырья) для придания тесту пластичности, а готовым изделиям – мягкости и рассыпчатости. Патока поступает на предприятия в железнодорожных цистернах и в разогретом виде (40–45°C) перекачивается в баки. Перед применением патоку подогревают до той же температуры и процеживают через сито.

Для производства мучных кондитерских изделий используется в качестве основного вида сырья пшеничная мука высшего и первого сортов. Крахмал применяется как рецептурный компонент при производстве мучных кондитерских изделий и в качестве формового компонента при производстве конфет.

Для приготовления мучных изделий, конфет, карамели с начинкой, шоколада и халвы используют жиры, которые являются в большинстве изделий структурообразователями. Одновременно они способствуют повышению пищевой ценности изделий. Сливочное масло применяется при производстве мучных кондитерских изделий, конфет и ириса. Маргарин используется при производстве мучных кондитерских изделий. В производстве шоколада, конфетных масс, карамельных начинок используется какао-масло, получаемое из какао-бобов. При производстве печенья, вафельных и прохладительных начинок, конфетных масс типа пралине, жировой глазури добавляют гидрированные жиры.

В кондитерской промышленности широко применяются молоко и молочные продукты (молоко натуральное, сгущенное с сахаром и без него, сухое и др.), натуральные яйца и яйцепродукты (меланж, яичный порошок, яичный белок, желток и др.). Яйца вводят при производстве мучных кондитерских изделий, яичный белок – при производстве пастилы, зефира, сбивных конфет и других изделий как пенообразователь.

При производстве конфет, начинок, халвы, шоколадных и мучных изделий добавляют ядра орехов и семена масличных растений (миндаль, фундук, грецкий орех, арахис, кешью, кунжутное и подсолнечное семя и др.). В производстве шоколада и какао-порошка основным видом сырья являются какао-бобы – семена дерева какао.

В кондитерском производстве широко используют фруктово-ягодное сырье в виде полуфабрикатов (пульпы, пюре, подварки цукатов, заспиртованных ягод). Для придания кондитерским изделиям кислого вкуса применяют пищевые кислоты (винную, лимонную, молочную и яблочную). В качестве ароматических добавок в кондитерские изделия вводят натуральные (естественные эфирные масла) и синтетические (эссенции) ароматические вещества.

Кроме того, в кондитерской промышленности применяют такие виды сырья, как разрыхлители, студнеобразователи, пищевые красители, эмульгаторы, консерванты, сырье для выработки диетических видов изделий и пр.

Характерные особенности того или иного сорта кондитерских изделий обусловлены соотношением компонентов сырья, которое устанавливается рецептурами.

На основе рецептур путем расчетов можно получить технологические и экономические данные, используемые в производстве, планировании, проектировании и т. п. На основе рецептур планируется также себестоимость кондитерских изделий.

## ***16.2. Технология карамели, шоколада и конфет***

***Технология карамели.*** Карамель – кондитерское изделие, получаемое путем уваривания сахарного сиропа с крахмальной патокой или инвертным сиропом до карамельной массы с содержанием воды 1,5–4%. Карамель получают или только из карамельной массы (леденцовая карамель), или с начинками. Для начинок используют различные кондитерские массы (фруктовую, ликерную, медовую, помадную, ореховую и др.).

В зависимости от способа обработки карамельной массы оболочка карамели перед формованием может быть прозрачной или непрозрачной (тянутой). Карамель выпускают с различным внешним оформлением (завернутой, фасованной, открытой и т. д.). Ассортимент карамели, выпускаемой в нашей стране, разнообразен и насчитывает свыше 800 наименований.

В качестве сырья для производства карамели используют сахар-песок, крахмальную патоку, а также фруктово-ягодные заготовки, молочные продукты, жиры, какао-продукты, ореховые ядра, пищевые кислоты, эссенции, красители и др.

Технологический процесс производства карамели включает следующие стадии (рис. 50): приготовление сиропа и карамельной массы, охлаждение и обработка карамельной массы, приготовление карамельных начинок, формование карамели, завертывание или отделка поверхности карамели, упаковывание.

***Приготовление карамельного сиропа.*** Карамельные сиропы представляют собой сахаропаточные или сахароинвертные растворы с содержанием воды не выше 16% и редуцирующих сахаров не более 14%. Патока или инвертный сироп вводятся в сахарный сироп как антикристаллизатор, так как при уваривании из образующегося раствора выделяются кристаллы сахара. Введение патоки или инвертного сиропа приводит к снижению растворимости сахарозы с одновременным увеличением общего суммарного количества растворенных сахаров, что позволяет уварить такую смесь до содержания воды 1–3% без кристаллизации. Кроме того, содержащиеся в патоке декстрины значительно повышают вязкость раствора, что также замедляет процесс кристаллизации. Приготовление карамельных сиропов производится периодическим или поточно-механизированным способом. Наиболее распространен поточно-механизированный способ приготовления карамельного сиропа под давлением, сокращающий продолжительность процесса растворения. Этим способом получают сироп на универсальной сироповарочной станции.

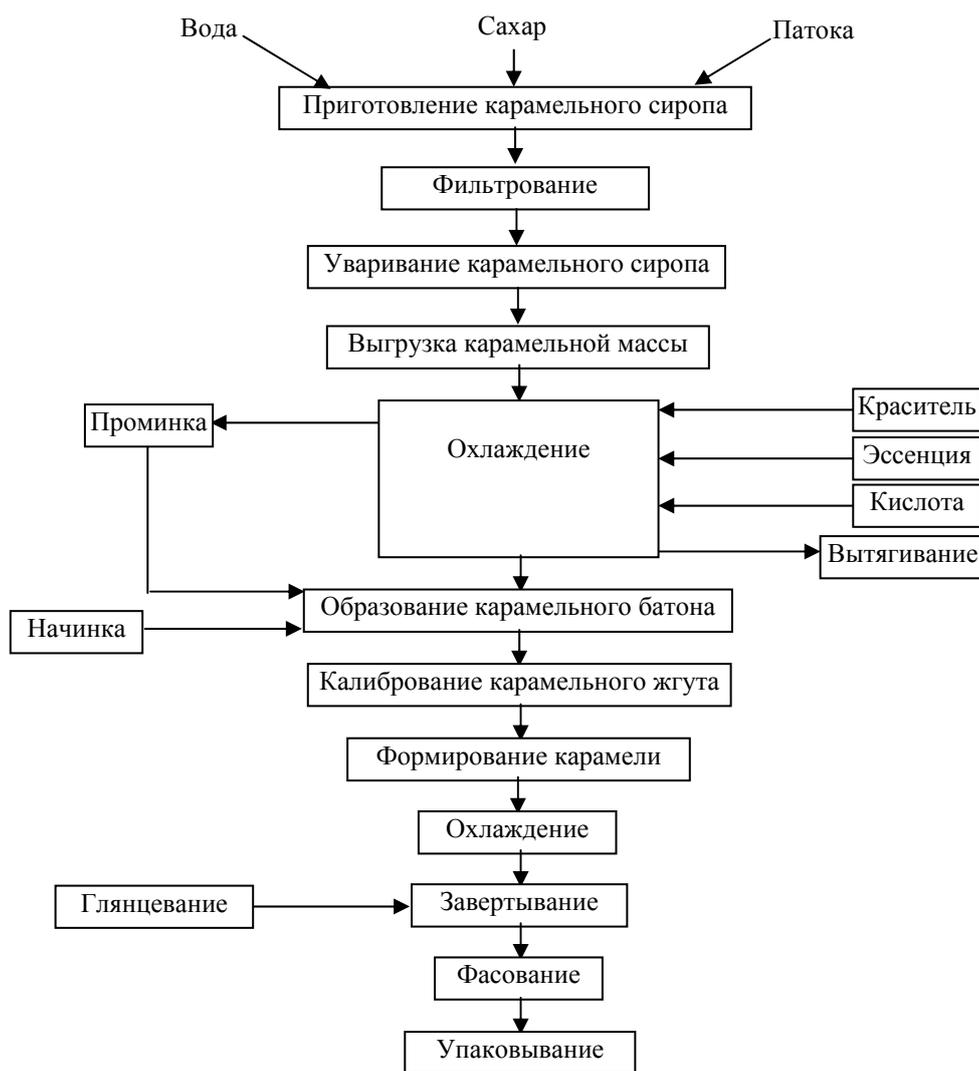


Рис. 50. Технологический процесс приготовления карамели

*Приготовление карамельной массы.* Карамельная масса – это аморфная масса, полученная увариванием карамельного сиропа до содержания сухих веществ в пределах 96–99%. Для получения карамельной массы используют в основном змеевиковые вакуум-аппараты.

В последнее время для получения карамельной массы используют варочные аппараты пленочного типа, что позволяет существенно сократить продолжительность процесса. Пленочный аппарат представляет собой вертикальный цилиндрический сосуд с вращающимся внутри ротором. На лопасти ротора подается насосом карамельный сироп, который равномерно распределяется по греющей внутренней поверхности аппарата, образуя пленку толщиной до 1 мм, уваривается и стекает из аппарата. Продолжительность уваривания составляет 15–20 с.

*Приготовление начинок.* Начинки, используемые в карамельном производстве, не должны портиться при хранении, поэтому содержание сахара в них должно быть не ниже 70%. Для предотвращения кристаллизации сахарозы в начинку вводят антикристаллизаторы (патоку или инвертный сироп). Начинки не должны включать скоропортящихся, способных к быстрому прогорканию жиров, не должны взаимодействовать с карамельной массой и растворять ее. Консистенция начинки должна быть достаточной вязкости.

Фруктово-ягодные начинки получают увариванием плодовой мякоти с сахаром и патокой. Процесс включает подготовку сырья, дозирование, смешивание основных компонен-

тов и их уваривание. Подготовка фруктово-ягодного сырья заключается в десульфитации (шпарке) заготовок паром для удаления сернистого газа (консерванта) с последующей протиркой массы на протирочных машинах с целью отделения плодовой мякоти. Протертое сырье смешивают с сиропом, который получают растворением санитарно-доброкачественных отходов производства, а затем уваривают в змеевиковых варочных колонках или аппаратах периодического действия. Доля сухих веществ в начинке составляет 81–84%.

Ликерные начинки получают путем уваривания сахаропаточного сиропа до содержания в нем сухих веществ не более 84–87% с введением в охлажденную до 70°C массу смеси, содержащей алкоголь или алкогольные напитки, кислоту, эссенцию, краску и др.

Помадная начинка представляет собой мелкокристаллическую массу, находящуюся в насыщенном сахаропаточном сиропе. Ее получают путем сбивания с одновременным охлаждением сахаропаточного сиропа, содержащего не более 30% патоки от массы сахара в сиропе. Содержание сухих веществ в начинке должно составлять не менее 90%.

Масляно-сахарные (прохладительные) начинки получают путем смешивания сахарной пудры с кокосовым маслом и кристаллической глюкозой. Замена части сахара глюкозой увеличивает «охлаждающий» вкус. Содержание сухих веществ в начинке должно быть не менее 96,5%.

Шоколадно-ореховая начинка представляет собой массу, полученную смешиванием растертых ореховых ядер, какао тертого, кокосового или какао-масла и сахарной пудры. Содержание сухих веществ должно быть не менее 97,5%.

*Обработка карамельной массы и формование карамели.* Перед формованием карамельную массу подвергают охлаждению с одновременным окрашиванием, ароматизацией и подкислением, затем ее проминают или вытягивают.

Выходящая из змеевиковой варочной колонки карамельная масса подается на охлаждающую машину, где быстро охлаждается до температуры 80–90°C, при которой приобретает пластичные свойства. В процессе охлаждения в карамельную массу вводят пищевую кислоту, эссенцию и раствор красителя. Продолжительность обработки карамельной массы на охлаждающей машине составляет 20–25 с. Для получения прозрачной карамели карамельную массу после охлаждения направляют на проминку в специальные проминальные машины. Цель проминки – равномерное распределение в массе введенных компонентов, а также удаление крупных воздушных пузырьков. Процесс проминки заключается в многократном перевертывании и разминании карамельного пласта.

При изготовлении карамели с непрозрачной оболочкой карамельную массу после охлаждения подвергают вытягиванию с многократным складыванием на специальных тянульных машинах. Масса насыщается воздухом, теряет прозрачность и приобретает красивый шелковистый блеск. Одновременно в ней распределяются введенные добавки.

Подготовленная таким образом масса поступает в карамелеобкаточную машину, состоящую из корытообразного корпуса, внутри которого вращаются шесть рифленых конических веретен. В этой машине карамельной массе придается форма усеченного конуса (батона). Для получения карамели с начинкой на машине устанавливается начинконополнитель, с помощью которого внутрь карамельного батона непрерывно закачивается начинка. Начинки должны иметь строго определенную температуру, поэтому их предварительно выдерживают в темперирующих машинах и перед перекачиванием в начинконополнитель в них вводят ароматизирующие и вкусовые добавки. Заполнение карамельного батона густыми начинками (ореховые, шоколадные) производится при помощи специальных мембранных насосов или шнека.

С целью получения карамельного жгута определенного диаметра батон пропускают через жгутовывтягиватель, который состоит из трех пар вертикально установленных роликов. Каждая пара роликов образует отверстие, диаметр которого уменьшается по ходу движения жгута. Жгутовывтягиватель вытягивает карамельный жгут из карамелеобкаточной машины, калибрует жгут до определенного диаметра и подает его в формовочную машину. При прохождении через машины температура карамельной массы должна достигать 70–80°C.

Для разделения карамельного жгута на отдельные карамельки и придания им определенной формы применяют различные способы формования, наиболее распространенным из которых является формование на цепных машинах. У этих машин рабочим органом служат цепи с укрепленными на них специальными ножами. Цепи могут быть режущими – для формования карамели типа подушечка, штампуемыми – для формования карамели разнообразной формы с рельефным рисунком на поверхности.

Цепная карамелережущая машина состоит из двух цепей с ножами. Кромки ножей верхней и нижней цепей совпадают, а зазор между цепями имеет форму клина, что обуславливает постепенное разрезание карамельного жгута.

На карамелештампующих машинах в верхней цепи смонтированы пуансоны, придающие карамели определенные форму и рисунок. После формования на этих машинах образуются цепочки карамелек, соединенных перемычками.

Затем карамель охлаждается с целью перевода ее из пластичного состояния в твердое. За всеми формующими машинами следуют охлаждающие устройства, обеспечивающие снижение температуры карамели до 35–45°C. В настоящее время для окончательного охлаждения карамели используется специальный аппарат АОК, в котором отвод теплоты осуществляется радиационно-конвективным способом, что позволяет значительно сократить время охлаждения. Воздух для конвективного охлаждения подается сверху вниз через сопловые насадки, обдувает карамель и направляется на повторное охлаждение. Радиационный отвод теплоты проводится с помощью охлаждающих поверхностей, расположенных на расстоянии 20–100 мм от карамели.

Для защиты поверхности карамели от увлажнения вследствие ее гигроскопичности карамель завертывают или фасуют в герметичную тару. Для защиты поверхности карамель обрабатывают различными способами: гляцеванием (покрытием слоем воскожировой смеси) или дражированием (нанесением слоя сахарной пудры с последующим покрытием слоем жировой смеси, обсыпкой сахаром-песком и др.).

Карамель завертывают на быстроходных автоматах и полуавтоматах различной конструкции. Завернутую карамель и карамель с защитной обработкой поверхности, расфасованную в мелкую тару, упаковывают в ящики деревянные или из гофрированного картона. Карамель следует хранить в чистых, сухих, хорошо проветриваемых складах при температуре не выше 18°C и при относительной влажности воздуха не более 75%.

Из доброкачественных отходов карамельного производства изготавливают сиропы, используемые при приготовлении отдельных видов начинок. Карамельная крошка от разрушенных перемычек, которая образуется в охлаждающих агрегатах, используется для приготовления инвертного сиропа.

*Технология шоколада.* Шоколадные изделия вырабатывают из сахара и какао-продуктов – какао тертого и какао-масла. Какао-продукты получают из какао-бобов на специализированных фабриках. В шоколад могут входить различные добавки: сухое молоко и сливки, дробленый и тертый обжаренный орех и др. В зависимости от рецептуры и способа обработки шоколад подразделяют на следующие виды: обыкновенный без добавок и с добавками, десертный без добавок и с добавками, пористый и с начинкой. В качестве начинок используют различные конфетные массы: ореховую, фруктовую, помадную и др. Промышленность выпускает также шоколад специального назначения (диабетический) и с добавками витаминов, ореха кола, оказывающих тонизирующее действие на организм человека. Кроме того, выпускают шоколадную глазурь (полуфабрикат для производства конфет) и какао-порошок, который получают из частично обезжиренной растертой массы ядер какао-бобов.

Основным сырьем для производства шоколада являются какао-бобы – семена плодов дерева какао, произрастающего в тропических областях Африки, Америки и на некоторых островах Индийского и Тихого океанов. Товарные какао-бобы представляют собой зерна массой 1–2 г, состоящие из оболочки (какаовеллы), ядра и зародыша. Какаовелла состоит из клетчатки и не представляет пищевой ценности. Какао-бобы имеют сложный химический состав

(в %): воды – 6, жира (какао-масла) – 48, белковых веществ – 12, теобромина и кофеина – 1,8, крахмала – 5, глюкозы – 1, дубильных веществ – 6, пектина – 2, клетчатки – 11 (в основном в оболочке), минеральных веществ – 3,2, кислот – 2, красящих веществ – 2 и т. д.

Технологическая схема производства шоколада (рис. 51) состоит из следующих основных операций: первичной переработки какао-бобов, получения какао тертого и какао-масла, получения шоколадных масс, формования шоколада, завертывания и упаковывания. Каждая стадия состоит из нескольких операций

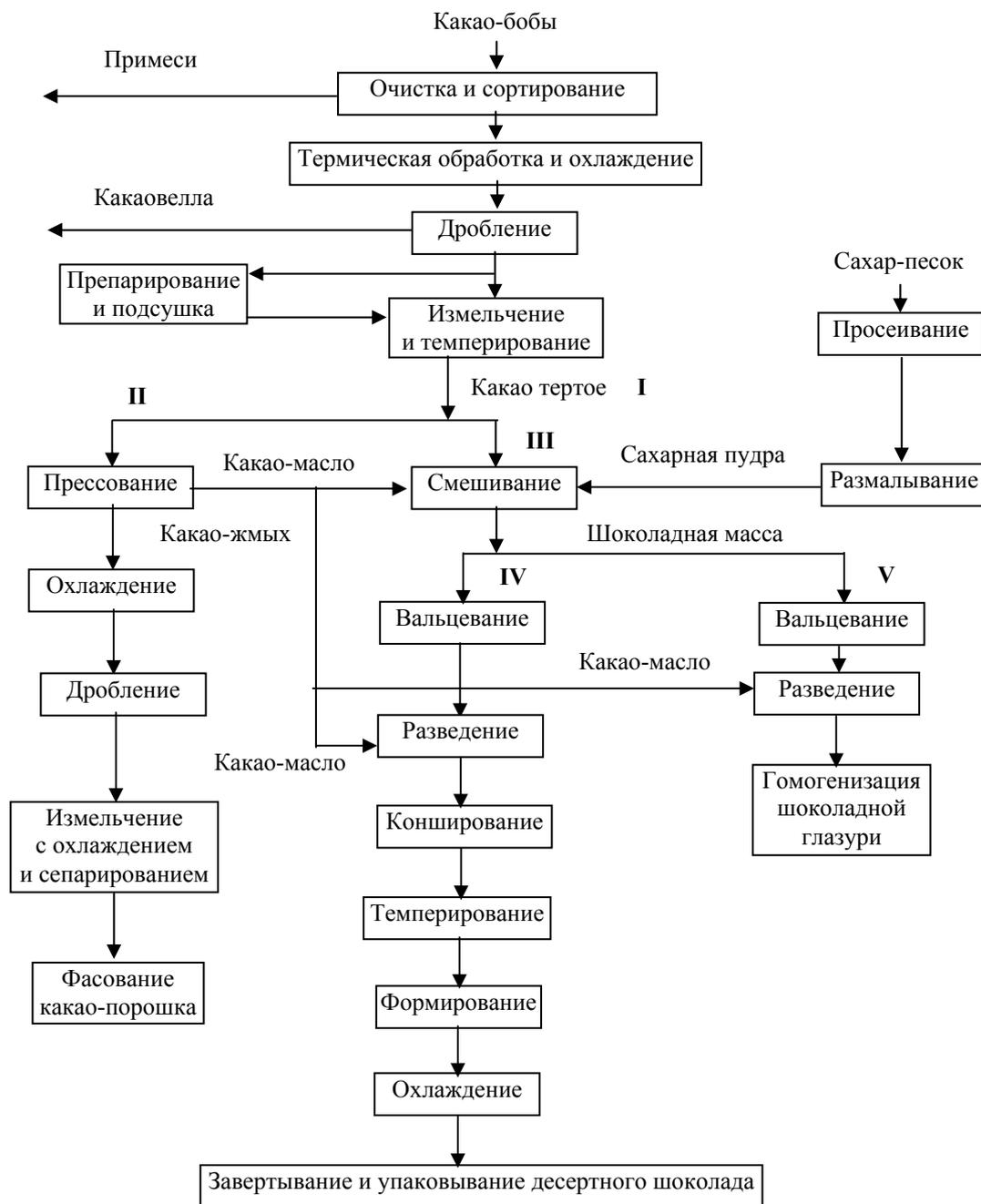


Рис. 51. Принципиальная технологическая схема получения какао тертого (I), какао-порошка (II), шоколадной массы (III), десертного шоколада (IV), шоколадной глазури (V)

**Первичная обработка какао-бобов.** Какао-бобы, поступающие на переработку, вследствие неоднородности по размерам, форме, качеству и содержанию различных примесей подвергаются сортированию и очистке от посторонних примесей на очистительно-сортировочных машинах. Очистку и сортирование какао-бобов по размерам осуществляют

на сепарационной машине. Отсортированные по размеру и очищенные какао-бобы хранят в отдельных бункерах. Сортирование и очистку какао-бобов проводят в отдельных, изолированных от основного производства помещениях. Подготовленные таким образом какао-бобы поступают на термическую обработку, целью которой являются удаление воды, улучшение вкусовых свойств и уничтожение микрофлоры. От правильного проведения термической обработки какао-бобов зависит в значительной степени качество шоколада и какао-порошка. При термической обработке происходит ряд физико-химических изменений: содержание сухих веществ повышается с 92–94 до 97–98%, какаовелла приобретает хрупкость, легко отделяется от ядра, которое также становится более хрупким и легче дробится, происходит стерилизация какао-бобов, значительно улучшаются вкусоароматические свойства за счет уменьшения содержания растворимых дубильных веществ, удаления части летучих кислот, образования веществ со специфическим ароматом. Режим термической обработки какао-бобов зависит от размера последних, поэтому большое значение имеет тщательность проведения сортирования какао-бобов.

Термическую обработку какао-бобов проводят на аппаратах периодического или непрерывного действия. Наиболее равномерно этот процесс осуществляется в аппаратах непрерывного действия, в которых какао-бобы обрабатываются током горячего воздуха в вертикальной шахте. В нижнем отделении шахты происходит охлаждение какао-бобов. При термической обработке температура какао-бобов не должна превышать 120°C.

*Получение какао тертого.* Эта стадия включает дробление какао-бобов, сортирование полученной какао-крупки, измельчение какао-крупки, темперирование и хранение какао тертого. Цель дробления какао-бобов – отделение какаовеллы и ростка от ядра, так как они ухудшают вкус и снижают пищевую ценность шоколада. При дроблении какао-бобов ядро превращается в какао-крупку, из которой какаовеллу отделяют отвеиванием, а росток – на триерах. Эти операции осуществляют на специальных дробильно-сортировочных машинах, в функции которых входит также разделение какао-крупки на фракции размером 8,0–0,75 мм. Крупные фракции крупки используют для получения плиточного шоколада и какао-порошка, а мелкие – для приготовления начинок, конфетных масс и шоколадной глазури. Выход какао-крупки составляет 81–83% от массы сырых какао-бобов.

В результате измельчения какао-крупки до частиц размером не более 30 мкм образуется продукт, который называется какао тертым. При измельчении разрушаются клеточные стенки, происходит освобождение какао-масла и образуется суспензия, где жидкой фазой является какао-масло, а твердой – частицы клеточных стенок какао-бобов. При размоле температура массы увеличивается, значительно превышая температуру плавления какао-масла, поэтому какао тертое представляет собой густую сметанообразную жидкость.

Какао тертое получают на машинах различных конструкций (ударно-штифтовых, валковых и шариковых мельницах). На ударно-штифтовых мельницах, имеющих большую производительность, получают какао тертое более высокой степени измельчения, с лучшими вкусовыми качествами, так как процесс ведется с продувкой измельчаемой массы воздухом, который уносит часть летучих кислот и воды. Валковые и комбинированные мельницы используются не только для получения какао тертого, но и для измельчения ядер орехов. Шариковые мельницы используют в целях получения какао тертого более высокого качества. На этих мельницах какао тертое дополнительно измельчают и гомогенизируют. Для предотвращения расслаивания (на жидкую и твердую фазы) полученное какао тертое подвергают темперированию (процессу непрерывного перемешивания при определенной температуре). Темперирование осуществляется в специальных сборниках вместимостью 2–10 т, снабженных мешалками и обогревом, обеспечивающим температуру 85–90°C. Содержание воды в готовом какао тертом должно быть не выше 3%, а твердых частиц размером менее 30 мкм – не менее 90%.

Какао тертое используется затем для приготовления шоколадной массы и для получения какао-масла, которое является вторым основным компонентом производства шоко-

лада. Какао-масло получают прессованием какао тертого на гидравлических прессах различной конструкции. Прессование осуществляется при температуре какао тертого около 100°C и давлении 45–55 мПа, при этом отжимается 44–47% масла от массы какао тертого. Образующаяся после отжатия твердая масса, содержащая 9–14% какао-масла, называется какао-жмыхом, служащим полуфабрикатом для производства какао-порошка. Полученное при прессовании какао-масло перекачивается в емкости с обогревом и хранится в них при температуре 50–60°C.

*Получение шоколадной массы.* Шоколадная масса представляет собой тонкодисперсную смесь сахарной пудры, какао тертого, какао-масла и добавок. Процесс приготовления обыкновенных шоколадных масс состоит из следующих операций: смешивания компонентов, измельчения, разводки и гомогенизации. Для десертных сортов шоколадную массу дополнительно обрабатывают (коншируют) на специальном оборудовании – коншмашинах.

Соотношение компонентов рецептуры шоколадных масс может колебаться в больших пределах, однако содержание жира должно быть неизменным (32–36%), что необходимо для обеспечения нормальной текучести массы при формовании. Жир вводится в массу как составная часть какао тертого и в виде какао-масла. Поэтому при увеличении доли какао тертого, вводимого в шоколадную массу, снижают количество вносимого какао-масла, и наоборот. Количество сахара в шоколадной массе регламентируется стандартом. Вкус шоколадной массы в значительной степени определяется соотношением между какао тертым и сахаром. Для характеристики сладости шоколадных масс используется коэффициент сладости ( $P_c$ ), определяемый отношением массы вводимого сахара к массе какао тертого. В зависимости от этого коэффициента шоколад подразделяют на пять групп: очень сладкий ( $P_c$  более 2,0), сладкий ( $P_c = 1,6–2,0$ ), полусладкий ( $P_c = 1,4–1,6$ ), полугорький ( $P_c = 1,0–1,2$ ), горький ( $P_c$  менее 1,0). При приготовлении шоколадных масс используют сахарную пудру.

Шоколадные массы получают периодическим и непрерывным способами. При периодическом способе смешивание осуществляется в месильных машинах (микс) или меланжерах. Исходные компоненты (какао тертое, сахарная пудра, добавки и какао-масло) загружают в определенной последовательности. Какао-масла вводят столько, чтобы содержание его в массе находилось на уровне 26–29%. Оставшуюся часть какао-масла вводят на стадии разводки. Смешивание осуществляют при температуре 40–45°C в течение 15–30 мин.

После смешивания масса имеет грубый вкус из-за большого числа крупных частиц введенных компонентов, поэтому ее подвергают измельчению путем растирания и раздавливания частиц твердой фазы до частиц необходимого размера. Для этой цели используют пятивалковые мельницы. Основными рабочими органами ее являются пять пустотелых отшлифованных валков. В процессе вальцевания шоколадная масса из пластичной превращается в сыпучую, порошкообразную, что связано со значительным увеличением поверхности частиц за счет измельчения и относительного уменьшения количества жира, приходящегося на единицу поверхности.

При введении в провальцованную порошкообразную шоколадную массу оставшегося какао-масла масса приобретает жидкую консистенцию. Эта операция называется разводкой. Ее проводят в машинах различной конструкции – миксах, меланжерах и др. Для шоколадных масс без добавок процесс ведут при температуре 60–70°C, при обработке шоколадной массы, содержащей добавки, при температуре 45–55°C. Продолжительность этой операции составляет около 3 ч. Затем в массу добавляют соевый фосфатидный концентрат (разжижитель), который, являясь поверхностно-активным веществом, способствует снижению вязкости шоколадной массы. Далее в целях получения более однородной консистенции массу подвергают гомогенизации, которая заключается в непрерывной обработке шоколадной массы в коншмашинах, эмульгаторах или меланжерах, что приводит к равномерному распределению твердых частиц в какао-масле и снижению вязкости массы.

На кондитерских фабриках процесс получения шоколадных масс, включая вальцевание и разводку, проводят на поточно-механизированных линиях.

Шоколадная масса для десертных сортов шоколада подвергается длительному механическому и тепловому воздействию – коншированию в течение 24–72 ч при температуре 55–60°C (для шоколадных масс без добавок), в результате чего в ней происходят физико-химические процессы, приводящие к значительному улучшению вкусовых и ароматических качеств шоколадной массы. На ход этих процессов благоприятно влияет воздействие воздуха (аэрация), которому подвергается шоколадная масса при коншировании. Этот процесс также приводит к снижению влажности и вязкости шоколадной массы – она становится более однородной. Снижаются дисперсность массы, содержание летучих кислот, происходит окисление дубильных веществ, что способствует улучшению вкуса и аромата. Процесс конширования осуществляется в коншмашинах двух типов: горизонтальных и ротационных. Наибольшее распространение в последние годы получили ротационные коншмашины различной конструкции.

*Формование шоколадных масс.* Формование шоколада проводят путем отливки шоколадной массы в формы. При охлаждении происходит кристаллизация какао-масла, вследствие этого шоколад приобретает твердую структуру. Какао-масло при охлаждении может кристаллизоваться в четырех различных формах, обладающих разными физическими свойствами. При этом может происходить переход из одной формы в другую. Это свойство какао-масла может затруднить извлечение шоколада из форм и привести к образованию на поверхности шоколада серого налета (жировое «поседение»). Для исключения этих явлений шоколадную массу перед формованием подвергают темперированию, в результате чего в ней создаются центры кристаллизации устойчивой формы какао-масла. С этой целью шоколадную массу перед формованием быстро охлаждают до температуры 33°C, а затем медленно охлаждают до температуры 30±1°C, тщательно перемешивая. В настоящее время для такой обработки используют специальные автоматические температурные машины непрерывного действия производительностью от 300 до 3000 кг шоколадной массы в час.

Для изготовления пористого шоколада используют десертные шоколадные массы, обработанные в вакууме при небольшом охлаждении, в результате чего мельчайшие пузырьки воздуха, находящиеся в шоколадной массе, расширяются – образуется характерная пористая структура.

Для предохранения шоколада от влияния внешней среды, увеличения сроков хранения и придания шоколаду привлекательного внешнего вида его завертывают в алюминиевую фольгу и художественную этикетку на машинах различных конструкций. Завернутые плитки шоколада упаковывают в картонные футляры, а затем в ящики из гофрированного картона, фанеры или дощатые.

Хранят шоколад в сухих, чистых, хорошо вентилируемых помещениях при температуре 18±3°C и относительной влажности воздуха не выше 75%. При соблюдении этих условий срок хранения шоколада без добавок составляет 6 месяцев, шоколада с добавками и с начинкой – 3 месяца, считая со дня выработки.

*Технология какао-порошка.* Какао-порошок вырабатывают из какао-жмыха путем его измельчения. Какао-жмых, образующийся в результате прессования какао тертого, имеет вид дисков, которые предварительно дробят в специальных жмыходробилках на куски размером около 25 мм, охлаждают до температуры 35–40°C и подают на какао-размольные агрегаты различной конструкции, отличающиеся системой разделения какао-порошка по размерам частиц. Для этого применяют системы с механическим (просеиванием) и воздушным сепарированием. Наиболее совершенными являются какао-размольные агрегаты с воздушным сепарированием.

Содержание воды в какао-порошке составляет 5%. Содержание крупных частиц, не прошедших через шелковое сито № 38, не должно превышать 1,5%. Какао-порошок фасуют в банки или пачки по 50 и 100 г и хранят в сухих, чистых, хорошо проветриваемых складах при температуре не выше 18°C и относительной влажности воздуха не выше 75%. Гарантийный срок хранения при этих условиях составляет от 3 месяцев до 1 года в зависимости от вида тары.

*Технология конфет.* Конфетами называют кондитерские изделия, получаемые из одной или нескольких конфетных масс, имеющих мягкую консистенцию. Конфеты характеризуются высокой пищевой ценностью, разнообразны по составу, форме, отделке и вкусу. Ассортимент конфет насчитывает более 1000 наименований. В зависимости от способа изготовления и отделки конфеты подразделяют на глазированные, неглазированные и шоколадные. Изделия, поступающие на глазирование после формования, принято называть корпусами конфет. Их готовят из следующих конфетных масс: помадных, пралиновых, сбивных, ликерных, грильяжных, молочных, кремовых, марципановых, фруктовых и др. Корпуса конфет можно изготавливать из одной, двух и более (многослойных) конфетных масс. В качестве корпусов конфет используют также цукаты, сухофрукты, орехи, заспиртованные ягоды, фрукты и т. п.

Большое многообразие конфетных масс, технологических процессов их получения позволяет выделить следующие общие стадии производства конфет: приготовление конфетной массы, формование корпусов, охлаждение (выстойка), глазирование и упаковывание.

*Приготовление конфетных масс.* Помадные массы получают из помады, представляющей собой двухфазную дисперсную систему, которая состоит из кристаллов сахарозы (твердая фаза), равномерно распределенных в насыщенном сахаропаточном сиропе. В зависимости от рецептуры помаду готовят на основе сахаропаточного сиропа (сахарной помады) и молочного сахаропаточного сиропа (молочной, сливочной помады и крем-брюле). Помадную конфетную массу готовят путем введения в помаду вкусовых и ароматизирующих веществ. К сахарной помаде добавляют фруктово-ягодное сырье, какао-продукты и другие компоненты, а к молочной и помаде крем-брюле – сливочное масло, тертые орехи, какао-продукты и др. Добавки оказывают влияние на вкусовые качества массы и ее структурные свойства.

Технологическая схема приготовления помадных масс включает следующие стадии: приготовление сиропа, получение помады и приготовление помадной массы. Основным сырьем для помадного сиропа служат сахар и патока, количество которой в рецептуре зависит от назначения помады, способа формования конфетной массы и составляет 5–25% от массы сахара.

Помадный сироп получают периодическим или непрерывным способом. При охлаждении помадного сиропа сначала образуется насыщенный, а затем пересыщенный сироп. Степень пересыщения зависит от температуры сиропа: чем ниже температура, тем выше степень пересыщения, тем больше образуется центров кристаллизации и тем меньше размер кристаллов сахарозы. Поэтому температуру помады при сбивании определяют по величине кристаллов сахарозы, которая не должна превышать 20 мкм. Кроме того, на качество помады влияет соотношение в ней твердой и жидкой фаз, зависящее от содержания воды и редуцирующих веществ в сиропе, соотношения патоки и сахара в рецептуре. Качество помады зависит также от интенсивности сбивания. С возрастанием интенсивности сбивания помада получается с большим содержанием мелких кристаллов.

В последние годы наибольшее распространение получил «холодный» способ приготовления помадных конфетных масс, в основу которого положен процесс перемешивания при комнатной температуре мелкокристаллической сахарной пудры с водой, патокой, инвертным сиропом и вкусовыми добавками. Приготовление помады проводят без уваривания, охлаждения и сбивания. Помада, полученная «холодным» способом, обладает высокой пластичностью, и ее формуют путем выпрессовывания с последующей резкой и глазированием.

Далее в помадную конфетную массу вносят добавки и подвергают темперированию в темперировующих машинах. Готовую помадную массу при температуре, соответствующей определенному способу формования, подают в формующую машину.

Пралиновые конфетные массы получают из обжаренных ядер орехов и маслосодержащих семян. Марципановые массы получают из сырых или подсушенных ядер орехов. Ассортимент конфет из этих масс весьма разнообразен. Из пралиновых масс готовят кон-

феты «Белочка», «Ну-ка, отними!», «Маска», «Мишка на севере» и др. Эти конфетные массы отличаются высокой пищевой ценностью, обусловленной большим содержанием жира, белков и углеводов. В большинство рецептур этих масс на одну часть тертого ореха вводят одну или две части сахара а также 10–20% твердых жиров: какао-масло, сливочное масло и кондитерский жир. Жир орехов придает массе пластичность, а вводимые твердые жиры придают готовым изделиям необходимую прочность.

Приготовление пралиновых масс состоит из следующих операций: очистки ореховых ядер, обжарки, растирания их, смешивания с сахаром и другими компонентами рецептуры, измельчения, разводки и обминки массы.

Очищенные и пропущенные через магнитное устройство орехи подают на обжарку, в процессе которой снижается содержание воды, изменяется цвет и формируется аромат. Обжарка осуществляется непрерывным или периодическим способом. При изготовлении некоторых пралиновых масс применяется обжарка орехов с сахаром, в результате чего масса приобретает специфический вкус и аромат.

Обжаренные орехи измельчают на трех- и восьмивалковых мельницах или в меланжерах. При измельчении орехов происходит разрыв клеточных тканей и освобождение жира. Растертые орехи собираются в промежуточный сборник, откуда направляются на приготовление рецептурной смеси. Приготовление рецептурной смеси, измельчение массы, ее разводку и отминку проводят как периодическим, так и непрерывным способом. При периодическом способе приготовление рецептурной массы, разводку и отминку осуществляют в меланжерах, а измельчение – на пятивалковых мельницах. Цель разводки и отминки – придание массе пластичности, что достигается вымешиванием порошкообразной массы с оставшейся частью предусмотренного рецептурой жира. В конце вымешивания в массу вводят ароматические и вкусовые добавки и направляют на формование.

Получение пралиновых масс непрерывным способом осуществляют на поточно-механизированной линии приготовления шоколадных масс.

Особенность приготовления марципановых масс – использование сырых (необжаренных) ядер, чаще всего миндаля. Процесс получения марципановой массы включает шпарку миндаля, очистку от кожицы, подсушку и растирание, смешивание с сахарной пудрой и другим сырьем, формование. Так как сырой марципан не проходит термическую обработку, то марципановые массы имеют ограниченный срок хранения.

Сбивные массы получают сбиванием пенообразователей с агаро-сахаропаточным сиропом и добавлением в пенообразную массу вкусовых и ароматических веществ. Различают легкие сбивные массы типа «Суфле», «Птичье молоко» и тяжелые типа «Нуга», «Зоологические».

При образовании пены происходит увеличение поверхности раздела между жидкой и газообразной фазами, что влечет за собой возрастание силы поверхностного натяжения. Под действием этой силы воздушные пузырьки сливаются и, прорывая пленку жидкости, выходят наружу – происходит опадение пены. Для повышения устойчивости пены используют поверхностно-активные вещества, которые снижают поверхностное натяжение. В кондитерской промышленности в качестве пенообразователя применяют яичный белок. При интенсивном перемешивании сиропа яичный белок адсорбируется в поверхностном слое и образует прочную пленку вокруг воздушных пузырьков. Для повышения прочности образовавшейся пены в массу вводят раствор агара, который при застудневании фиксирует структуру массы. Качество сбивных масс зависит также от способа их получения, температуры, рН и других факторов.

Существует два способа получения пенообразной структуры: интенсивное перемешивание сиропа, при котором происходят захват воздуха и его распределение по всему объему, или пропускание воздуха под давлением через сироп. В первом случае сбивание осуществляют в сбивальных машинах путем интенсивного механического перемешивания в течение 35–45 мин, во втором случае сбивание производят под давлением на непрерывно действующей установке. В этом случае длительность сбивания составляет 2–4 мин.

Для получения сбивных масс легкого типа готовят сахаропаточно-агаровый сироп и подвергают его сбиванию с яичным белком. В приготовленную массу вводят вкусовые и ароматические добавки. При изготовлении конфет «Птичье молоко» в сбитуемую массу постепенно вводят смешанное со сливочным маслом сгущенное молоко.

Для получения сбивных масс тяжелого типа приготавливают сахаропаточный сироп, сбивают сироп с белком, смешивают с остальными компонентами рецептуры (сахарной помадной массой, цукатами и др.). В этом случае агар не используется.

Относительная плотность сбивных масс легкого типа составляет 0,56–0,66, а масс тяжелого типа – 0,8–1,2 г/см<sup>3</sup>, так как они удерживают значительно меньше воздуха.

*Ликерные массы* – это насыщенный раствор сахарозы с добавлением молока, фруктовых заготовок, вкусовых и ароматических веществ с обязательным введением в массу алкогольных напитков (спирта, коньяка, ликера и др.). Ликерные массы в зависимости от вводимых добавок подразделяют на винные («Медный всадник»), молочные («Столичные») и фруктовые («Вишневый ликер»). При производстве ликерных масс получают насыщенный раствор сахарозы, чтобы при охлаждении после формования получился пересыщенный раствор и на поверхности изделий образовался тонкий, достаточно прочный слой из кристаллов сахарозы. Технология таких конфет включает варку ликерной массы, отливку корпусов в крахмальные формы, выстойку, выборку и очистку корпусов, глазирование, завертывание и упаковывание. Для получения винной ликерной массы готовят сахарный сироп при соотношении воды и сахара 1 : 1, уваривают его в открытых варочных котлах до температуры 108–112°C. После охлаждения массы до 85–90°C вводят спирт и другие добавки, затем массу разливают в крахмальные формы. Фруктовые ликерные массы готовят увариванием сахарного сиропа до температуры 116–120°C с последующим введением в него фруктово-ягодного пюре и повторным увариванием до 110–112°C. Затем массу охлаждают до температуры 90–95°C, вводят спирт, вино, другие добавки и разливают в крахмальные формы. Молочно-ликерные массы получают увариванием молочно-сахарного сиропа с последующим введением патоки. В охлажденный сироп добавляют спирт, коньяк и другое сырье по рецептуре.

После отливки ликерных масс в крахмальные формы поверхность засыпают крахмалом и лотки направляют на выстойку в сушильные камеры, где образуются корпуса из сахарной корочки. Пересыщенный сахарный раствор при соприкосновении с крахмалом отдает ему часть воды, что вызывает кристаллизацию сахара в поверхностных слоях. По мере кристаллизации скорость процесса снижается, но продолжается даже при хранении готовых конфет и может привести к полному засахариванию, поэтому гарантийный срок хранения этих конфет небольшой (15–30 суток).

*Грильяжные массы.* Вырабатывают два типа грильяжных масс: твердые и мягкие. Твердый грильяж («Грильяж в шоколаде») представляет собой массу, полученную плавлением сахара или увариванием сиропа с добавлением дробленых ядер орехов или масличных семян. Мягкий грильяж («Серенада», «Грильяж фруктовый с цукатом») представляет собой фруктовую массу, уваренную с ядрами орехов, масличными семенами или цукатами. Процесс получения грильяжных масс осуществляется периодическим или непрерывным способом на поточных линиях.

*Кремовые массы.* Кремы и кремообразные массы – это пенообразные массы, получаемые сбиванием шоколадно-ореховых масс с жирами, молочным сиропом, вкусовыми и ароматическими добавками. При этом масса насыщается воздухом, становится легче за счет снижения плотности и нежнее на вкус. Из кремовых конфетных масс получают такие конфеты, как «Трюфели», «Красная Москва», «Космические» и др. Для получения конфет «Трюфели» шоколадную массу после вальцевания перемешивают с какао-маслом, кокосовым или сливочным маслом при температуре 40–45°C, затем массу фильтруют, темперируют и сбивают. Конфеты «Космические» получают сбиванием молочной шоколадной массы со сгущенным молоком и сахаропаточным сиропом. В конце сбивания вводят спирт и коньяк.

*Желейно-фруктовые массы* имеют студнеобразную структуру и в зависимости от используемого сырья подразделяются на три группы: фруктовые, изготавливаемые из фруктово-ягодного пюре; желейно-фруктовые, изготавливаемые с добавлением к фруктово-ягодному пюре агара или агароида; желейные, изготавливаемые с использованием агара, агароида и крахмала. Из фруктовых масс готовят, например, конфеты «Лето», «Южная ночь», из желейно-фруктовых – «Огонек», из желейных – «Желейные» и др.

Желейные конфетные массы получают по следующей схеме: составление рецептурной смеси, уваривание массы, получение конфетной массы путем смешивания уваренной массы с вкусовыми и ароматизирующими добавками. Приготовление массы может осуществляться периодическим или непрерывным способом.

*Формование корпусов конфет.* Формование – это процесс придания конфетам определенного внешнего вида и формы. Формование конфетных масс осуществляется двумя способами: получением конфетного пласта или жгута с последующим резанием его на отдельные изделия и непосредственным получением отдельных изделий. Конфетный пласт формуют методом размазывания или прокаткой, жгут – методом выпрессовывания или прокаткой. Формование по второму способу осуществляется методом отливки или отсадки. Выбор метода определяется физико-химическими (температура, состав и др.) и структурно-механическими (вязкость, прочность и др.) свойствами конфетных масс.

Самым распространенным в настоящее время методом формования является формование отливкой. Этим методом формуют массы, обладающие при определенных условиях хорошей текучестью: помадные, фруктово-желейные, молочные и ликерные. Этот метод позволяет получать конфеты разной формы, многослойные изделия и конфеты с твердыми добавками (рубленным орехом, цукатами и т. п.). Формование этим методом производится в формы, отштампованные в крахмале. Крахмал должен удовлетворять следующим требованиям: не прилипать к штампу и легко удаляться с поверхности конфет, иметь высокую температуру клейстеризации и др. Таким требованиям удовлетворяет кукурузный и рисовый крахмал. Многократное использование крахмала при отливке требует периодического просеивания, подсушивания до содержания воды 5–9% и смешивания со свежим крахмалом таким образом, чтобы содержание сахара в нем не превышало 5%. Конфетные корпуса формуют отливкой на поточно-механизированных линиях, состоящих из непрерывно действующего отливочного агрегата и установки для непрерывной выстойки. В отливочном агрегате осуществляется отливка массы в формы, выборка конфетных корпусов из форм, очистка корпусов от крахмала и его просеивание, заполнение лотков крахмалом, штампование форм, подача лотков с крахмальными формами на отливку, передача лотков на выстойку и их прием после выстойки. В установке для выстойки происходит процесс затвердевания конфетных масс. Длительность выстойки и температурный режим зависят от вида конфетной массы. Процесс отливки и выхода готовых корпусов конфет протекает непрерывно по замкнутому циклу.

Для формования преимущественно сбивных и кремовых конфетных масс применяют метод размазки, так как, несмотря на крупные недостатки, этот способ обеспечивает наибольшую сохранность таких хрупких масс, как пенообразные. Формование размазыванием состоит из следующих стадий: подготовки конфетной массы к формованию, формования массы в пласт, выстойки пластов и резания пластов на отдельные изделия или корпуса. Процесс осуществляется на размазном конвейере, который представляет собой стол длиной 20–30 м, шириной 0,4–0,6 м и высотой 1,0–1,2 м. На столе проложена движущаяся транспортерная лента, ширина которой несколько меньше ширины стола. Над транспортерной лентой на столе устанавливаются специальные формующие каретки без дна, оборудованные подвижными наклонными пластинами, с помощью которых регулируют толщину получаемого пласта. Конфетная масса, находящаяся в каретке, при движении конвейера размазывается в виде пласта. Для охлаждения конфетной массы после каретки над лентой конвейера установлен короб, в который подается охлажденный воздух. Над конвейером может быть установлено несколько кареток, что обеспечивает получение многослойных пластов. В конце конвейера конфетный пласт режется на отдельные корпуса.

Более прогрессивным методом по сравнению с размазкой является формирование прокаткой. Этот способ используется для формирования корпусов из помадных, грильяжных, ореховых и других масс. Конфетный пласт образуется в результате прохождения массы между вращающимися валками. В зависимости от вида конфетной массы и конструкции машины число валков может колебаться от двух до четырех. Пласт, отформованный валками, поступает на охлаждение, а затем на специальные машины, осуществляющие резку.

При формировании методом выпрессовывания конфетная масса выдавливается в виде жгутов через отверстия в матрицах соответствующего профиля. После охлаждения жгуты разрезаются на отдельные конфеты. Выпрессовывание осуществляется с помощью шнеков, рифлеными или шестеренчатыми валами. Этот метод используется в основном для формирования пралиновых и помадных масс. При формировании выпрессовыванием сокращаются возвратные отходы, поверхность изделий получается гладкой. Этим методом можно получать и двухслойные конфеты.

Разновидностью метода выпрессовывания является отсадка, при которой выдавливание массы осуществляется в вертикальной плоскости с одновременным образованием отдельных изделий. Отсадкой формуют кремовые, помадные, сбивные и ореховые массы. В зависимости от формы насадки формующей машины изделия могут иметь гладкую конусообразную форму («Трюфели») и цилиндрическую («Сливочная помадка»).

*Глазирование конфет.* Для предохранения корпусов конфет от воздействия внешней среды, а также для повышения пищевой ценности, вкуса, придания красивого внешнего вида готовые конфетные корпуса покрывают тонким слоем различных масс. Этот процесс называется глазированием, а кондитерские массы, которыми покрывают корпуса конфет – глазури. Чаще всего используют шоколадные и жировые глазури. Шоколадная глазурь отличается высокими вкусовыми достоинствами, стойкостью при хранении. Существуют высокопроизводительные машины для нанесения шоколадной глазури, работающие следующим образом. Оттеперированная глазурь подается в емкость, расположенную над движущейся сетчатой лентой транспортера, на которой находятся корпуса конфет. Из емкости через щелевидное отверстие в виде сплошной завесы льется сверху глазурь и покрывает корпуса. Нижняя сторона корпусов глазируется с помощью валиков. Излишки глазури сдуваются воздухом, поступающим из вентилятора. Регулируя подачу воздуха, добиваются различной толщины слоя глазури, так как процентное содержание шоколадной глазури в конфетах регламентируется рецептурами. Глазированные конфеты непрерывно переходят с сетки глазировочной машины на транспортер охлаждающего шкафа, в котором поддерживается температура 6–10°C. Продолжительность охлаждения составляет 5–6 мин. Готовые конфеты направляют на заключительную стадию – завертывание и упаковывание.

*Завертывание, упаковывание и хранение конфет.* Конфеты, как глазированные, так и неглазированные, завертывают, фасуют в коробки или укладывают в ящики. В настоящее время значительная часть конфет выпускается в завернутом или фасованном виде. Конфеты завертывают на машинах в этикетку или фольгу, в этикетку с подверткой из парафинированной бумаги и фольги. Фасование конфет производится в пачки и коробки. Для упаковывания конфет во внешнюю тару используют короба из гофрированного картона, дощатые и фанерные ящики.

Конфеты хранят в сухих, проветриваемых помещениях при температуре не выше 18°C и относительной влажности воздуха не выше 75%. Недопустимо хранить конфеты в помещении с резкими колебаниями температуры и влажности воздуха, а также нельзя хранить конфеты с продуктами, обладающими стойким специфическим запахом.

### ***16.3. Технология мучных кондитерских изделий***

В зависимости от технологического процесса и рецептуры мучные кондитерские изделия подразделяются на следующие группы: печенье (сахарное, затыжное, сдобное), пряники

(сырцовые и заварные), галеты (простые, улучшенные), крекеры (с жиром и без него), кексы, рулеты, торты (бисквитные, песочные, слоеные, вафельные и др.) и пирожные (рис. 52).

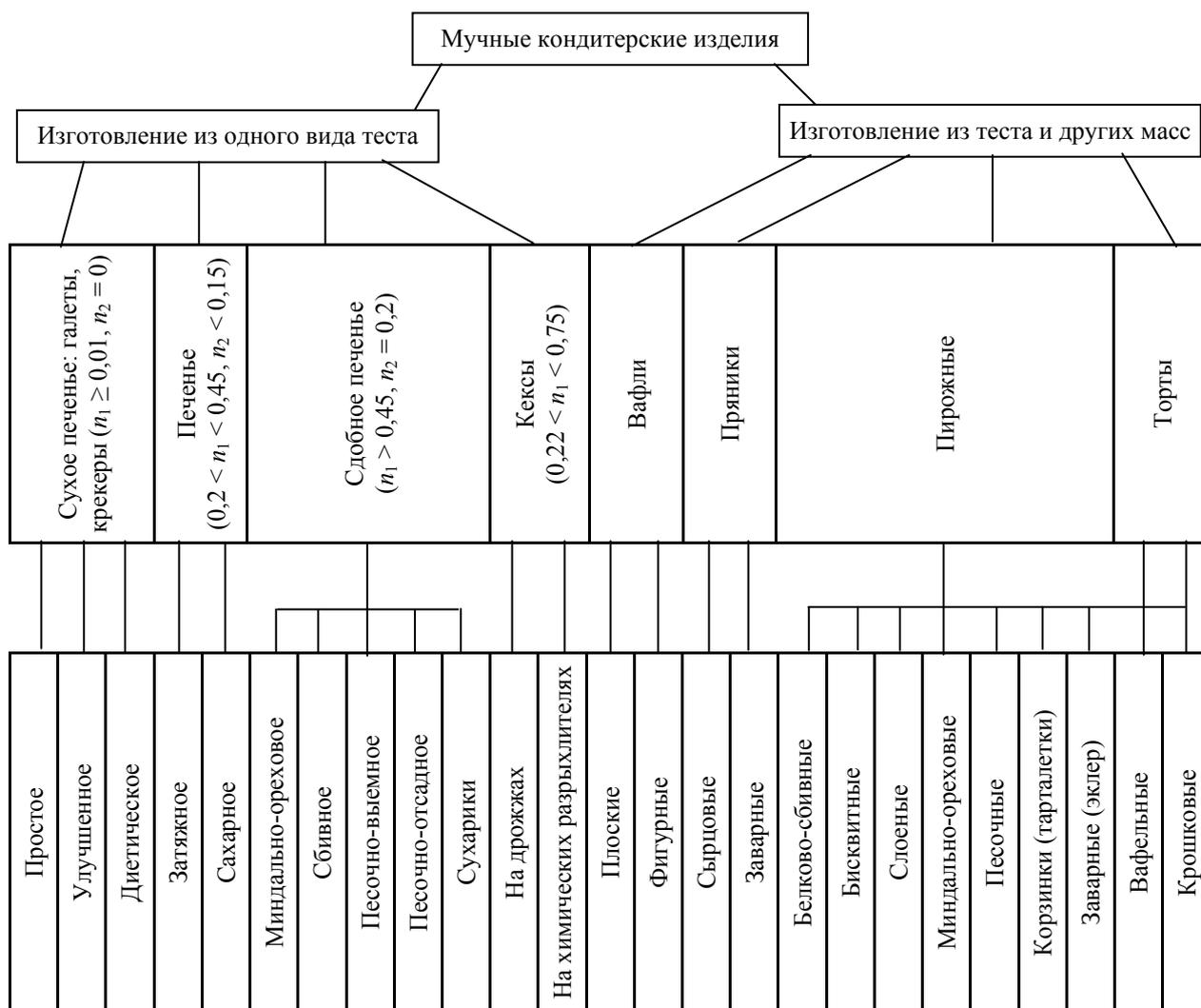


Рис. 52. Классификация мучных кондитерских изделий

Большинство мучных кондитерских изделий отличается высокой энергетической ценностью, большим содержанием легкоусвояемых углеводов, жиров и белков, что обусловлено использованием при их производстве в больших количествах таких высококалорийных продуктов, как сахар-песок, жиры, яйцепродукты, молочные продукты и др. Благодаря низкому содержанию воды мучные кондитерские изделия имеют длительный срок хранения. В настоящее время производство мучных кондитерских изделий является высококомеханизированным.

**Технология печенья, галет и крекеров.** Печенье – наиболее распространенный вид мучных кондитерских изделий разнообразной формы с большим содержанием сахара и жира, низким содержанием воды. Печенье подразделяется на сахарное, затыжное и сдобное. Сахарное печенье изготавливается из высокопластичного теста, готовые изделия отличаются хорошей пористостью, набухаемостью, высокой хрупкостью. Затыжное печенье вырабатывают из упругопластичного теста. Изделия из такого теста характеризуются наличием слоистости, меньшей хрупкостью, набухаемостью. Сдобное печенье (песочное, сбивное, миндальное и др.) вырабатывают из нескольких видов теста, в рецептуру которого входит большое количество сахара, жира и яйцепродуктов. Во всех указанных видах печенья используются химические разрыхлители теста.

Технология получения галет и крекеров отличается от технологии других мучных изделий тем, что тесто готовят с использованием дрожжей в качестве разрыхлителей. Эти изделия содержат небольшое количество сахара и жира, отличаются слоистой структурой и хрупкостью.

Получение различных видов печенья, галет и крекеров имеет свои особенности, но можно выделить общие основные стадии: подготовку сырья, замес теста, формование, выпечку, охлаждение и упаковывание.

Основным видом сырья при производстве печенья, галет и крекеров является пшеничная мука высшего, первого и второго сортов. Для получения муки оптимального качества отдельные партии муки одного сорта смешивают в различных соотношениях, крахмал, соевую и кукурузную муку добавляют согласно рецептуре. Все сыпучее сырье (мука, сахар, крахмал и т. п.) просеивают для удаления примесей и подвергают магнитной очистке для освобождения от металлопримесей. Все виды жидкого сырья (молоко цельное и сгущенное, расплавленные жиры, патока, инвертный сироп и т. д.) пропускают через сита с отверстиями определенного диаметра. Фруктовое сырье протирают на протирочной машине.

Тесто для различных видов печенья готовят по-разному. Главную роль в образовании кондитерского теста играют белки пшеничной муки, способные при набухании в воде образовывать клейковину, обладающую упругоэластичными свойствами. На процесс набухания белков муки существенное влияние оказывают компоненты рецептуры теста. Сахар-песок ограничивает набухание белков муки, делает тесто более пластичным и мягким. Избыток сахара-песка приводит к получению расплывающегося, липкого теста. Жир также уменьшает набухаемость белков, вследствие чего увеличивается пластичность теста. Крахмал, молочные продукты также способствуют увеличению пластичности теста. Кроме того, большое влияние на свойства теста оказывают технологические условия замеса теста: содержание воды, температура, продолжительность замеса. Увеличение этих параметров при замесе теста приводит к ускорению набухания белков муки, а уменьшение – к ограничению набухания. Изменяя условия замеса и соотношение компонентов теста, можно получить тесто с различными упругоэластичными свойствами. Для получения пластичного, легко рвущегося сахарного теста в рецептуру вводят большое количество сахара-песка и жира. Непродолжительный замес проводят при относительно низкой влажности и низкой температуре.

При замесе затыжного теста, наоборот, создают все условия для более полного набухания белков муки, что обуславливает получение упругого теста. Для этого в тесто вносят меньшее количество сахара-песка и жира, а процесс ведут при большей влажности и повышенной температуре теста в течение более длительного времени.

Тесто для затыжного печенья и крекеров готовят в машинах периодического действия, а для сахарного – в агрегатах непрерывного действия. Для замеса теста периодическим способом используются универсальные месильные машины, внутри корытообразного корпуса которых вращаются Z-образные лопасти. Для замеса используют также горизонтальные барабанные месильные машины с П-образными месильными лопастями. При замесе теста периодическим способом большое значение имеет порядок загрузки сырья в месильную машину. С учетом свойств сырья его вводят в следующей последовательности: сахар-песок, соль, расплавленный жир, сгущенное молоко, яйца, патока, инвертный сироп, вода или молоко. Содержимое тщательно перемешивают в течение 2–3 мин и добавляют химические разрыхлители (соду, углекислый аммоний). В последнюю очередь вносят муку и крахмал. Продолжительность замеса теста для затыжного печенья составляет 40–60 мин при температуре 30–40°C.

При получении теста для галет и крекеров в качестве разрыхлителя используют дрожжи. Приготовление теста для этих видов изделий ведется по следующей схеме: замешивается опара с содержанием 52–60% воды, 10–25% муки (от положенной по рецептуре), и дрожжей. Затем опара выстаивается при температуре 32–35°C в течение 1 ч – для галет и до 10 ч – для крекеров. При этом происходит процесс брожения, формируется вкус

и увеличивается набухаемость белков. По окончании процесса брожения на опаре замешивают тесто, добавляют воду, все сырье, кроме муки, перемешивают, а затем вносят муку и замешивают тесто в течение 25–60 мин. Температура готового теста составляет 32–36°C, содержание воды в тесте для галет – 31–36%, для крекеров – 26–31%.

Тесто для сахарного печенья замешивают в агрегатах непрерывного действия. Процесс осуществляется путем смешивания предварительно приготовленной эмульсии с мукой и крахмалом. Эмульсию готовят из воды и всех видов сырья, за исключением муки и крахмала. В эмульсии жир должен быть равномерно диспергирован в воде, чему способствуют эмульгирующие вещества – лецитин яичного желтка, казеин молока и фосфатидные концентрации. Тесто, приготовленное на эмульсии, имеет более однородную консистенцию и лучше формируется. Эмульсию готовят в две стадии: смешивание и сбивание. Смешивание проводят в цилиндрическом смесителе. В это время растворяются все компоненты рецептуры.

Формование сахарного и затяжного печенья, крекеров и галет осуществляется различными методами, которые зависят от свойств этих видов теста. Затяжное печенье, галеты и крекеры формуют методом штампования. Перед подачей на штамп-машину тесто проходит стадию прокатки, которая заключается в том, что тесто многократно пропускается между двумя гладкими вращающимися валками. Прокатка чередуется с периодами вылеживания теста. Кусок теста, проходя между валками, превращается в пласт определенной толщины. Для равномерного распределения возникающих в тесте напряжений пласт периодически поворачивают на 90° против направления предыдущей прокатки. После первой пятикратной прокатки тесто оставляют на вылеживание на 2–2,5 ч, во время которого происходит рассасывание внутренних напряжений и возрастает пластичность теста. Затем проводится повторная четырехкратная прокатка с чередованием поворотов и уменьшением толщины пласта, после чего следует второе вылеживание теста в течение 30 мин. Последняя пятикратная прокатка предусматривает доведение толщины пласта до 10–12 мм. В результате такой обработки тесто приобретает слоистую структуру. При этом уменьшаются упругоэластичные и повышаются пластичные свойства теста, снижается вязкость, в готовых изделиях увеличивается хрупкость, набухаемость, улучшаются вкусовые качества. Количество прокаток и продолжительность вылеживания зависят от сорта муки: чем ниже сорт, тем меньше число прокаток и менее длителен процесс вылеживания.

Прошедшее прокатку тесто подают на штамп-машину. Штампующий механизм состоит из матриц, имеющих форму стаканов с заостренными кромками, внутри которых движется пуансон в виде пластины с гравировкой и шпильками, служащими для прокалывания тестовой заготовки. Штампующий механизм, опускаясь на тестовую ленту, некоторое время движется вместе с ней в горизонтальном направлении, затем поднимается вверх и возвращается в исходное положение, после чего цикл повторяется вновь. В момент формования матрица вырубает тестовые заготовки, а пуансон, прижимаясь к тестовой ленте, наносит рисунок и с помощью шпилек прокалывает тестовые заготовки. Проколы способствуют выходу водяных паров из тестовой заготовки, что препятствует образованию вздутий на поверхности выпеченного изделия. В последнее время для формования затяжного печенья используется роторный способ формования, заключающийся в том, что вырезка тестовых заготовок из прокатанного пласта теста производится вращающимся ротором, на котором укреплены матрицы.

Отформованные заготовки направляются на выпечку, во время которой происходят сложные физико-химические, коллоидные процессы и удаление воды. Под влиянием высокой температуры в заготовках происходит перенос теплоты и воды. При этом вначале происходит прогрев теста с испарением воды из поверхностных слоев и миграцией определенной части воды от наружных слоев к центральным, а затем наступает период, характеризующийся миграцией воды от внутренних слоев к наружным. Под действием высокой температуры пекарной камеры идет быстрый прогрев заготовки. К концу выпечки температура поверхностного слоя достигает 180°C, а центральных – 106–108°C. По достижении температуры 50–70°C в тестовой заготовке происходит денатурация белков, которая со-

проводится выделением воды, поглощенной при набухании. Крахмал при этих температурах интенсивно поглощает воду, набухает и частично клейстеризуется. Под воздействием температуры происходит разложение химических разрыхлителей с образованием газообразных продуктов, что обуславливает увеличение объема заготовок. Разрыхлению теста способствует также парообразование. Воздействие высоких температур приводит к целому ряду химических изменений в тесте. Часть крахмала гидролизуется с образованием растворимого крахмала и декстринов, при этом происходит разложение сахаров (карамелизация). Кроме того, взаимодействие сахаров с азотсодержащими веществами приводит к образованию соединений с характерными ароматом и цветом.

Для каждого вида теста устанавливается режим выпечки, учитывающий его особенности и оптимальные условия процесса выпечки. Продолжительность выпечки зависит от содержания воды в тесте, температуры печи и других факторов и составляет для сахарного и затяжного печенья и крекеров 4–5 мин, для сдобного печенья – 3–10 мин, для галет – 7–15 мин.

Выпечка печенья осуществляется в печах различных конструкций. Наиболее распространенными являются печи с газовым или электрическим обогревом и подом в виде ленточного или цепного транспортера.

При выходе из печи печенье имеет высокую температуру (118–120°C), при которой нельзя снять его с пода без нарушения формы. Поэтому изделия охлаждают вначале до температуры 65–70°C, при которой они приобретают твердость и их можно снять с пода, а затем охлаждают до температуры 30–35°C на охлаждающих транспортерах, заключенных в деревянные или металлические короба. Продолжительность охлаждения зависит от температуры и скорости движения воздуха: при высоких температурах процесс удлиняется во времени, потери воды увеличиваются; низкие температуры приводят к растрескиванию поверхности изделий. Оптимальным режимом является температура воздуха 20–25°C и скорость его движения 3–4 м/с. Охлажденное печенье поступает на упаковывание.

Некоторые сорта печенья перед упаковыванием подвергают отделке: глазируют шоколадной глазурью, прослаивают начинками, обсыпают миндалем, сахарной пудрой и сахаром-песком. В результате этого улучшается внешний вид и повышаются вкусовые качества изделий.

Печенье, галеты и крекеры фасуют в пачки, а сдобное печенье – в картонные коробки. Для фасования печенья в пачки и укладки пачек в коробки используют специальные машины. При фасовании в коробки печенье укладывают или засыпают вручную. Печенье, крекеры и галеты следует хранить в сухих, проветриваемых, не зараженных вредителями помещениях при температуре не выше 18°C и относительной влажности воздуха 70–75%. Гарантийный срок хранения для печенья сахарного и затяжного – 3 месяца, для сдобного печенья в зависимости от содержания жира – 15–45 суток, для крекеров и галет – 1–6 месяцев, для герметично упакованных галет – 2 года.

Качество изделий регламентируется соответствующими стандартами по органолептическим (вкус, запах, цвет, форма и т. д.) и физико-химическим (содержание сахара, жира, воды, щелочность и т. д.) показателям.

*Технология пряников.* Пряники – мучные кондитерские изделия разнообразной формы, содержащие значительные количества сахаристых веществ и пряностей. Различают два вида пряников: заварные и сырцовые. Все виды пряников могут выпускаться с начинкой или без нее. Для отделки используют глазирование сахарным сиропом, шоколадной глазурью, обсыпку сахаром-песком, маком и др. В настоящее время на крупных предприятиях пряники вырабатывают на поточно-механизированных линиях.

Технологическая схема производства сырцовых пряников состоит из операций по подготовке сырья, замеса теста, формования, выпечки, охлаждения, отделки и упаковывания. В производстве заварных пряников замесу теста предшествуют стадии приготовления и охлаждения заварки.

Тесто для сырцовых пряников содержит значительное количество сахара, что ограничивает набухание белков муки и способствует образованию рыхлого, вязкого теста. Его

замешивают в универсальных месильных машинах с Z-образными лопастями или в барабанных месильных машинах с П-образными лопастями. Сырье загружают в машину в определенной последовательности: сахар-песок, вода, мед, патока, инвертный сироп, меланж, эссенция, химические разрыхлители, мука. Все сырье без муки и химических разрыхлителей перемешивают в течение 2–10 мин, что обеспечивает растворение сахара-песка и равномерное перемешивание сырья, затем вводят химические разрыхлители в виде водного раствора и добавляют муку. Продолжительность замеса теста составляет 5–12 мин и зависит от температуры цеха, температуры воды, частоты вращения вала и вместимости месильной машины. Полуфабрикаты, получаемые нагреванием (сахарный, инвертный сироп, жженка и т. д.), перед введением в машину охлаждают до температуры 20°C. Температура готового теста не должна превышать 20–22°C, а содержание воды – 23,5–25,5%.

Приготовление заварного пряничного теста включает заваривание муки в сахаромедовом, сахаропаточном или сахаропаточномедовом сиропе, охлаждение заварки и замес теста. Заварку готовят следующим образом. В открытом варочном котле перемешивают сахар-песок, мед, патоку при температуре 70–75°C до полного растворения сахара-песка. Полученный сироп подают в месильную машину и при температуре не ниже 65°C добавляют муку. Заваренную массу перемешивают в течение 10–15 мин и охлаждают до температуры 25–27°C, для чего в водяную рубашку подают холодную воду. Содержание воды в заварке должно быть не выше 19–20%. К охлажденной заварке добавляют остальное сырье и замешивают тесто в течение 10–60 мин. Продолжительность замеса зависит от частоты вращения месильного вала. Температура готового теста – 29–30°C, содержание воды – 20–22%.

Пряничное тесто формуют преимущественно на отсадочных машинах, работа которых осуществляется следующим образом. Тесто из воронки захватывается двумя рифлеными вальками, вращающимися навстречу друг другу, и продавливается через шаблоны с вырезом разнообразного контура. От жгутов теста с помощью металлической струны отсекаются заготовки, которые укладывают рядами на трафареты или на стальную ленту печи. Пряничное тесто формуют также ручным способом с применением разнообразных приспособлений (металлических выемок или деревянных форм).

Пряники выпекают в основном в конвейерных печах непрерывного действия. Продолжительность выпечки составляет 7–12 мин при температуре около 200–240°C.

После выпечки пряники охлаждают в течение 20–22 мин до температуры 40–45°C, после чего снимают с пода и окончательно охлаждают. Для сохранения свежести, уменьшения скорости черствения пряников и улучшения вкусовых качеств их глазируют. Эта операция заключается в том, что на поверхность пряников наносят слой сахарного сиропа, в котором после охлаждения выкристаллизовывается сахароза. На поверхности пряников образуется глянцевая, мраморного вида корочка. Пряники глазируют периодическим способом в дражировочных котлах или в агрегатах непрерывного действия.

Готовые пряники упаковывают в ящики из гофрированного картона, фанерные или дощатые. Часть пряников фасуют в коробки.

Срок хранения пряников в сухих вентилируемых помещениях с температурой 18°C и относительной влажностью воздуха 65–75% составляет 10–45 суток в зависимости от типа пряников.

*Технология вафель.* Вафли – это изделия, представляющие собой высокопористые листы с начинкой или без нее. Вафли выпускают разнообразной формы: прямоугольные, круглые, фигурные и т. д. Они могут быть полностью или частично покрыты шоколадной глазурью.

Технологический процесс получения вафель включает замес теста, выпечку вафельных листов, охлаждение, приготовление начинки, получение переслоенных начинкой пластов, их охлаждение, резку пластов, завертывание и упаковывание. В настоящее время вафли получают на поточно-механизированных линиях.

Тесто для вафель имеет сметанообразную консистенцию, низкую вязкость и содержит до 65% воды, чем отличается от теста для других видов мучных кондитерских изде-

лий. Вафельное тесто готовят в агрегатах непрерывного действия следующим образом. Сначала получают концентрированную эмульсию на эмульсаторе, который представляет собой горизонтальный цилиндрический аппарат с Т-образными лопастями. В эмульсатор загружают все сырье, за исключением муки, желток или меланж, фосфатиды, растительное масло, соль, соду и перемешивают в течение 50 мин, затем добавляют около 5% воды от общего количества идущего на замес теста и перемешивают еще 5 мин. Затем концентрированную эмульсию и воду непрерывно подают в гомогенизатор, представляющий собой вертикальный цилиндр, в котором вращается тарельчатый ротор со щелевидными отверстиями. Под действием ротора образуется мелкодисперсная эмульсия, которая непрерывно подается в вибросмеситель, где происходит замешивание теста. В смеситель непрерывно подается мука, и за счет механического перемешивания и вибрации, создаваемой дебалансным вибратором, обеспечивается равномерное распределение компонентов в смеси и сокращается продолжительность замеса теста.

Вафельные листы выпекают в полуавтоматических печах с газовым или электрическим обогревом при прямом контакте вафельного теста с парой массивных нагретых металлических плит, количество которых составляет 24 или 30. Вафельное тесто подается насосом на нижнюю подогретую плиту и разливается по его поверхности. Затем верхняя плита опускается и вафельница попадает в обогреваемую зону печи. Температура выпечки составляет 150–170°C, продолжительность выпечки – 2–4 мин. За это время конвейер с вафельницами совершает полный оборот. В конце цикла верхняя плита поднимается и вафельный лист снимается. Поверхность плиты может быть гладкой, гравированной или фигурной, что обуславливает характер поверхности готовых вафельных листов.

При производстве вафель применяют жировые, пралиновые, фруктовые и помадные начинки. Наиболее широко используются жировые начинки, получаемые на основе кондитерского гидрированного жира или кокосового масла и сахарной пудры. Жировая кремообразная начинка содержит большое количество воздуха, имеет легкотающую, маслянистую и нежную консистенцию. Помадные начинки готовят введением в помадную массу жира, фосфатидов и сорбита, что препятствует переходу воды из начинки в вафельные листы. Фруктовые начинки получают увариванием фруктово-ягодной смеси до содержания сухих веществ 85% или смешиванием фруктовой подварки с сахарной пудрой, что обеспечивает сохранение хрустящих свойств вафельных листов.

Вафельные листы прослаивают начинкой на специальных машинах. Для этого их укладывают на транспортер, который направляет один лист на намазывающий механизм, состоящий из трех валков. Валки ровным слоем наносят начинку на вафельный лист. Затем на вафельный лист с начинкой укладывают второй вафельный лист и вторым намазывающим механизмом наносят последующий слой начинки и т. д. Образуется пятислойный вафельный пласт.

Готовые пласты охлаждают в холодильных шкафах непрерывного действия при температуре 4°C и направляют на резку и расфасовку в пачки или коробки.

*Технология тортов и пирожных.* Торты и пирожные – изделия разнообразных форм и размеров с привлекательным внешним видом, отличающиеся высокой калорийностью. В зависимости от вида основного (выпеченного) полуфабриката торты классифицируются на следующие группы: бисквитные, песочные, слоеные, миндально-ореховые, воздушные, вафельные, заварные, сахарные и др.

Технологический процесс состоит из получения основных выпеченных полуфабрикатов, изготовления отделочных полуфабрикатов и отделки изделий.

*Бисквитный* полуфабрикат, обладающий пышной, мелкопористой, эластичной структурой, получают путем сбивания меланжа и сахара-песка с последующим смешиванием с мукой. Бисквитное тесто получают периодическим способом на сбивальных машинах или на станциях непрерывного сбивания. Приготовленное тесто разливают в капсулы различной формы и выпекают в печах при температуре около 200°C в течение 40–65 мин. Выпеченный полуфабрикат выстаивается 20–30 мин и извлекается из форм.

*Песочный* полуфабрикат получают из пластичного теста с высоким содержанием жира, яиц и сахара-песка. Тесто готовят в универсальных месильных машинах, затем раскатывают в пласты толщиной 3–4 мм и выпекают при температуре 200°C в течение 8–15 мин. Содержание влаги в готовом полуфабрикате составляет 4–7%.

*Слоеный* полуфабрикат имеет слоистую структуру, обусловленную многократным складыванием пласта теста, который содержит большое количество жира. Слои теста чередуются с тонкой прослойкой жира. Получение такого теста включает замес, подготовку сливочного масла и прокатку теста с маслом. Тесто замешивают в универсальных месильных машинах при условиях, обеспечивающих высокую степень набухаемости белков муки. Сливочное масло смешивают с мукой в соотношении 10 : 1 и охлаждают. Затем кусок теста раскатывают в пласт и заворачивают в него масло. Тесто с завернутым в него маслом неоднократно прокатывают, складывают и охлаждают, после чего операции повторяют. Полученный полуфабрикат выпекают при температуре 215–250°C в течение 25–30 мин, охлаждают в течение 1 ч и направляют на отделку.

*Миндально-ореховый* полуфабрикат готовят из очищенных ядер миндаля или ореха, смешанных с сахаром-песком и белком, с последующим измельчением их на валковых мельницах. Растертую массу смешивают с мукой и белком, формуют и выпекают при температуре 150–160°C в течение 25–35 мин.

*Заварной* полуфабрикат готовят путем заваривания муки и смешивания заваренной массы с большим количеством меланжа. Внутри заготовок при выпечке образуется полость, которую затем заполняют полуфабрикатом (кремом).

*Белково-сбивной*, или воздушный, полуфабрикат получают путем сбивания белков с сахаром-песком и последующей выпечки. Массу сбивают в течение 30–50 мин из предварительно охлажденных яичных белков до увеличения первоначального объема в 7 раз, затем вводят сахар-песок, ванильную пудру и т. д. Полуфабрикаты выпекают при температуре 105–135°C в течение 1 ч.

В настоящее время существуют механизированные поточные линии производства заварных пирожных типа «Эклер» и бисквитных тортов.

Для придания выпеченным полуфабрикатам красивого внешнего вида и улучшения вкуса и аромата используют отделочные полуфабрикаты: кремы, фруктово-ягодные начинки, глазури, сиропы, цукаты, желе, помады и др.

Кремы представляют собой пенообразные массы, отличающиеся высокой пищевой ценностью. Кремы получают путем сбивания в сбивальных машинах такого высококачественного сырья, как сливочное масло, яйца, сахар-песок, какао-порошок, орехи, коньяк, ликер и т. п. Наиболее широко используются масляные и белковые кремы. Масляный крем готовят путем сбивания сливочного масла с сахаромолочным сиропом на яичной основе или сбиванием сливочного масла с сахарной пудрой. Белковые кремы получают сбиванием яичного белка с сахаром-песком.

Приготовление других отделочных полуфабрикатов, таких как помада, сиропы, мармелад, шоколад и другие, принципиально не отличается от технологии получения сахарных кондитерских изделий.

Отделку выпеченных полуфабрикатов проводят в три стадии. Сначала подготавливают выпеченные полуфабрикаты, затем прослаивают их отделочными полуфабрикатами и далее художественно оформляют верхнюю часть.

Подготовка выпеченного полуфабриката заключается в очистке поверхности от деформированных и пригорелых мест, выравнивании краев и придании правильной формы. Перед прослойкой выпеченные полуфабрикаты пропитывают ароматизированными сиропами. Прослойка производится различными начинками или кремами.

Штучные полуфабрикаты, имеющие полость, заполняют отделочными полуфабрикатами. Отделка поверхности – сложная операция, требующая навыка и художественного вкуса.

Готовые торты укладывают в художественно оформленные картонные коробки, пирожные – в лотки, которые закрывают крышкой. Эти продукты являются скоропортящи-

мися и хранятся в холодильниках при температуре 0–6°C. В зависимости от вида отдельных полуфабрикатов срок хранения тортов и пирожных составляет 6–72 ч.

#### *Контрольные вопросы*

1. Что такое карамельная масса?
2. Какую роль играет патока в производстве карамели?
3. С какой целью проводят термическую обработку какао-бобов?
4. Что представляет собой шоколадная масса?
5. В чем заключается отличие десертных шоколадных масс от обыкновенных?
6. Чем определяется выбор метода формования конфетных масс?
7. Какова роль пектина и агара в производстве мармелада и пастилы?
8. Какова роль белка в производстве зефира?
9. В чем состоит отличие сахарного теста от затяжного?

## **Лекция 17. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

17.1. Основные зерновые культуры.

17.2. Стандарты на зерно.

### ***17.1. Основные зерновые культуры***

Зерно как важнейший продукт сельского хозяйства – это основной источник питания человека, кормовая база продуктивного животноводства и сырье для технического производства.

Зерновые продукты являются основными продуктами питания в силу присущих им отличительных свойств: способности синтезировать большое количество сухих веществ (около 85% всей массы), сохраняться в обычных условиях в течение нескольких лет без существенного изменения свойств, высокой транспортабельности и доступности. По количеству питательных веществ (белков, углеводов, а также минеральных веществ и витаминов группы В) продукты переработки зерна (мука, крупа, хлеб, макаронные изделия) составляют около трети рациона питания человека, обеспечивая более половины энергетической ценности суточного рациона.

По химическому составу зерновые культуры делят на три группы. К первой группе относится зерно, богатое крахмалом. Эта группа представлена хлебными (пшеница, рожь, ячмень, овес) и ложными (кукуруза, рис, просо и семейство гречишных) злаками. Во вторую группу входят культуры, богатые белком (семейство бобовых). Третья группа объединяет масличные культуры, семена которых богаты жиром.

*Пшеница.* В России возделывают в основном два вида пшеницы – мягкие и твердые, причем предпочтение отдают мягким: на их долю приходится более 90% посевов и сборов. По срокам посева пшеница может быть яровой и озимой. Распространены как яровая, так и озимая мягкая пшеница.

У мягкой пшеницы зерно округлое, с хорошо заметной бородкой (опушение на конце зерна, противоположном зародышу), с ярко выраженной глубокой бороздкой, проходящей вдоль зерновки. Отношение длины зерна к его ширине составляет 2 : 1. Цвет зерна мягкой краснозерной пшеницы – красновато-коричневый разных оттенков, у белозерной – светло-желтый. Консистенция зерна различная: эндосперм чаще всего частично стекловидный и мучнистый, реже – стекловидный.

Мягкую пшеницу по технологическим (мукомольным и хлебопекарным) достоинствам делят на три группы: сильную, среднюю и слабую. Сильной называется пшеница определенных сортов, имеющая зерно с высоким (не менее 14% сухих веществ) содержанием белка, со стекловидностью не ниже 60%. Мука из такой пшеницы образует упруго-пластичное, неразжижающееся тесто. Хлеб из нее получается большого объема, с хорошим пористым мякишем.

Слабой называется доброкачественная пшеница, отличающаяся низким содержанием белка (менее 11% сухих веществ), в основном мучнистая (стекловидность менее 40%). Слабая пшеница обладает низкими хлебопекарными качествами. Тесто из такой муки быстро ухудшает свои структурно-механические свойства, становится липким, мажущимся, а хлеб получается неудовлетворительного качества, с низким объемом и грубой пористостью. В качестве улучшителя слабой пшеницы используют сильную пшеницу. В то же время из слабой пшеницы получают муку, вполне пригодную для производства мучных кондитерских изделий.

Средняя пшеница – наиболее распространенная. По своим свойствам она занимает промежуточное положение между сильной и слабой. Она обладает хорошими хлебопекарными свойствами, но не может эффективно улучшить слабую пшеницу.

Твердая пшеница значительно отличается от мягкой. Она гораздо лучше противостоит осыпанию, меньше полегает под действием ветров и дождей, так как ее соломина имеет более толстые и прочные стенки. По урожайности твердые сорта пшеницы уступают мягким (озимым). Зерно твердой пшеницы крупнее, чем мягкой, бородака развита слабо. Цвет зерновки желтый, стекловидность довольно высокая (до 90–100%). Наиболее распространены яровые формы твердой пшеницы. Твердую пшеницу не разделяют на группы по хлебопекарным свойствам. Зерно этой пшеницы в чистом виде имеет низкие хлебопекарные качества, хлеб получается небольшого объема и с плотным мякишем. Клейковина твердой пшеницы отличается высокой упругостью и слабой растяжимостью. Главное назначение твердой пшеницы – получение макаронных изделий. Для получения макаронных изделий хорошего качества пригодны также некоторые сорта яровой мягкой пшеницы, отличающиеся высокой стекловидностью (не менее 60%) и большим содержанием белка.

Из всех злаковых культур пшеница отличается наиболее высоким содержанием белка (9,2–26,8%), однако он неполноценен из-за дефицита лизина и метионина. Содержание белка в яровой пшенице выше, соответственно доля крахмала ниже, чем в озимой. Существует закономерность в накоплении зерном пшеницы белковых веществ: количество белка возрастает по мере продвижения этой культуры с запада на восток и с севера на юг. Твердая пшеница характеризуется гораздо большим содержанием белка, сахара, минеральных веществ и каротиноидов, чем мягкая.

*Рожь* является второй по значению зерновой культурой после пшеницы. Эта в основном озимая культура обладает ценными качествами: нетребовательна к почвенно-климатическим условиям, отличается скороспелостью, высокой урожайностью и зимостойкостью. Форма, строение и химический состав зерна ржи имеют свои особенности. Узкое и длинное зерно ржи (отношение длины зерна к его ширине составляет 3,5 : 1) отличается меньшей массой и большей удельной поверхностью, чем зерно пшеницы, поэтому доля оболочек, алейронового слоя, зародыша у него больше, а доля эндосперма меньше. Оболочки с алейроновым слоем составляют около 20%, зародыш – 3,7% от массы зерна. Поэтому из ржи можно получить меньше сортовой муки, чем из пшеницы. Цвет зерна ржи чаще серо-зеленый, эндосперм обычно мучнистый, реже стекловидный. Общая стекловидность зерна ржи составляет 30–40%.

По сравнению с пшеницей рожь содержит меньше белка (в среднем 9–20%), однако белки ржи более полноценны. Более полезна рожь и по минеральному составу: содержание калия, магния и кальция в ней больше, чем в пшенице. По свойствам белковых веществ и крахмала эти культуры существенно отличаются друг от друга. Белки ржи способны к неограниченному набуханию. При обычных условиях они не образуют клейковину. Крахмал

ржи отличается более низкой температурой клейстеризации. В зерне ржи содержатся  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазы, в пшенице – только  $\beta$ -амилаза, поэтому крахмал при приготовлении ржаного хлеба легче гидролизуеться и ржаной хлеб черствеет медленнее, чем пшеничный. В зерне ржи содержится почти в 2 раза больше сахаров (мальтозы, глюкозы, сахарозы), чем в пшенице, и сравнительно много слизистых веществ (до 2,8%). Последние являются высокомолекулярными полисахаридами и обладают способностью поглощать большое количество воды, образуя вязкие коллоидные растворы. Эти вещества оказывают влияние на свойства теста и хлеба из ржаной муки: тесто и мякиш такого хлеба более липкие, мякиш хлеба более влажный. Рожь используется для получения муки и солода.

*Ячмень* занимает второе место после пшеницы по объему производства зерна. Ячмень может быть озимым и яровым. В основном выращивают яровые сорта, отличающиеся коротким вегетационным периодом (70 суток). Зерно ячменя пленчатое, на долю пленок приходится 9–14% массы зерна. Под цветочными пленками находятся более тонкие, чем в зерне пшеницы, плодовые и семенные оболочки, в состав которых, как и в цветочные пленки, входят клетчатка и пентозаны. Алейроновый слой состоит из 2–3 рядов крупных толстостенных клеток. Такое строение алейронового слоя сказывается на высокой прочности зерна и повышенном содержании клетчатки и минеральных веществ в ячменной муке и крупе. Эндосперм ячменя может быть мучнистым, полустекловидным и стекловидным. По содержанию белка (7–25%) и сахаров ячмень занимает промежуточное положение между пшеницей и рожью. Белки ячменя незначительны, но более полноценны, чем белки пшеницы. Из муки некоторых сортов ячменя можно, используя теплую воду, отмыть короткорвущуюся клейковину серого цвета. В оболочках и пленках ячменя содержатся горькие и дубильные вещества, поэтому при получении крупы от них стараются избавиться.

Ячмень используют для получения муки, крупы, пива, солода, спирта, солодовых экстрактов и ячменного кофе. Для приготовления хлеба ячмень используется в тех районах (северных и т. п.), где выращивание других злаков затруднено. Хлеб из такого зерна получается низкого качества, быстро черствеет, поэтому ячменную муку лучше применять в качестве добавки к пшеничной муке. Для выработки муки и крупы используют стекловидный или полустекловидный ячмень, а для получения пива – мучнистый.

*Овес* – культура продовольственная и фуражная, отличающаяся скороспелостью. Зерно овса – узкое и длинное, пленчатое, белого или желтого цвета, имеет опушение, покрывающее всю его поверхность, цветочные пленки толстые. В состав овса входят клетчатка, пентозаны и минеральные вещества, содержание которых составляет 25–43% массы зерна. Эндосперм белого цвета, мучнистый, содержит много клетчатки. Очень мелкие крахмальные зерна овса соединены в более крупные образования. Содержание крахмала в зерне невелико (25–40%). Белок овса – наиболее полноценный из всех злаковых, особенно по содержанию лизина. Овес отличается высоким содержанием минеральных веществ, в основном соединений фосфора и калия (до 10%). Овес используется для производства солода, различных видов крупы, толокна, диетических продуктов, а также продуктов детского питания. Овсяная мука употребляется также для приготовления киселей и печенья.

## **17.2. Стандарты на зерно**

На все злаковые культуры утверждены соответствующие стандарты. На пшеницу установлен один ГОСТ 9353 «Пшеница. Технические условия», на рожь и ячмень – несколько стандартов в зависимости от требований, предъявляемых к зерну в соответствии с его целевым назначением.

ГОСТ 9353 распространяется на зерно пшеницы, заготавливаемое государственной заготовительной системой, а также поставляемое на кормовые цели и для выработки комбикормов. Стандарт предусматривает деление пшеницы на типы и подтипы по ботаническим признакам, цвету и стекловидности, дает технические требования, в которых

указаны базисные и ограничительные нормы для заготавливаемой пшеницы, а также предусматривает деление пшеницы на классы, дает требования к пшенице, используемой на кормовые цели и для выработки комбикормов, состав основного зерна и различных примесей. Стандарт содержит правила приемки, транспортирования, хранения зерна и методы определения его качества.

При оценке качества зерна определяют органолептические (цвет, запах, вкус) и физико-химические (влажность, засоренность, количество испорченных и поврежденных зерен, зараженность вредителями хлебных запасов, стекловидность, натура, типовой состав, количество и качество клейковины) показатели.

*Морфологическая характеристика, анатомическое строение и состав злаковых культур.* Зерно различных злаковых имеет ряд общих морфологических признаков: мочковатый корень, листья ланцетовидной формы, стебель-соломину, разделенный узлами-перегородками на несколько частей (междоузлий). Соломина может быть пустотелой, но чаще всего заполнена рыхлой тканью – паренхимой, как, например, у кукурузы или сорго. Цветки собраны в соцветия. У одних зерновых культур (пшеница, рожь, ячмень) соцветия представляют сложный колос, отдельные колоски которого находятся на выступах стержня колоса, у других (просо, овес, рис, сорго) – метелку. Особое строение соцветий наблюдается у кукурузы, являющейся раздельнополым растением. Мужские соцветия имеют форму метелки, а женские – форму початка. Плод хлебных злаков называется зерновкой. Злаковые культуры могут быть голозерными (пшеница, рожь) и пленчатыми (ячмень, овес и др.). У голозерных при обмолоте цветочные пленки остаются на колосе или початке и в муку не попадают. У пленчатых культур цветочные пленки прочно срастаются с зерновкой и при помоле не удаляются.

Рассмотрим строение и состав зерновки злаковых культур на примере зерна пшеницы, так как оно типично для всех злаков. Зерно состоит из следующих анатомических частей: оболочки 4, алейронового слоя 3, эндосперма 2 и зародыша 1 (рис. 53).

Оболочки делятся на плодую и семенную, каждая из которых состоит из нескольких слоев клеток, причем один из слоев семенной оболочки содержит красящие вещества и определяет цвет зерна. Плодовая оболочка сравнительно легко удаляется, в то время как семенная прочно срастается с находящимся под ней алейроновым слоем. Оболочки предохраняют зерно от повреждений и состоят в основном из клетчатки и минеральных веществ.

В зерне пшеницы на долю плодовых и семенных оболочек приходится 5–8% его массы. Алейроновый слой, называемый иногда оболочкой эндосперма, представляет собой один ряд очень крупных толстостенных клеток. Стенки клеток состоят из клетчатки, а их внутреннее пространство заполнено питательными веществами, из которых половина приходится на белок, а другая половина включает в основном жир и жироподобные вещества, а также некоторое количество минеральных веществ, сахаров, водорастворимых витаминов и ферментов. Крахмала в этом слое нет. Алейроновый слой, масса которого составляет 4–9% массы зерна, играет важную роль при поставке питательных веществ развивающемуся молодому зерну. Эндосперм, или мучнистое ядро, занимает всю внутреннюю часть зерна и составляет до 85% его массы. Он состоит из крупных тонкостенных клеток, заполненных зернами крахмала, которые окружены частицами белка. Весь крахмал зерна сосредоточен равномерно в эндосперме. Белки распределены в эндосперме неравномерно: наибольшее их количество содержится в его периферийных частях. Других составляющих (жира, минераль-

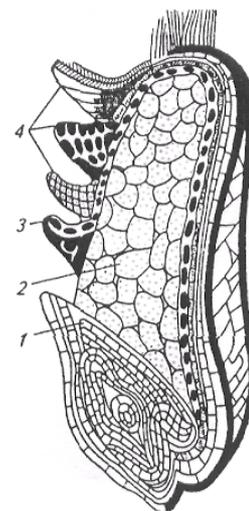


Рис. 53. Продольный разрез зерна пшеницы:  
1 – зародыш;  
2 – эндосперм;  
3 – алейроновый слой;  
4 – оболочка

ных веществ, сахаров и клетчатки) в эндосперме немного. Наряду с белками они находятся в окраинных частях эндосперма – самой ценной части зерна, из которого получают высшие сорта муки. Чем больше эндосперма в зерне, тем больше выход муки (количество муки, полученное из 100 частей зерна). Эндосперм может быть стекловидным, полустекловидным и мучнистым. Стекловидная пшеница отличается от мучнистой более высоким содержанием белка, большей плотностью и твердостью. При переработке в муку такая пшеница дает больший выход муки высших сортов. Зародыш отделен от эндосперма щитком. Несмотря на небольшие размеры (2–3%), зародыш является наиболее важной составной частью зерна, так как в нем находятся первичные органы развития нового растения. Зародыш богат питательными веществами: белками, сахарами, жирами, витаминами и ферментами (примерно половина всех витаминов зерна находится в зародыше). Несмотря на высокую пищевую ценность зародыша, при помоле стараются как можно лучше отделить его от муки, так как он богат жиром, содержащим большое количество непредельных жирных кислот, склонных к прогорканию на воздухе. Мука, не освобожденная от зародыша, нестойка при хранении и будет сравнительно быстро портиться.

Химический состав зерна одной и той же культуры колеблется в широких пределах в зависимости от почвенно-климатических условий, агротехнических мероприятий и генетических особенностей сорта. Средний химический состав основных зерновых культур представлен в табл. 8.

Таблица 8

Средний химический состав основных зерновых культур, мг на 100 г

Культура	Вода	Белки	Жиры	Моно- и дисахариды	Крахмал и декстрины	Клетчатка	Зола	Витамины		
								B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	PP
Пшеница: мягкая озимая, мягкая яровая, твердая	14,0	11,6	2,11	1,2	53,7	2,4	1,7	0,41	0,17	5,04
Рожь	14,0	12,7	2,31	0,9	52,4	2,5	1,7	0,46	0,13	7,13
Ячмень	14,0	12,5	2,84	0,8	54,9	2,3	1,8	0,37	0,10	4,94
Овес	14,0	9,9	2,18	1,5	54,0	2,6	1,7	0,44	0,20	1,30
	14,0	11,5	2,41	1,3	50,1	4,3	2,4	0,33	0,13	4,48
	13,5	10,2	6,21	1,1	36,1	10,7	3,2	0,48	0,12	1,00

Из табл. 8 видно, что в зерне злаков больше всего содержится углеводов, а из углеводов больше всего крахмала. Из сахаров в зерне присутствует преимущественно сахароза и в очень небольших количествах мальтоза, глюкоза и фруктоза. В проросшем зерне количество редуцирующих сахаров резко возрастает. Стенки растений состоят из клетчатки и гемицеллюлоз – основных структурных элементов клеток. Их содержание зависит от вида злака: у голозерных их количество невелико, а у пленчатых может достигать 10% и более. Клетчатка вместе с минеральными веществами содержится в основном в оболочках и алейроновом слое, определяя зольность зерна. Примерно половина зольных элементов представлена соединениями фосфора, одна треть – соединениями калия, а остальная часть распределена между кальцием, магнием, железом, натрием и другими элементами.

Содержание жира в злаковых культурах, как правило, невелико. Основную массу азотистых веществ в зерне составляют белки, которые содержатся главным образом в эндосперме (около 65% всего количества белка), а также в алейроновом слое (около 20%) и зародыше (менее 10%). Наиболее полноценными белками являются белки зародыша, меньшей ценностью обладают белки эндосперма. Некоторые белки, в основном белки пшеницы, при поглощении воды могут образовывать упругоэластичный гель – клейковину, которая определяет объем и пористость хлеба.

Витамины зерна представлены в основном группой В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и РР), в ограниченном количестве содержатся витамины В<sub>6</sub>, Е, биотин и др. Они локализованы в зародыше, алейроновом слое и в очень небольшом количестве – в эндосперме. Это значит, что чем выше сорт муки, тем меньше в ней содержание витаминов, тем она менее ценна в пищевом отношении.

*Созревание и послеуборочное дозревание зерна.* Сущность процесса созревания зерна состоит в том, что растворимые в воде низкомолекулярные вещества (аминокислоты, сахара и др.), образовавшиеся в зеленых листьях и стеблях, перемещаются в зерно. Сахара, находившиеся в зерне на ранних стадиях созревания, превращаются в крахмал и гемицеллюлозы, из свободных аминокислот синтезируются белки, идет формирование клейковины. По мере созревания зерна пшеницы количество и качество клейковины меняются, клейковина укрепляется. В это же время происходит накопление жира, и активность ферментов постепенно падает.

Зерно полной (технической) спелости имеет пониженные семенные и технологические качества. Полная физиологическая зрелость зерна, при которой оно отличается наивысшей всхожестью и энергией прорастания, наступает через некоторое время в процессе его хранения. Этот период называется периодом послеуборочного дозревания. На этой стадии в зерне продолжают те процессы, которые начались при его созревании. В результате завершается синтез белка, крахмала, жира, уменьшается активность ферментов, снижается интенсивность дыхания – наступает состояние покоя. В ряде случаев отмечалось улучшение технологических показателей зерна. К примеру, в пшенице возросло содержание сырой клейковины и улучшались ее свойства.

Зерно наиболее быстро дозревает при низкой влажности, температуре 15–30°C и выше, свободном притоке воздуха к семенам. Кислород не только ускоряет этот процесс, но и ведет к удалению диоксида углерода, образующегося при дыхании зерна и замедляющего эту стадию. При благоприятных условиях хранения процесс послеуборочного дозревания пшеницы требует 1,0–1,5 месяца, а при искусственной сушке его можно сократить до 2–3 недель.

*Хранение зерна.* Зерно может храниться в течение нескольких лет. Основным условием хранения являются определенная влажность зерна (не выше 14%), своевременное проветривание зерна, при котором влажный и теплый воздух хранилища заменяется наружным – холодным и сухим.

Нормальным процессом жизнедеятельности зерна при хранении является дыхание. Различают дыхание аэробное и анаэробное. Преобладающей формой является аэробное дыхание зерна. При любом виде дыхания идет распад сахаров, образовавшихся за счет гидролиза крахмала, с выделением определенного количества энергии. Часть энергии расходуется для внутриклеточной работы, а другая часть выбрасывается в окружающую среду. Сухое созревшее зерно отличается слабой интенсивностью аэробного дыхания, что ведет к сохранению его свойств. При повышенной температуре и влажности интенсивность дыхания возрастает, увеличиваются потери сухого вещества, в зерне накапливается свободная вода, повышается его температура, что благоприятно для самосогревания и порчи зерна, а также для развития микроорганизмов.

При хранении зерно может прорасти за счет попадания в него капельно-жидкой воды, в результате чего резко возрастает активность ферментов, происходит гидролиз белков, жиров, крахмала до низкомолекулярных соединений. В итоге хлебопекарные свойства зерна резко снижаются. Прорастание сопровождается интенсивным дыханием зерна и большими потерями сухих веществ (до 50% и более). Единственным фактором, тормозящим этот процесс, является низкая влажность зерна. Прорастание зерна при хранении недопустимо.

Ухудшение качества зерна при хранении может происходить вследствие его зараженности вредителями хлебных запасов. Наиболее часто зерно повреждается жуками, клещами, реже – гусеницами бабочек. Жуки являются наиболее опасными вредителями, так как зерном питается сам жук и его личинка, живущая в зерне. При заражении бабочками основной вред причиняют их гусеницы, поедающие зерно. Клещи отличаются малыми размерами (до 1 мм) и способностью к быстрому размножению. Они повреждают зародыш и эндос-

перм. Все вредители засоряют зерно продуктами своей жизнедеятельности. Пониженная температура и влажность замедляют их развитие. Заражение зерна вредителями хлебных запасов можно предотвратить. Для этого необходимо своевременно очищать, сушить и хранить зерно в чистых, обеззараженных складах, создавая оптимальные условия для хранения.

*Основные свойства зерновой массы.* В качестве объекта хранения и переработки рассматривают не просто зерно, а зерновую массу.

Зерновая масса состоит из зерна основной культуры, примесей, микроорганизмов, вредителей и воздуха в межзерновом пространстве. Зерновую массу рассматривают как физическое тело, обладающее определенными физическими свойствами, которые играют важную роль при транспортировании, обработке и хранении зерна.

*Сыпучесть.* Благодаря сыпучести зерновую массу можно легко перемещать как механическим транспортером, так и пневмотранспортом, а также самотеком, заполнять емкость любой конфигурации и свободно выгружать. Сыпучесть связана с неоднородностью зерна. С увеличением влажности зерновой массы и засоренности ее легкими примесями сыпучесть снижается. Сыпучесть проявляется в самосортировании зерна. В результате толчков при перевозках, передвижении зерна по транспортерам, при хранении нарушается однородность зерновой массы: легкие фракции оказываются на поверхности зерна, а тяжелые – внизу.

*Скважистость* характеризуется наличием в зерновой массе межзерновых скважин, заполненных воздухом. Скважистость (в %) определяют по формуле

$$S = (A - a)100/A,$$

где  $A$  – общий объем зерновой массы, см<sup>3</sup>;

$a$  – истинный объем твердых частиц зерновой массы, см<sup>3</sup>.

Скважистость меняется в широких пределах – от 30% (у проса) до 35–45% (у ржи, пшеницы) и 80% (у семян подсолнечника).

Благодаря скважистости зерновую массу можно продувать воздухом, что способствует понижению температуры и влажности, обновлению состава воздуха межзернового пространства, ликвидации процесса самосогревания, а также позволяет обрабатывать ее парами различных отравляющих веществ для дезинсекции с целью уничтожения вредителей хлебных запасов.

*Аэродинамические свойства.* Каждая частица зерновой массы имеет свою скорость витания, под которой понимается такая скорость воздушного потока, при которой частица удерживается во взвешенном состоянии. На скорость витания влияет плотность отдельных составляющих зерновой массы. Способность частицы сопротивляться воздушному потоку называется парусностью. Разница в скоростях витания основной культуры и легких примесей позволяет использовать воздушный поток для очистки зерна от примесей.

*Сорбционные свойства.* Зерно обладает способностью поглощать (сорбировать) пары различных веществ и газов из окружающей среды. Сорбционные свойства связаны со скважистостью зерновой массы и капиллярно-пористой коллоидной структурой зерна, т. е. наличием в зерне макро- и микрокапилляров, увеличивающих его активную поверхность. Эти свойства играют важную роль в процессах влагообмена зерна с окружающей средой, а также при его перевозках и хранении, поэтому хранилища и транспортирующие средства не должны иметь посторонних запахов.

*Теплофизические свойства.* Зерновая масса характеризуется низкой теплопроводностью и теплоемкостью, что связано с ее органическим составом и наличием воздуха в межзерновом пространстве, который является плохим проводником теплоты. С точки зрения сохранности зерновых масс эти свойства имеют как положительное значение (охлажденное зимой зерно длительное время остается холодным), так и отрицательное (в результате микробиологических процессов и дыхания самого зерна теплота не выделяется в окружающую среду, в результате чего могут возникнуть очаги самосогревания).

Зерновая масса отличается термовлагопроводностью, т. е. способностью к перемещению воды за счет градиента температур. При этом на отдельных участках может появиться конденсационная вода. Это явление достигает таких размеров, что может привести к набуханию и даже прорастанию зерна.

*Контрольные вопросы*

1. Из каких анатомических частей состоит зерновка злаковых культур?
2. Чем отличается зерно ржи от зерна пшеницы?
3. В чем заключаются особенности твердой и мягкой пшеницы?
4. Какими свойствами характеризуется зерновая масса?

## **Лекция 18. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ЗЕРНОВЫХ ПРОДУКТОВ**

18.1. Характеристика муки.

18.2. Характеристика солода.

### ***18.1. Характеристика муки***

*Классификация муки.* Мука – важнейший продукт переработки зерна. Ее классифицируют по виду, типу и сорту.

Вид муки определяется зерновой культурой, из которой она получена (пшеничная, ржаная, ячменная, овсяная, рисовая, кукурузная, соевая, гречневая). Наряду с мукой, получаемой из зерна какой-либо одной культуры, возможно производство муки из смеси зерна различных культур (например, из смеси пшеницы и ржи получают пшенично-ржаную муку).

В зависимости от свойств пшеничной муки и целевого назначения ее делят на хлебопекарную и муку общего назначения. Хлебопекарную муку получают в основном из мягких сортов пшеницы. Она характеризуется средним выходом эластичной клейковины, хорошей водопоглотительной и сахарообразующей способностью.

В зависимости от белизны или содержания золы, сырой клейковины, а также крупности помола пшеничную хлебопекарную муку подразделяют на следующие сорта: экстра, высший, крупчатка, первый, второй и обойная.

Пшеничную муку общего назначения в зависимости от белизны или содержания золы, сырой клейковины, а также крупности помола подразделяют на следующие типы: М 45–23, М 55–23, МК 55–23, М 75–23, М 100–25, М 125–20, М 145–23. Буква «М» обозначает муку из мягкой пшеницы, буквы «МК» – муку из мягкой пшеницы крупного помола. Первые числа обозначают максимальное содержание золы в муке в пересчете на сухое вещество (в %), умноженное на 100; вторые – наименьшее содержание сырой клейковины в муке (в %).

Пшеничная мука может быть обогащена витаминами, минеральными веществами, хлебопекарными улучшителями, в том числе сухой клейковиной.

Макаронную муку получают помолом твердой или высокостекловидной мягкой пшеницы (со стекловидностью не ниже 60%), причем в твердой пшенице допускается содержание мягкой не более 15%. Макаронная мука отличается большим выходом сырой клейковины, относительно малой влагоемкостью. Мука некоторых видов выпускается только одного типа (ржаная мука может быть только хлебопекарной).

Сорт является основным качественным показателем муки всех видов и типов. Сорт муки связан с ее выходом, т. е. с количеством муки, получаемой из 100 кг зерна. Выход муки выражается в процентах. Чем больше выход муки, тем ниже ее сорт. Из зерна пше-

ницы вырабатывают хлебопекарную муку шести сортов: «Экстру», крупчатку высшего, первого и второго сортов, обойную; из зерна ржи – трех сортов: сеяную, обдирную и обойную. Кроме того, из смеси пшеницы и ржи выпускают два сорта муки типа обойной: пшенично-ржаную (с соотношением пшеницы и ржи 70 : 30%) и ржано-пшеничную (с соотношением ржи и пшеницы 60 : 40%).

**Помол зерна.** Помол зерна состоит из двух этапов: подготовки зерна к помолу и собственно помола зерна. Подготовка зерна к помолу заключается в составлении помольных партий, очистке зерна от примесей, удалении оболочек и зародыша, кондиционировании.

Партии зерна поступают на предприятия мукомольной промышленности из разных районов произрастания, поэтому качество и технологические свойства их существенно различаются. Для выпуска продукции, удовлетворяющей требованиям стандарта, составляют помольные партии с целью улучшения качества зерна одной партии за счет другой. Смешивать можно полноценное зерно, удовлетворяющее требованиям по зольности, стекловидности и иным показателям, или зерно полноценное и неполноценное (проросшее, морозобойное, пораженное клопом-черепашкой и т. п.).

Морозобойное зерно повреждается морозом при созревании. Степень повреждения зависит от фазы зрелости: чем менее зрелое зерно, тем более глубокие изменения оно претерпевает. Поврежденные зерна становятся морщинистыми, приобретают серо-зеленый цвет, в них не происходит в полной мере синтез белков и крахмала, они содержат большое количество сахаров и декстринов, отличаются повышенной активностью  $\alpha$ -амилазы. Хлебопекарные свойства такого зерна резко снижены: хлеб получается с заминающимся мякишем, темный, с солодовым привкусом и плохой пористостью.

Получить хлеб хорошего качества из муки проросшего зерна без дополнительных мероприятий невозможно. Мука из такого зерна отличается повышенной активностью всех ферментов, в том числе  $\alpha$ -амилазы. Хлеб имеет липкий мякиш и темноокрашенную корку.

Зерно может повреждаться клопом-черепашкой – наиболее часто встречающимся вредителем. На поверхности зерна появляется темная точка укуса, окруженная пятном сморщившейся беловатой оболочки, внутри которой под влиянием мощных протеолитических ферментов, выделяемых слюнными железами клопа-черепашки и попадающих в зерно при укусе, происходят глубокие изменения. В результате укуса начинается глубокий протеолиз, снижается содержание белка, ослабляется клейковина и уменьшается ее количество. Тесто становится жидким, хлеб получается низкого качества, с небольшим объемом, плотный.

Для очистки зерна от примесей, отличающихся размерами и аэродинамическими свойствами, применяют сепараторы. Зерновую массу очищают, последовательно просеивая на ситах и продувая его восходящим потоком воздуха. Скорость воздушного потока меньше скорости витания основной культуры, в результате чего легкие примеси уносятся воздушной струей, а основное зерно остается.

Примеси, не схожие с зерном по форме (семена куколя, овсюга и др.), отделяют на триерах, рабочими органами которых являются вращающиеся барабаны или диски с ячейками на их поверхности. Триеры, служащие для отделения зерна от коротких примесей, называются куколеотборочными машинами, в которых мелкие примеси попадают в ячейки и выбрасываются на лотки, а сходом идет очищенное зерно. Зерно очищается от длинных примесей на триерах, называемых овсюгоотборочными машинами. В них размер ячеек соответствует размерам зерна, поэтому основная культура попадает в ячейки, а примеси идут сходом.

В дальнейшем зерно подвергается очистке от металломагнитных примесей. Магнитный контроль ведется неоднократно: при выходе зерна из сепаратора, перед его обработкой в обочных, щеточных машинах и т. д.

В зерновой массе, прошедшей через сепараторы и триеры, содержится большое количество пыли. Кроме того, зерно содержит не полностью удаленные оболочки и зародыш. Для дальнейшей очистки зерна применяют обочные и щеточные машины. Внутренняя поверхность барабана в обочной машине – наждачная, в щеточной – металлическая. Внутри барабана на валу укреплены плоские бичи или щетки. Поступающее зерно подхва-

тывается бичами и отбрасывается к цилиндрической поверхности. Очистка зерна происходит за счет многократных ударов и интенсивного трения его о бичи и рабочую поверхность барабана. При выходе из машины легкие примеси уносятся воздушным потоком. В обоечной машине из зерна удаляется пыль, бородка и частично зародыш, в щеточной происходит отделение оставшихся на поверхности оболочек и зародыша. Из щеточной машины выходит зерно с гладкой полированной поверхностью.

При сортовом помоле загрязненное зерно моют и подвергают гидротермической обработке, которая включает в себя увлажнение и отволаживание зерна. Сухие оболочки зерна при помоле сильно измельчаются и, попадая в муку, увеличивают ее зольность. При увлажнении зерна оболочки становятся эластичными, их связь с эндоспермом ослабляется, в то время как сам эндосперм остается сухим и хрупким. При помоле оболочки отделяются от зерна в виде крупных пластинок, что облегчает их последующее выделение при просеивании.

Существуют различные способы кондиционирования в зависимости от качества исходного зерна. При холодном кондиционировании зерно увлажняют водой с температурой 18–20°C, подогретой до температуры 35°C, и оставляют на отволаживание в течение 12–14 ч. При этом усиливается действие ферментов, идут процессы протеолиза белка и ослабления клейковины. Холодное кондиционирование применяют для обработки зерна, содержащего клейковину с малой растяжимостью. Если зерно содержит слабую клейковину, то для ее укрепления необходимо уменьшить активность ферментов. В этом случае используют горячее кондиционирование. Увлажненное зерно выдерживают в кондиционерах при температуре 55–60°C с последующим охлаждением, а затем направляют в бункера для отволаживания, которое длится меньше, чем при холодном кондиционировании. При скоростном кондиционировании для увлажнения зерна используют водяной пар.

Непосредственно перед помолом поверхность зерна дополнительно увлажняют, чтобы увеличить влажность оболочек и полнее отделить их от эндосперма. Схема подготовки зерна к помолу может быть сокращенной или развернутой в зависимости от типа зерновой культуры, ее качества, типа помола и т. д. Для сортового помола пшеницы применяют развернутую схему, которая включает следующие стадии: первое сепарирование, очистку на куколке- и овсюгоотборочных машинах, первую очистку на обоечных машинах, второе сепарирование, мойку и первое кондиционирование (любым способом в зависимости от свойств зерна), вторую очистку на обоечных машинах, третье сепарирование, второе кондиционирование (холодное), третью очистку на щеточных машинах, увлажнение.

Помол зерна состоит из двух операций: собственно помола зерна и просеивания продуктов помола. Помолы могут быть разовыми и повторительными.

*Разовый помол* – наиболее простой, при котором зерно за один прием полностью измельчают в муку вместе с оболочками. Мука отличается низким качеством, имеет темный цвет, неоднородна по размеру частиц. Для улучшения качества муки разового помола из нее путем просеивания отбирают некоторое количество крупных оболочек (отрубей). Разовые помолы осуществляют на молотковых дробилках и имеют ограниченное применение.

*Повторительные помолы* более совершенны. Зерно измельчают в муку путем многократного прохождения его через измельчающие машины. При этом после каждого измельчения продукт сортируют в просеивающих машинах.

Основным видом измельчающего оборудования являются вальцовые станки. Главные рабочие органы – два цилиндрических чугунных вальца одинакового диаметра – расположены под углом и вращаются навстречу друг другу с разными скоростями. Поверхность вальцов рифленая. Зазор между ними устанавливается в зависимости от крупности помола.

Зерно, попадая между вальцами, задерживается нижним вальцом, имеющим меньшую скорость вращения, и скалывается, растирается рифлями верхнего быстро вращающегося вальца. После каждого вальцового станка устанавливается рассев с набором сит разных размеров, расположенных друг под другом, для сортировки продуктов по крупности частиц. При просеивании получают две фракции: сход, состоящий из частиц, не прошедших через отверстия сита, и проход, состоящий из частиц, прошедших через сито.

Верхний сход является наиболее крупной фракцией с размером частиц 1,0–1,6 мм. Следующие по крупности фракции называются крупками (размер частиц 0,31–1,0 мм) и дунстами (размер частиц 0,16–0,31 мм). Самая мелкая фракция, идущая проходом, образует муку (размер частиц менее 0,16 мм).

Вальцовый станок вместе с рассевом образует систему. Системы бывают драными и размольными. В драных системах вальцы рифленые, отношение скорости быстро вращающегося вальца к скорости медленно вращающегося составляет 2,5 ( $K = 2,5$ ). Они служат для дробления зерна до крупок и дунстов. В размольных системах вальцы шероховатые ( $K = 1,5$ ). Они превращают промежуточные продукты помола (крупку и дунсты) в муку.

Повторительные помолы могут быть простыми и сложными. Простой повторительный помол состоит из одного драного процесса либо драного и сокращенного размольного процессов. Зерно последовательно измельчают на нескольких (3–4) вальцовых станках. После каждого станка смесь просеивают и отбирают муку в виде прохода с нижнего сита. Более крупные сходы с сит направляют на следующую пару вальцов. Такую операцию повторяют до тех пор, пока все частицы не превратятся в муку.

Муку со всех рассевов объединяют, подвергают контрольному просеиванию и получают муку одного сорта. Можно организовать работу таким образом, чтобы с последнего отсева сходили отруби. При обойном помоле выход ржаной муки составляет 95%, количество отрубей – 2%, а выход пшеничной муки – 95% при выходе отрубей 1%. Отобрав 9% отрубей, можно получить ржаную обдирную муку с выходом 87%.

Сложные повторительные помолы могут быть без обогащения крупок (для получения, например, ржаной сеяной муки с выходом 63%) и с обогащением крупок (для получения сортовой муки). При сложном помоле с обогащением крупок очистку и кондиционирование зерна ведут по развернутой схеме. Затем зерно дробят на сравнительно крупные части на нескольких драных системах (например, на шести). После просеивания верхний сход с первой системы идет на вальцовый станок второй системы, верхний сход со второй системы направляют на вальцовый станок третьей системы и т. д. С последней драной системы верхний сход является отрубями. Крупки и дунсты, отбираемые со средних сит отсева, направляют на обогащение. Проходы со всех сит соединяют и получают муку первого или второго сорта.

При сложных помолах в драном процессе стремятся с первых 3–4 систем получить как можно больше крупок и меньше муки. Крупки и дунсты, получаемые на этих системах, характеризуются малой зольностью и называются продуктами первого качества в отличие от крупок и дунстов второго качества, отбираемых на последующих драных системах и имеющих более высокую зольность.

Обогащение смеси крупок и дунстов ведут по крупности и качеству на ситовечных машинах, основным рабочим органом которых является сортировочное сито, разделенное на секции. Каждая секция имеет сито с определенными размерами ячеек. Через сито снизу вверх подается воздух. Сквозь первые самые мелкие сита проходят наиболее качественные крупки, богатые эндоспермом, которые затем идут на первые размольные системы и дают муку высших сортов. Крупки, содержащие большое количество оболочек, отделяются как более легкие на последующих ситах. Затем их подвергают шлифовке, т. е. повторному дроблению, просеиванию и обработке на ситовечных машинах для отделения остатков оболочек и зародыша. Только после такой обработки они направляются на последующие размольные системы, образуя муку более низких сортов. Количество размольных систем примерно в два раза больше числа драных. С последних драной и размольной систем отбирают отруби, выделяя при этом некоторое количество муки более низких сортов.

Сложный помол с обогащением крупок позволяет выпускать муку различных сортов. При пропускании через единый контрольный рассев муки со всех драных и размольных систем получают односортовую муку. Такой помол называется односортовым. Например, можно получить пшеничную муку первого сорта 72%-ного выхода, можно получить муку двух сортов (двухсортовый помол). В этом помоле фракции муки, отбираемые с первых

размольных систем, будут составлять муку первого сорта. Ее отбирают в количестве 40%, остальные 38% будут представлять муку второго сорта. Общий выход муки составит 78%. Можно такое же количество муки (78%) при сложном помоле разделить на три сорта (трехсортный помол). Например, в высший сорт можно направить 25% муки, в первый сорт – 40% и во второй сорт – 13%.

*Химический состав и качество муки.* Химический состав муки зависит от состава исходного зерна и сорта муки. При помоле зерна, особенно при сортовом, стремятся максимально удалить оболочки и зародыш, поэтому в муке содержится меньше клетчатки, минеральных веществ, жира, белка и больше крахмала, чем в зерне. Более высокие сорта муки получают из центральной части эндосперма, поэтому в их состав входит больше крахмала и меньше белков, сахаров, жира, минеральных солей, витаминов, которые в основном сосредоточены в его периферийных частях. Наибольшее количество белка содержится в муке первого сорта, далее следует мука высшего, второго сортов и обойная.

Пшеничная мука имеет следующий средний химический состав (в %): крахмал – 66–79, клетчатка – 0,1–1,9, сахара – 1,5–3, белки – 10,3–12,5, жир – 0,9–1,9, зола – 0,5–1,5.

ГОСТ Р 52189–2003 на муку пшеничную предусматривает оценку ее качества по органолептическим и физико-химическим показателям. К первой группе относятся цвет, запах, вкус и содержание минеральных примесей. Цвет муки должен быть белым с разными оттенками в зависимости от сорта, запах и вкус должны быть свойственны нормальной муке, вкус – без посторонних привкусов, не кислый, не горький, запах – не затхлый, без признаков плесени. Содержание минеральной примеси определяется при разжевывании муки. При этом не должен ощущаться хруст.

К физико-химическим показателям качества муки относят прежде всего влажность. Она имеет большое значение, так как по влажности устанавливается выход хлеба. Влажность влияет на сохранность муки. Базисная влажность, на которую планируется выход изделий, равна 14,5%, допустимая стандартная влажность муки – 15,0%.

Зольность является основным показателем сорта муки. Минеральные вещества распределены в зерне неравномерно: главная их масса находится в оболочках и зародыше, поэтому мука сорта «Экстра», представляющая практически чистый эндосперм, характеризуется невысокой зольностью (не более 45%). Мука первого, а тем более второго сорта отличается большей зольностью – соответственно не более 0,75 и 1,25%.

Крупность помола определяется размером частиц муки. Чем выше сорт муки, тем она мельче. Хлеб лучшего качества получается из муки с равномерной крупностью и оптимальными размерами частиц.

Количество клейковины в пшеничной муке разных сортов должно быть не ниже определенных значений: не менее 28% – для муки высшего сорта, 30% – для первого сорта, 25% – для второго сорта, 20% – для обойной. По качеству клейковина должна быть не ниже второй группы.

Содержание металломагнитных примесей в муке не должно превышать 3 мг на 1 кг, зараженность вредителями хлебных запасов не допускается.

Кислотность не является обязательным показателем качества – ее определение не предусмотрено стандартами. Однако она широко применяется для контроля качества муки. Кислотность муки влияет на кислотность теста и хлеба. Она характеризует свежесть муки и условия ее хранения. В процессе хранения кислотность муки возрастает, особенно при повышенной температуре и влажности воздуха. Кислотность зависит от сорта муки: у низших сортов она больше.

С целью оценки пригодности муки для получения качественного хлеба определяют ее хлебопекарные свойства, к которым относят газообразующую способность муки, «силу» муки, ее цвет и способность к потемнению.

Газообразующая способность муки характеризуется количеством диоксида углерода, выделившегося за 5 ч брожения теста, приготовленного из 100 г муки, 60 мл воды и 10 г прессованных дрожжей. Она зависит от содержания собственных сахаров муки и ее саха-

рообразующей способности. Для муки нормального качества газообразующая способность составляет 1300–1600 мл CO<sub>2</sub>.

«Сила» муки, т. е. способность образовывать тесто, обладающее определенными структурно-механическими свойствами, зависит от количества и качества клейковины.

Цвет муки определяется цветом эндосперма зерна, а также цветом и количеством в муке отрубистых частей зерна. Способность муки к потемнению в процессе ее переработки связана с образованием меланинов за счет действия полифенолоксидазы на свободный тирозин. Хлебопекарная мука не должна темнеть в процессе ее переработки.

## 18.2. Характеристика солода

Солодом называют пророщенное и высушенное в специально созданных условиях зерно. При проращивании в зерне накапливается много различных ферментов, которые значительно изменяют исходный состав зерна. В процессе сушки происходит взаимодействие продуктов гидролиза белков и углеводов, что сопровождается образованием меланоидинов и других веществ, обладающих темной окраской, специфическим вкусом и ароматом. При высушивании свежепроросшего солода при температуре 40–85°C получается ферментативно активный светлый солод. При более высоких температурах высушивания (выше 105°C) образуется темный, ферментативно неактивный солод. Солод получают в виде целых или измельченных зерен.

Солод используется при производстве хлебобулочных изделий, пива, полисолодовых экстрактов, получаемых из смеси кукурузного, овсяного и пшеничного солодов, концентрата квасного сусле, хлебного кваса, безалкогольных напитков и этилового спирта.

В спиртовом производстве применяется смесь свежепроросших солодов различных злаковых культур, которая служит источником ферментов для осахаривания крахмалосодержащего сырья (пшеницы, кукурузы, картофеля и др.). Качество солода, предназначенного для производства этанола, оценивается как хорошее, среднее и удовлетворительное соответственно по следующим показателям: декстринолитическая способность (ДС) – 35; 30; 20–25 мг/(г · ч), осахаривающая способность (ОсП) – 3,5; 2,6; 1,75 ед/г.

При производстве пива, полисолодовых экстрактов, концентрата квасного сусле и безалкогольных напитков в качестве основного сырья используют сухой солод, который служит источником ферментов, витаминов, ароматических, красящих и минеральных веществ. Качество таких солодов оценивается по физико-химическим и органолептическим показателям (табл. 9, 10).

Таблица 9

Физико-химические показатели солода

Солод	Показатели качества					
	Содержание воды, %, не более	Продолжительность осахаривания, мин, не более	Экстрактивность, % на СВ, не менее	Кислотность, см <sup>3</sup> 1 н р-ра щелочи на 100 г сухого солода	Цветность, см <sup>3</sup> 1 н р-ра йода на 100 г сухого солода	
1	2	3	4	5	6	
Пивоваренный	Светлый					
	Высокого качества	4,5	15	79	0,9–1,1	0,18
	I класса	5	20	78	0,9–1,2	0,2
	II класса	6	25	76	0,9–1,3	0,4
	Карамельный					
	I класса	6	–	75	–	20
	II класса	6	–	70	–	20
Жженный	6	–	70	–	100	

1		2	3	4	5	6
Ржаной	Ферментированный	8	–	85	35	10–20
	Неферментированный	8	25	80	17	до 5
Для получения солодовых экстрактов	Пшеничный	8	30	75	0,8–1,2	0,3
	Кукурузный	8	–	78	0,9–1,1	0,1–0,3
	Овсяный	8	30	50	0,8–1,3	0,4

Таблица 10

### Органолептические показатели солода

Показатель	Солод	
	неферментированный	ферментированный
Цвет	Светло-желтый с сероватым оттенком	От коричневого до темно-бурого с красноватым оттенком
Вкус	Сладковатый	Кисло-сладкий, приближающийся к вкусу ржаного хлеба, без горького пригорелого
Запах	Свойственный данному виду солода, без запаха плесени и гнили	Свойственный данному виду солода, без запаха плесени и гнили

В хлебопекарном производстве применяют измельченный, ржаной, светлый неферментированный и темный ферментированный солод.

Кроме светлого и темного солодов, являющихся основой для приготовления пивного сусла, в пивоваренном производстве находят применение специальные ячменные сорта солода, которые предназначены для корректировки и улучшения условий проведения технологических операций и процессов приготовления пивного сусла, брожения и дображивания (I группа) или для улучшения цвета, вкуса и аромата пивного сусла и готового пива (II группа).

К I группе относятся: высокоферментированный солод (диастатический солод, диафарин) длительного и ускоренного ращения, солод для подкисления затора (протеолитический солод). Применение такого солода дает определенные технологические и экономические преимущества, особенно при использовании несоложенного сырья. Вторая группа представлена красящими (карамельным и темным), цветным (жженым), ароматным (томленным или ферментированным), меланоидиновым и витаминным солодами. Эта группа обеспечивает сортовые особенности пива, улучшает его качество и стойкость.

#### Контрольные вопросы

1. В чем заключается подготовка зерна к помолу?
2. Как получают муку сложным повторительным помолом?
3. Какими физико-химическими показателями характеризуется качество муки?
4. Каков химический состав муки?
5. Что такое солод и какова его роль в производстве?
6. Какие виды солода используют в пищевой промышленности?

## Лекция 19. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ САХАРА

19.1. Технология сахара-песка.

19.2. Технология сахара-рафинада.

### 19.1. Технология сахара-песка

Сахарное производство – крупнейшая отрасль пищевой промышленности, объединяющая сахаропесочное (рис. 54) и сахарорафинадное производства.

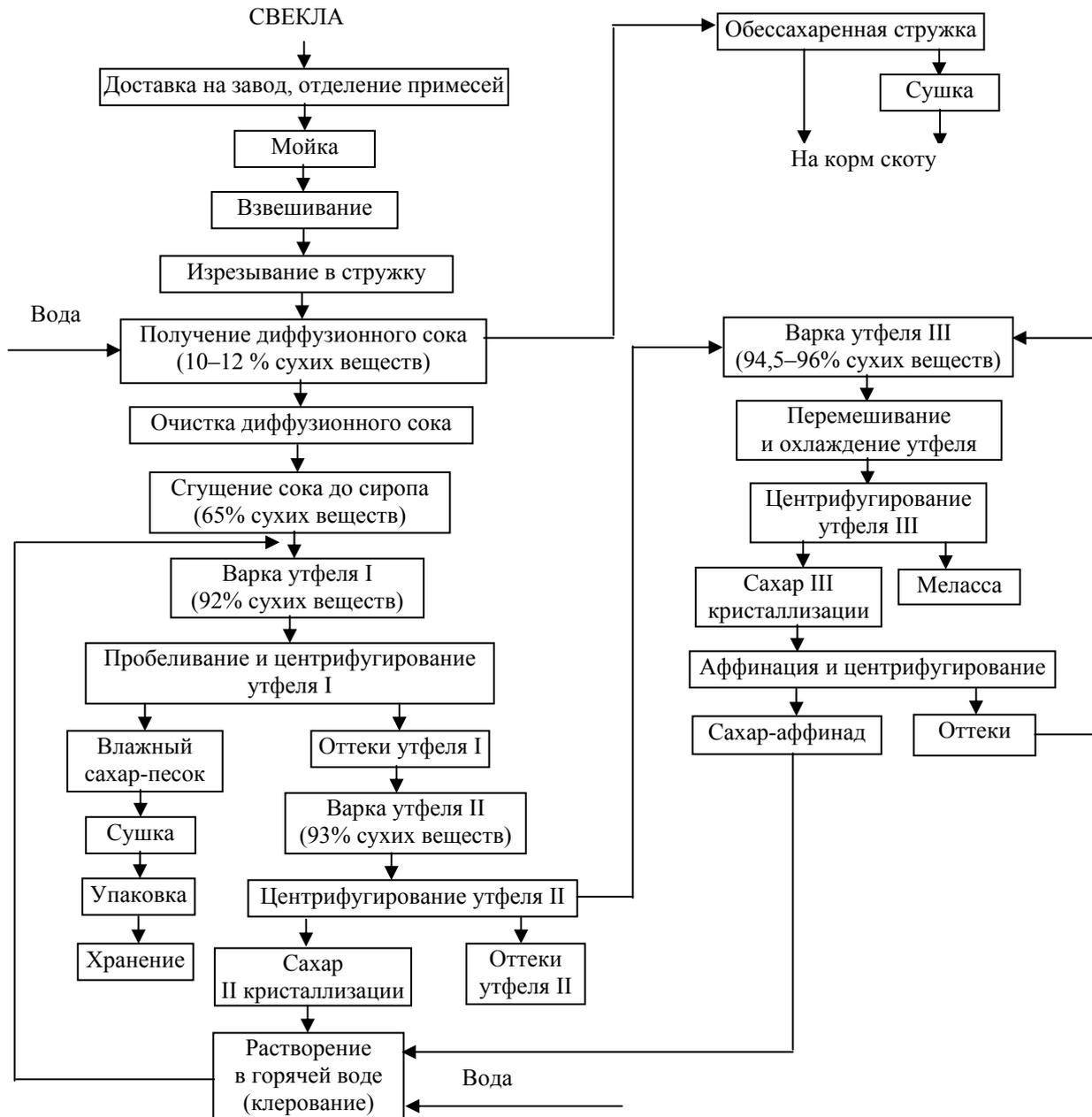


Рис. 54. Технологическая схема получения сахара-песка

Сырьем сахарного производства является свекла, которую хранят на специально подготовленных кагатных полях в трапецидальных кучах, называемых кагатами.

В корнеплодах сахарной свеклы содержится 20–25% сухих веществ, которые в сахарном производстве условно делят на сахарозу и несахара. Под несахарами понимают су-

хие вещества, включая редуцирующие и рафинозу, кроме сахарозы. Содержание сахарозы колеблется от 14 до 18%.

При закладке свеклы в кагаты определяют соответствие ее требованиям ГОСТ по физическому состоянию, спелости, общей загрязненности и т. д. В кагаты длительного хранения укладывают здоровые корнеплоды без механических повреждений с минимальным количеством примесей. Наружная ткань корнеплодов обладает естественным иммунитетом, препятствующим развитию микроорганизмов. При механическом повреждении корнеплодов и нарушении режимов их хранения фитопатологические потери могут достигать весьма значительных размеров. Поэтому поврежденную свеклу сразу направляют на переработку.

В процессе хранения свекла дышит. Дыхание может быть как аэробным, так и анаэробным. В том и другом случае на процесс дыхания расходуются сухие вещества свеклы (в основном сахар), причем при аэробном дыхании потери сухих веществ значительно ниже, поэтому следует проводить вентилирование кагатов, так как оно предохраняет корнеплоды от излишней потери сахара. Оптимальная температура для хранения свеклы составляет 0–2°C. Повышение температуры способствует увеличению интенсивности дыхания корнеплодов, что нежелательно.

При каждом свеклосахарном заводе имеется специальное отделение (бурачная) для бесперебойного снабжения производства свеклой и создания 1–2-суточного запаса.

*Доставка свеклы на завод и отделение примесей.* Из бурачной на завод свеклу подают по гидравлическому транспортеру, по которому она движется под давлением воды. Свекла содержит 5–15% различных примесей (ботву, солому, песок, камни), которые ухудшают работу оборудования, могут вызвать его поломку, снижают качество диффузионного сока и выход сахара. Отделению примесей придается очень большое значение. Частичную мойку свекла проходит уже в гидравлическом транспортере. Для этой цели транспортер снабжается специальными устройствами: ботво-, соломо-, песко- и камнеловушками. Однако окончательно свеклу моют в специальных моечных машинах. Лучшая эффективность отмывания свеклы достигается в струйных свекломойках.

Чистую свеклу поднимают ленточным транспортером или ковшовым элеватором в верхнее помещение завода, где проводят ее электромагнитную очистку и взвешивают.

*Изрезывание свеклы в стружку.* Сахарозу извлекают из свеклы диффузионным способом. Для этого свеклу измельчают в тонкую стружку разной формы: желобчатой, пластинчатой, ромбовидной – в зависимости от качества самой свеклы и типа диффузионных аппаратов.

*Получение диффузионного сока.* Получение диффузионного сока основано на явлении диффузии и подчиняется закону Фика, который устанавливает связь между количеством экстрагируемого вещества и основными параметрами процесса. Количество экстрагируемого вещества  $S$  определяется формулой

$$S = DF \frac{C - c}{x} \tau,$$

где  $D$  – коэффициент, зависящий от величины молекул диффундирующего вещества;

$F$  – площадь слоя, м<sup>2</sup>;

$C - c$  – разница концентраций, кг/м<sup>3</sup>;

$x$  – толщина слоя, м;

$\tau$  – время диффузии, мин.

На практике все эти величины имеют естественные ограничения. Количество сока, извлекаемое из 100 кг стружки (откачка сока), составляет 115–125 кг.

Длительность обессахаривания и параметры самой стружки обуславливаются конструктивными особенностями используемых диффузионных аппаратов и составляют для аппаратов непрерывного действия при использовании грубой стружки 70–80 мин. Температура, при которой идет диффузия, не должна превышать 75°C, так как при ее повышении стружка будет сильно развариваться и забивать ситовые поверхности.

Извлечение сахарозы из свекловичной стружки производится в непрерывно действующих диффузионных аппаратах, обеспечивающих максимальное извлечение сахарозы из стружки. Потери сахара составляют 0,25–0,3% к массе свеклы.

*Очистка диффузионного сока.* Полученный диффузионный сок содержит 15–16% сухих веществ, из них 14–15% сахарозы и около 2% несахаров. В число растворимых несахаров входят растворимые белки, аминокислоты, редуцирующие сахара, пектиновые вещества, слабые азотистые основания, соли органических и неорганических кислот, а также хлопья коагулированного белка и мезга. Сок имеет кислую реакцию (рН 6,0–6,5), очень темный, почти черный цвет, сильно пенится. Все несахара в той или иной степени задерживают кристаллизацию сахарозы, увеличивая потери сахара с мелассой. Чтобы избавиться от них, проводят очистку диффузионного сока известью (дефекацию) с последующим удалением ее избытка диоксидом углерода (сатурацию).

*Дефекация диффузионного сока.* Обработку диффузионного сока известью (дефекацию) проводят в два этапа: предварительная дефекация и основная дефекация. На преддефекации к массе свеклы добавляют 0,2–0,3% СаО. При этом рН сока медленно повышается до 10,8–11,6. На основной дефекации добавляют 2,5–3% СаО к массе свеклы, и рН сока повышается до 12,2–12,3. Необходимость проведения дефекации в два этапа обусловлена тем, что небольшое количество извести оказывает коагулирующее действие на ряд веществ коллоидной дисперсности, содержащихся в соке. Преддефекация, проводимая при оптимальном рН, обеспечивает выведение в осадок до 80% веществ коллоидной дисперсности и высокомолекулярных соединений сока, что составляет 30–40% всех несахаров, удаляемых при очистке сока. Оптимум рН на преддефекации – величина непостоянная, зависящая от состава несахаров сока. Целью преддефекации является также нейтрализация и осаждение кальциевых солей лимонной, оксалимонной, яблочной, винной, щавелевой и других кислот, содержащихся в соке, и образование осадка, состоящего из крупных плотных частей. Осадок хорошо фильтруется и устойчив к разрушающему действию ионов кальция в условиях высоких значений щелочности и температуры на основной дефекации. На сахарных заводах преддефекацию проводят путем одновременного введения всей необходимой извести (оптимальная преддефекация) или постепенного ее введения в течение 20–30 мин (прогрессивная преддефекация). Температура сока также может меняться: при проведении холодной преддефекации известь вводят в сок с температурой до 50°C, при проведении теплой – 50–60°C, а при горячей – 85–90°C. Выбор режима проведения преддефекации зависит от качества перерабатываемой свеклы.

*Преддефекация диффузионного сока.* Оптимальная преддефекация идет при температуре 85–90°C. В качестве источника извести используется смесь нормально отсатурированного нефильтрованного сока первой сатурации (100–150% к массе свеклы) и дефекованного сока (15–30% к массе свеклы), что обеспечивает оптимальное значение рН и улучшает фильтрационные свойства осадка. В диффузионный сок поступают положительно заряженные частицы СаСО<sub>3</sub>, которые служат центрами коагуляции для отрицательно заряженных несахаров: белков, пектиновых веществ и других высокомолекулярных соединений. На последующей стадии очистки сока – сатурации – эти частицы, в свою очередь, также будут являться центрами кристаллизации СаСО<sub>3</sub>, при этом органические несахара окажутся внутри кристаллов карбоната кальция. Образуется большое количество хорошо фильтруемого осадка, идет дальнейшая физико-химическая очистка сока.

*Прогрессивная преддефекация* дает больший эффект осаждения коллоидных частиц и способствует получению крупнозернистого осадка. При этом нет необходимости строго соблюдать рН среды. Известь дозируют медленно и в таком количестве, которое на 20–30% больше, чем требуется для достижения оптимального значения рН. Прогрессивную преддефекацию проводят в горизонтальных преддефекаторах.

*Основная дефекация диффузионного сока* проводится сразу же после преддефекации без предварительного фильтрования или подогрева сока. К ключевым процессам, проходящим при основной дефекации, относятся следующие: разложение органических несахара-

ров сока (амидов кислот, солей аммония, редуцирующих веществ), омыление жиров, доосаждение анионов кислот и создание избытка извести для получения достаточного количества карбоната кальция на первой сатурации.

В результате разложения амидов (аспарагина, глутамин и др.) выделяется аммиак, в растворе накапливаются растворимые соли кальция, ухудшающие кристаллизацию сахарозы и увеличивающие ее потери. При разложении редуцирующих сахаров образуются молочная, уксусная, муравьиная и другие кислоты, дающие при взаимодействии с известью растворимые соли кальция. При омылении жиров образуются выпадающие в осадок мыла и глицерин. Пектиновые вещества разлагаются с образованием метанола, уксусной и полигалактуроновой кислот. Метанол при последующем выпаривании сока улетучивается, уксусная кислота образует водорастворимую соль кальция, а полигалактуроновая кислота образует труднофильтрующийся слизистый осадок – пектат кальция. Таким образом, в процессе дефекации из несахаров, перешедших в раствор, образуются трудноотфильтровываемые соли кальция и красящие вещества, ухудшающие качество очищенного сока.

Длительность основной дефекации регулируется в зависимости от содержания несахаров в соке и способа проведения преддефекации. Обработку сока известковым молоком проводят при температуре ниже 50°C (холодная дефекация) в интервале температур 50–60°C (теплая) и 85–90°C (горячая дефекация). Продолжительность холодной основной дефекации составляет 20–30 мин, оптимальная продолжительность горячей дефекации – 15–20 мин. Комбинированная холодно-горячая дефекация позволяет провести достаточно полное разложение несахаров и получить менее окрашенный сок. При этом первая ступень – холодная дефекация (при температуре ниже 50°C) длится 20–30 мин, вторая – горячая (при температуре 85°C) – 10–15 мин.

*Сатурация диффузионного сока* – это обработка сока сатурационным газом, содержащим 30–34% диоксида углерода.

Сатурацию проводят в две стадии (I и II сатурации) с промежуточным отделением осадка несахаров. Чтобы предотвратить обратный переход в раствор несахаров, выпавших в осадок на стадиях преддефекации и дефекации, I сатурацию заканчивают при наличии в растворе небольшого избытка извести, как на преддефекации (0,2–0,3% CaO, pH 10,8–11,6).

*I сатурация* может быть одно-, двух- и многоступенчатой. На большинстве сахарных заводов ее проводят одноступенчато. Диффузионный сок с температурой 80–85°C поступает сразу же после дефекации в одноступенчатый непрерывно действующий сатуратор. При продувке диоксида углерода почти вся избыточная известь выпадает в осадок в виде оксида кальция. Частицы этого осадка несут на себе положительный заряд и адсорбируют на своей поверхности все отрицательно заряженные несахара. Таким образом, избыток извести, добавляемый при дефекации, позволяет получить большое количество мелкодисперсных частиц оксида кальция, положительно заряженных и с большей площадью поверхности. Этим достигается хорошая физико-химическая очистка сока и облегчается последующее фильтрование. Коэффициент использования сатурационного газа составляет 60–65%.

*II сатурация* проводится для снижения в соке содержания растворимых солей кальция, так как их наличие ведет к образованию накипи в теплообменниках и увеличивает потери сахарозы. Сок перед II сатурацией нагревают до 85–92°C. Процесс ведут до достижения pH сока 9,25. Операция длится 10 мин, коэффициент использования сатурационного газа составляет 50%.

*Фильтрование сока.* Сок после I сатурации содержит 4–5% осадка. Такой сок направляют в отстойники, после которых 75–80% всего сока представляет собой жидкость, содержащую только легкую муть и практически лишённую осадка. После отстойников сок сразу же направляется на контрольное фильтрование. Вторую часть сока (20–25% общего его количества) – сгущенную суспензию, содержащую 18–20% осадка, направляют на вакуум-фильтры.

*Сульфитация сока.* Для снижения цветности и щелочности фильтрованный сок II сатурации обрабатывают диоксидом серы в оросительных или жидкостно-струйных сульфит-

таторах. Сульфитационный газ содержит 10–15% диоксида серы. При пропускании газа через диффузионный сок часть растворенного диоксида серы реагирует с водой, образуя сернистую кислоту, являющуюся хорошим восстановителем красящих веществ сока, и превращает их в бесцветные соединения. Кроме того, сернистая кислота и ее соли блокируют карбонильные группы редуцирующих соединений – моносахаридов и продуктов их распада, предотвращая образование красящих веществ в соке. Сернистая кислота снижает щелочность сока за счет перехода карбоната калия в нейтральный сульфит ( $K_2CO_3 + H_2SO_3 = K_2SO_3 + H_2O + CO_2$ ), что облегчает процесс кристаллизации сахарозы, снижая ее потери с мелассой. Оптимальное значение pH сульфитированного сока составляет 8,5–8,8.

Процесс очистки диффузионного сока обеспечивает удаление только 30–35% несахаров. При этом почти полностью удаляются белки, 40–45% безазотистых органических веществ и 10–12% минеральных веществ. Очищенный сок содержит (в %): сухих веществ – 12–14, из них сахарозы – 10–12, азотистых веществ – 0,5–0,7, безазотистых органических веществ – 0,4–0,5 и минеральных веществ – 0,5. Чистота сока составляет 86–92%.

*Сгущение сока выпариванием* ведут в два этапа: сначала его сгущают до содержания сухих веществ 65%, при этом сахароза еще не кристаллизуется. Затем после дополнительной очистки вязкий сироп сгущают до содержания сухих веществ 92,5–93,5%, после чего отделяют кристаллы сахарозы. Всего из очищенного сока выпаривают 110–115% воды к массе свеклы. Разделение процесса сгущения на два этапа вызвано тем, что на первом этапе при небольшой вязкости раствора процесс ведут в многокорпусных выпарных установках, что позволяет снизить удельный расход топлива примерно в 2,5 раза. Из выпарной установки выходит сироп с содержанием сухих веществ 65%. Его смешивают с клеровкой желтого сахара и сульфитируют до pH 7,8–8,2 при температуре 80–85°C, после чего подогревают до 90–95°C и фильтруют.

*Варка утфелей и получение кристаллического сахара.* Очищенный сироп содержит 55–60% сухих веществ, в том числе большую часть несахаров, которые не удалось выделить при очистке диффузионного сока. Чтобы выделить из сиропа практически чистую сахарозу, кристаллизацию проводят в кипящих пересыщенных растворах в вакуум-аппаратах при низкой температуре.

Продукт, полученный после уваривания, называем *утфелем*. Он содержит 7,5–8% воды, 92–92,5% сухих веществ и около 55% выкристаллизовавшегося сахара. Межкристалльная жидкость представляет собой вязкий раствор, содержащий несахара и насыщенный раствор сахарозы.

Для того чтобы при минимальных затратах топлива максимально извлечь сахар, содержащийся в сахарной свекле, кристаллизацию сахарозы ведут многократно. Рациональной является трехкристаллизационная схема продуктового отделения. По данной схеме сироп из сборника поступает в вакуум-аппарат и уваривается до тех пор, пока содержание сухих веществ не составит 92,5%. Готовый утфель I кристаллизации (утфель I) спускают в приемную утфелемешалку. Через утфелераспределитель он поступает в центрифуги. В процессе центрифугирования отделяют кристаллы сахарозы и два оттека. Так как поверхность кристаллов покрыта пленкой межкристалльной жидкости, здесь же, в центрифуге, кристаллы пробеливают артезианской водой с температурой 70–95°C. Расход воды составляет 3–3,5% к массе утфеля. Таким образом, первый оттек – это межкристалльный раствор утфеля, содержащий некоторое количество мелких кристаллов, а второй оттек получают при пробеливании кристаллов сахара. Сахар-песок с содержанием воды 0,8–1% выгружают из центрифуги на вибротранспортер и элеватором подают в сушильно-охладительную установку, затем высушивают горячим воздухом до содержания воды 0,14% (при бестарном хранении массовая доля воды в сахар-песке должна составлять 0,03–0,04%), а затем охлаждают. Когда сахар-песок проходит по ленточному транспортеру, из него удаляют ферропримеси с помощью магнитного сепаратора, а затем в сортировочной установке отделяют комки и выделяют три фракции по размеру кристаллов. Очистка воздуха от сахарной пыли ведется в циклонах. Далее сахар-песок поступает в бункер на хранение.

Оттеки, полученные при центрифугировании утфеля I, подают в сборники и направляют на уваривание утфеля II кристаллизации (утфель II) в вакуум-аппараты до содержания сухих веществ 93%.

Утфель II спускают в приемную утфелемешалку, добавляют небольшое количество горячей воды и направляют в центрифуги. При центрифугировании отбирают два оттека, отличающиеся чистотой. Пробеливание кристаллов ведут горячей водой (1% к массе утфеля). Оттеки направляют в вакуум-аппараты на уваривание утфеля III и доводят содержание сухих веществ в нем до 93,5–94%. Готовый утфель спускают через утфелемешалку в кристаллизационную установку, где происходит дополнительная кристаллизация сахарозы за счет охлаждения утфеля с 70–75 до 35–40°C. Затем утфель подогревают в утфелераспределителе до температуры 45–50°C и центрифугируют без пробеливания сахара водой. Полученный оттек – мелассу перекачивают насосом в емкость для хранения.

Сахар III кристаллизации для повышения чистоты направляют в аффинатор, смешивают с первым оттеком утфеля I, разбавленным очищенным соком до 74–76%-ного содержания сухих веществ, и получают аффинационный утфель (аффинация – растворение сахара III кристаллизации в разбавленном первом оттеке утфеля I до содержания сухих веществ 89–90%). Часть сахаров при этом переходит в раствор. Утфель центрифугируют, отделяемый сахар пробеливают водой, и все оттеки сливают в сборник. Полученный сахар вместе с сахаром II кристаллизации подают шнеком в клеровочный аппарат и растворяют (клеруют) в соке II сатурации до содержания сухих веществ 65–70%, после чего смешивают с сиропом из выпарной установки и подают на сульфитацию.

Утфель уваривают в периодически действующих вакуум-аппаратах в четыре этапа: получение пересыщенного раствора, заводка кристаллов сахара, наращивание кристаллов сахара, окончательное сгущение и спуск утфеля.

Чтобы предотвратить карамелизацию сахарозы, сироп сгущают выпариванием при остаточном давлении 0,020 МПа и температуре 70–72°C. По мере сгущения сиропа до содержания сухих веществ 80–82% температура его кипения при том же разрежении повышается до 74–76°C, а коэффициент пересыщения – до 1,25–1,3 (коэффициент пересыщения показывает, во сколько раз в данном сиропе растворено сахарозы больше, чем в насыщенном растворе при тех же условиях).

При таком коэффициенте пересыщения, когда раствор находится в неустойчивом состоянии, начинают заводку кристаллов, вводя тонкоизмельченную сахарную пудру, что вызывает немедленное образование новых кристаллов. Своевременные заводка кристаллов и прекращение их образования имеют важное значение. Как только в утфеле окажется достаточное количество кристаллов, их образование прекращают, снижая коэффициент пересыщения до 1,08–1,12 и вводя новые порции сиропа. Дальнейшее наращивание кристаллов ведут при остаточном давлении 0,02 МПа и температуре 76°C. Для того чтобы росли уже образовавшиеся кристаллы, но не образовывались новые, постоянно вводят сироп, подерживая при этом коэффициент пересыщения на уровне 1,12–1,15.

Когда кристаллы сахарозы достигнут необходимой величины, утфель доводят до максимально возможной концентрации сухих веществ – 92–92,5%. При этом его температура не должна превышать 70–73°C.

Содержание воды в выгружаемом из центрифуги сахаре-песке составляет 0,9–1,0%. Сахар-песок с температурой 55–60°C поступает в сушильно-охладительную установку, состоящую из двух наклонно вращающихся стальных барабанов, на внутренних стенках которых по винтовой линии закреплены лопатки. При вращении барабанов сахар-песок, пересыпаясь, одновременно передвигается вдоль барабана. Через первый сушильный барабан вентилятором просасывается горячий воздух с температурой 105–110°C, через второй – охлаждающий, очищенный холодный воздух. Охлажденный сахар-песок направляется на упаковывание.

*Переработка оттеков.* Полученные после центрифугирования и пробелки утфеля I оттеки являются насыщенными растворами сахарозы. Они используются для варки утфеля II.

Процесс уваривания также проводится в вакуум-аппарате. Цикл состоит из тех же основных периодов. Длительность всего цикла уваривания составляет 300–330 мин. На первой стадии уваривания оттеки сгущают до концентрации сухих веществ 84,0–85,5%, что соответствует коэффициенту пересыщения 1,30–1,35. Заводку кристаллов проводят при помощи сахарной пудры (60–80 г на 40 т утфеля). После наращивания кристаллов утфель окончательно сгущают до концентрации сухих веществ 93,0%.

Утфель II подают в центрифугу циклического действия в горячем состоянии сразу после спуска в утфелемешалку. Сахар пробеливают чистой горячей водой в количестве 1% к массе утфеля. При центрифугировании отбирают два оттека с разной чистотой.

Утфель III уваривают из второго и первого оттеков утфеля II, аффинационного оттека и раствора, полученного от промывки сит в центрифугах утфеля III. Цикл уваривания утфеля в вакуум-аппарате состоит из тех же операций, только продолжительность уваривания в связи с меньшей чистотой оттеков здесь в 1,5–2,5 раза больше, чем утфеля II. До заводки кристаллов утфель уваривают при температуре 68°C до содержания сухих веществ 83–85%, что соответствует коэффициенту пересыщения 1,35–1,4.

Перед самой заводкой кристаллов температуру утфеля повышают до 70–73°C. Сахарную пудру вводят в количестве 150–200 г на 40 т утфеля. Наращивание кристаллов проводят при коэффициенте пересыщения 1,15–1,25 путем подкачивания первого оттека утфеля II.

Конечная концентрация уваренного утфеля должна быть в пределах 94,5–96,0% сухих веществ. Из вакуум-выпарного аппарата утфель III поступает в приемную утфелемешалку и затем в кристаллизационную установку, состоящую из 6 утфелемешалок-кристаллизаторов. Утфель охлаждается холодной водой, движущейся навстречу утфелю внутри вала и пустотелых дисков утфелемешалок. За время кристаллизации температура утфеля снижается с 70–75 до 35–40°C. В течение всего процесса коэффициент пересыщения поддерживается в пределах 1,20–1,25 для того, чтобы росли только имеющиеся кристаллы и не образовывалась кристаллическая «мука».

Перед центрифугированием утфель нагревают до 45–50°C в утфелемешалке и центрифугируют в центрифугах периодического действия без пробеливания сахара водой с отбором одного оттека – мелассы. При этом на поверхности кристаллов сахара остается слой мелассы и чистота желтого сахара составляет 94–95%. Для повышения чистоты сахар подвергают аффинации, т. е. сахар III кристаллизации смешивают с разбавленным первым оттеком утфеля I до содержания сухих веществ 89–90% и перемешивают в утфелемешалке в течение 20 мин при температуре 65°C. В результате этого часть несугаров, содержащихся в пленке, покрывающей кристаллы сахара, перейдет в аффинирующий раствор и при центрифугировании утфеля будет получен более чистый сахар-аффинад (чистота составляет примерно 97%). Сахар-аффинад и сахар II кристаллизации растворяют (клеруют) очищенным соком II сатурации при температуре 80–85°C до содержания сухих веществ 65–70%, смешивают с сиропом из выпарной установки и подают на сульфитацию.

По органолептическим показателям сахар-песок должен соответствовать требованиям, указанным в табл. 11.

Таблица 11

#### Органолептические показатели сахара-песка

Показатель	Характеристика	Метод испытаний
Вкус	Сладкий, без посторонних привкуса и запаха как в сухом сахаре, так и в его водном растворе	По ГОСТ 12576
Сыпучесть	Сыпучий, без комков	По ГОСТ 12576
Цвет	Белый, с блеском	По ГОСТ 12576
Растворимость в воде	Полная. Раствор должен быть прозрачным, без каких-либо нерастворимых осадков, механических или других посторонних примесей	По ГОСТ 12576

**Физико-химические показатели сахара-песка**

Наименование показателя	Норма		Метод испытания
	для сахара-песка	для сахара-песка, предназначенного для промышленной переработки	
Массовая доля сахарозы (в пересчете на сухое вещество), %, не менее	99,75	99,55	По ГОСТ 12571
Массовая доля редуцирующих веществ (в пересчете на сухое вещество), %, не более	0,050	0,065	По ГОСТ 12575
Массовая доля золы (в пересчете на сухое вещество), %, не более	0,04	0,05	По ГОСТ 12574
Цветность, не более (условных единиц или единиц оптической плотности)	0,8 104	1,5 195	По ГОСТ 22572
Массовая доля воды, %, не более	0,14	0,15	По ГОСТ 12570
Массовая доля ферропримесей, %, не более	0,0003	0,0003	По ГОСТ 12573

По физико-химическим показателям сахар-песок должен соответствовать требованиям, указанным в табл. 12.

**19.2. Технология сахара-рафинада**

В свекловичном сахаре-песке содержится некоторое количество несхаров (красящих веществ, зольных элементов и т. д.), придающих ему желтоватый цвет, а также привкус и запах.

Основная цель сахарорафинадного производства – получение кристаллического продукта высокого качества с содержанием чистой сахарозы не менее 99,9% (ГОСТ 22).

Сахар-рафинад вырабатывают в виде сахара-песка и кускового сахара-рафинада: прессованного колотого, прессованного со свойствами литого, быстрорастворимого, в том числе «Дорожного» в мелкой упаковке, и литого колотого. Прессованный сахар-рафинад выпускают в виде отдельных кусочков, литой колотый – в виде кусков произвольной формы размером 40–70 мм. В настоящее время литой сахар-рафинад выпускают в очень ограниченном количестве из-за трудоемкости процесса.

По органолептическим показателям сахар-рафинад должен соответствовать следующим требованиям: цвет – белый (без пятен и посторонних примесей), допускается слегка голубоватый оттенок; вкус – сладкий без посторонних привкуса и запаха; раствор должен быть прозрачным.

Основной процесс рафинирования – отделение сахарозы от несхаров путем ее многократной кристаллизации и физико-химической (адсорбционной) очистки сиропов. При производстве сахара-рафинада различают две группы продуктов: рафинадную (2–3-я ступени) и продуктовую (3–4-я ступени). Сахар-рафинад получают только в первых двух или трех циклах, последующие циклы служат для обессахаривания оттеков и возвращения получаемого желтого сахара на адсорбционную очистку и кристаллизацию в рафинадных циклах. Таким образом в сахарорафинадном производстве применяют многократную кристаллизацию, и каждой кристаллизации предшествует механическая и адсорбционная очистка сиропов. При этом наблюдается цикличная повторяемость технологических операций, в результате которых сахароза сахарного песка превращается в сахар-рафинад, а несхары, удерживая некоторую часть сахарозы (0,6–0,9% к массе сахара-песка), концентрируются в рафинадной патоке.

Технологическая схема производства прессованного рафинада включает взвешивание и просеивание сахара-песка; приготовление рафинадного сиропа и клерса; удаление из сиропа механических примесей, адсорбционную очистку сиропа; сгущение сиропа до об-

разования кристаллов; кристаллизацию; центрифугирование и пробеливание кристаллов; получение рафинадной кашки; прессование рафинадной кашки; сушку и охлаждение брикетов; фасование и упаковывание сахара-рафинада; складирование и хранение.

Сахар-песок, поступающий в производство, взвешивают на автоматических весах, просеивают для удаления примесей (шпагата, мешочного ворса и т. д.) и подают на приготовление сиропа и клерса. Рафинадный сироп с концентрацией сухих веществ 73% готовят из обычного сахара-песка. Клерс – это продукт, получаемый из растворенного в воде сахара-песка повышенного качества, сухих отходов рафинадного производства и отбора из адсорберов рафинадной группы. Температура сиропов составляет 75°C, pH – не ниже 7,5. Сиропа обязательно фильтруют через гравий или фильтроперлит для удаления механических примесей и подвергают адсорбции для обесцвечивания и освобождения от минеральных примесей.

Для адсорбционной очистки сиропов применяют активированный гранулированный уголь. На сахарных заводах применяют периодический и непрерывный способы обесцвечивания. Адсорбер периодического действия представляет собой цилиндрический сосуд диаметром 0,8–1,2 м и высотой 8–10 м. Адсорбер заполняют гранулированным углем, сироп подают сверху. Температура подаваемого в адсорбер рафинадного сиропа составляет 80°C, продуктовых сиропов – 75°C. Очищенный сироп выходит из нижней части адсорбера и подвергается контрольному фильтрованию. При непрерывном способе сироп подают в нижнюю часть адсорбера, активированный уголь поступает сверху. Находясь во взвешенном состоянии, активированный уголь контактирует с сиропом. Обесцвеченный сироп, пройдя фильтрующее устройство, поступает на контрольное фильтрование. Уголь, заполняющий аппараты, через 10–15 суток работы полностью обновляется и подвергается регенерации.

В сахарной промышленности для обесцвечивания сиропов используют также ионообменные смолы – искусственно полученные органические вещества, способные к быстрому обмену своих ионов на другие одноименно заряженные ионы, находящиеся в сахарных сиропах. Причем температура сиропов, направляемых на обесцвечивание, не должна превышать 80°C, а pH должен быть на уровне 7,1–7,3. Очистку сиропа ионитом проводят в ионообменных установках, состоящих из реакторов и вспомогательного оборудования.

Обесцвеченные сиропы подают в вакуум-аппараты для сгущения. Варка утфеля из рафинадного сиропа ничем не отличается от варки утфеля в свеклосахарном производстве. Однако рафинадные утфели варят значительно быстрее свеклосахарных: в течение 70–85 мин – для рафинадных и 2–3 ч – для продуктовых, что обусловлено высокой чистотой увариваемых сиропов и более высокой их концентрацией (73% сухих веществ вместо 65%).

Особенностью получения рафинадного утфеля является введение при его уваривании ультрамарина (75 г на 10 т утфеля), который представляет собой минеральную краску интенсивно-синего цвета.

Утфели рафинадных кристаллизаций уваривают до содержания сухих веществ 91,5–92,0% при температуре 75°C. Утфели продуктовых кристаллизаций уваривают до следующего содержания сухих веществ (в %): I – до 91,0–91,5; II – до 90,5–91,0; III – до 90,0–91,0; IV – до 89,0–90,0.

Готовый утфель спускают в утфелемешалки-кристаллизаторы для дополнительной кристаллизации. По мере охлаждения и кристаллизации утфель густеет. Чтобы поддерживать его установленную плотность, утфель разжижают (раскачивают), добавляя очищенный сироп последующего продукта.

Для отделения кристаллов сахара утфель обрабатывают на центрифугах циклического или непрерывного действия. Широко применяют непрерывно действующие пульсирующие центрифуги, которые состоят из четырех горизонтальных барабанов, изготовленных из щелевидных сит, расположенных последовательно одно за другим вдоль оси центрифуги (I, II, III, IV) и вращающихся с частотой 800 об/мин. Диаметр барабанов увеличивается по мере продвижения сахара. Первый и третий барабаны совершают как вращательное, так и возвратно-поступательное движение.

Центрифуга заключена в горизонтальный кожух, где установлена перегородка для отделения первого оттока от второго. Сахар пробеливается клерсом, в который добавляют суспензию ультрамарина. После центрифугирования и пробелки получают полупродукт – рафинадную кашку, которая состоит из кристаллов, покрытых пленкой увлажняющего их клерса. Содержание воды в рафинадной кашке регулируется в зависимости от желаемой крепости рафинада и, обусловленное количеством остаточного клерса, может колебаться от 1,5 до 2,9%. При производстве прочного сахара в рафинадной кашке оставляют максимально возможное количество клерса, для того чтобы в дальнейшем после прессования в процессе сушки кристаллизуемая сахароза цементировала монокристаллы сахара.

Для получения прессованных брикетов рафинада одной окраски, требуемой массы и крепости рафинадная кашка должна иметь одинаковую кристаллическую структуру, температуру и влажность. Мелкие кристаллы удерживают излишнюю воду, крупные образуют неровную поверхность брикетов. Поэтому рафинадную кашку, поступающую от центрифугирования разных утфелей, смешивают на ленточном конвейере, установленном под центрифугами. Дальнейшее ее перемешивание происходит при транспортировании элеватором и просеивании в барабанном сите над лентой конвейера. Кашка, поступающая на прессование, должна иметь кристаллы размером 1,0–1,5 мм и более в количестве 30%; размером 0,5–1 мм – 60%; размером не более 0,5 мм – 10%. Температура кашки должна составлять 60–65°C, содержание воды – 2,4–2,6%.

Рафинадную кашку прессуют под давлением для формирования брикетов. В зависимости от физико-механических свойств рафинадной кашки и силы сдавливания, при которой происходит сближение кристаллов сахарозы, брикеты получаются разными по плотности и форме. После сушки и охлаждения брикеты раскалывают на кусочки сахара-рафинада правильной формы, определенной крепости и массы.

Кашку прессуют в прессе карусельного типа, в диске которого размещены четыре пресс-формы, состоящие из матрицы и пуансона. На прессе периодического действия осуществляется 28–32 прессования в минуту.

Сырой прессованный сахар-рафинад сушат в два периода, различающихся в основном скоростью процесса. Первый период характеризуется интенсивным удалением воды, второй – резким замедлением процесса сушки. Рафинадные бруски сушат обычно в туннельных противоточных конвективных сушилках.

Продолжительность сушки сахара-рафинада составляет 8–10 ч. Для сушки прочного прессованного сахара-рафинада (содержание воды выше 2,3%) применяют вакуум-сушилки. Общий цикл сушки брикетов под вакуумом составляет 5–6 ч.

#### *Контрольные вопросы*

1. Сколько сахара содержится в корнеплоде сахарной свеклы?
2. Из каких этапов состоит технологическая схема производства сахара-песка из сахарной свеклы?
3. Как очищают диффузионный сок?
4. Что представляет собой утфель? Как его получают?
5. Из каких этапов состоит технологическая схема производства сахара-рафинада?

## Лекция 20. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ КРАХМАЛА И КРАХМАЛОПРОДУКТОВ

- 20.1. Технология крахмала.
- 20.2. Технология крахмальной патоки.
- 20.3. Технология глюкозно-фруктозных сиропов.
- 20.4. Технология модифицированных крахмалов.

### 20.1. Технология крахмала

Современная крахмалопаточная промышленность – важная отрасль народного хозяйства. Перерабатывая картофель и кукурузу, крахмалопаточные предприятия выпускают сухой крахмал, глюкозу, различные виды крахмальных патонок, модифицированные крахмалы, декстрины, глюкозно-фруктозные сиропы и т. д. Ассортимент вырабатываемой продукции составляют десятки наименований. Крахмал и крахмалопродукты используют в различных отраслях пищевой промышленности (кондитерской, хлебопекарной, консервной, молочной, пищевого концентрата и др.).

*Технология получения сырого картофельного крахмала.* Технологическая схема получения сырого картофельного крахмала представлена на рис. 55.

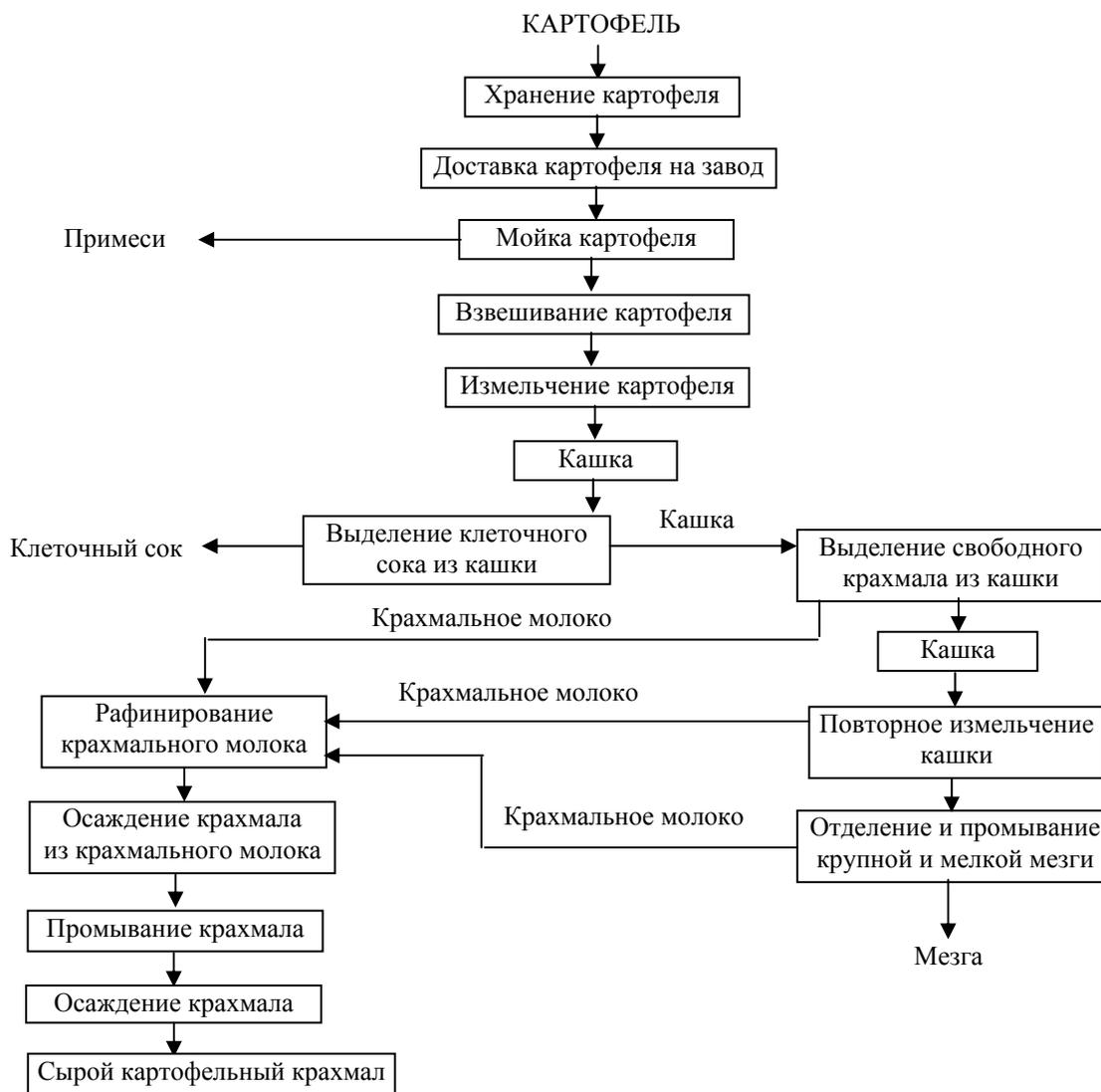


Рис. 55. Технологическая схема получения сырого картофельного крахмала

Сырьем для производства картофельного крахмала служит картофель. Химический состав клубней картофеля колеблется в довольно широких пределах и зависит от сорта картофеля, климатических, почвенных и других условий.

Картофель имеет следующий средний химический состав (в %): вода – 75, сухие вещества – 25, из них крахмал – 18,5, азотистые вещества – около 2, клетчатка – 1, минеральные вещества – 0,9, сахара – 0,8, жир – 0,2, прочие вещества (пектины, пентозаны и др.) – 1,6.

*Хранение картофеля.* Предприятия, перерабатывающие картофель, работают сезонно. До обработки картофель хранят в буртах при температуре 2–8°C. На хранение закладывают только здоровые клубни. При хранении картофель дышит. Хранить картофель свыше 5–7 месяцев нецелесообразно, так как это приводит к значительным потерям сухих веществ, в том числе крахмала.

*Доставка картофеля на завод.* Картофель подают на производство с помощью гидравлического транспортера (подачу осуществляют точно так же, как подачу сахарной свеклы в свеклосахарном производстве), при этом частично отделяют легкие примеси, песок и землю.

*Мойка и взвешивание картофеля.* Этому процессу придается очень большое значение, так как на последующих стадиях картофель не очищают от кожуры, а наличие в крахмале минеральных примесей недопустимо. Картофель моют в моечных машинах комбинированного типа, имеющих камеры с высоким уровнем воды, где отделяют солому и другие легкие примеси; камеры с низким уровнем воды, в которых хорошо оттирают землю; сухие камеры, в которых вода, не задерживаясь, стекает в грязевую канаву. Моечные машины снабжены ботво-, песко- и камнеловушками. Продолжительность процесса мойки составляет 10–14 мин, расход воды – 200–400% к массе картофеля.

Для учета массы переработанного картофеля производится взвешивание отмытых клубней на автоматических весах с откидным днищем.

*Измельчение картофеля на терочных машинах – получение кашки.* Крахмал содержится внутри клеток картофеля в виде крахмальных зерен. Чтобы извлечь его, необходимо разрушить клеточные стенки. Для этого картофель измельчают на терочных машинах, принцип работы которых состоит в истирании клубней поверхностью, набранной из пилок с мелкими зубьями. Измельчение проводят дважды.

*Выделение картофельного сока из кашки.* Полученная после измельчения картофельная кашка представляет смесь, состоящую из разорванных клеточных стенок, крахмальных зерен и картофельного сока. При получении крахмала важно скорейшее выделение из кашки сока при минимальном его разбавлении. Контакт крахмала с соком ухудшает его качество, вызывая потемнение в связи с окислением тирозина, снижает вязкость крахмального клейстера, способствует образованию пены, слизи и других нежелательных явлений. Картофельный сок выделяют из кашки на осадительных шнековых центрифугах. Сгущенную кашку (40% сухих веществ) получают при минимальных потерях крахмала с картофельным соком (0,1%).

*Выделение свободного крахмала из кашки, отделение и промывание мезги.* После отделения картофельного сока кашку направляют на ситовую станцию. Здесь на различных ситовых аппаратах от кашки отделяют и промывают крупную и мелкую мезгу, осаждают и промывают крахмал. Для отмыывания свободного крахмала кашку последовательно обрабатывают на барабанно-струйном и центробежно-лопастном ситовых аппаратах и направляют на повторное измельчение (перетир), после чего вновь промывают. После выделения мезги на ситовых аппаратах или гидроциклонах крахмальная суспензия содержит некоторое количество мелкой мезги (4–8%), водорастворимых веществ (0,1–0,5%) и сильно разбавленного картофельного сока. Поэтому ее подвергают рафинированию на центробежных ситах, гидроциклонах или дуговых ситах. Концентрация крахмальной суспензии, поступающей на рафинирование, должна составлять 12–14%, а концентрация рафинированной суспензии – 7–9%.

*Рафинирование крахмальной суспензии.* Рафинирование на центробежных ситах проводят в две ступени, после чего крахмальную суспензию подают на пеногасящее устройст-

во, а затем на песковые гидроциклоны для удаления песка. Полученную сгущенную суспензию подают в гидроциклоны для промывки крахмала, которую проводят в три ступени. Далее крахмал обезвоживают на вакуум-фильтрах и сушат.

Выход крахмала зависит от его содержания в сырье и потерь с мезгой и сточными водами. В среднем выход крахмала равен 15,7%, потери крахмала составляют 2,8%.

Сырой картофельный крахмал в зависимости от содержания в нем воды подразделяется на две марки: А (с содержанием воды 38–40%) и Б (с содержанием воды 50–52%). Крахмал каждой марки делится на три сорта. Крахмал I и II сортов должен иметь однородный белый цвет и запах, свойственный крахмалу. Наличие постороннего запаха не допускается. Крахмал III сорта может быть сероватым, без прожилок и вкраплений, в нем допускается слабокислый, но не затхлый запах. Показатели качества сырого картофельного крахмала приведены в табл. 13.

Таблица 13

Показатели качества сырого картофельного крахмала

Показатели	Марка А			Марка Б		
	I	II	III	I	II	III
Содержание воды, %, не более	40	40	40	52	52	52
Содержание золы общей в пересчете на сухие вещества крахмала, %, не более	0,35	0,55	0,75	0,35	0,55	0,75
Кислотность в пересчете на 100 г сухих веществ крахмала при индикаторе фенолфталеине, мл 1 н. раствора NaOH, не более	12	25	40	25	35	45
Содержание мезги (не крахмала) в пересчете на сухие вещества крахмала, %, не более	0,12	0,20	0,45	0,15	0,25	0,50

Из-за высокого содержания воды сырой картофельный крахмал не может долго храниться – он закисает. Поэтому его перерабатывают в сухой крахмал, бескислотные декстрины, модифицированные крахмалы, патоку, глюкозу и др.

*Использование побочных продуктов.* Важнейшими задачами, стоящими перед крахмалопаточной отраслью, являются комплексное и рациональное использование сухих веществ картофеля при выработке из него крахмала, снижение расхода свежей воды на технологические нужды и, как следствие, уменьшение количества сточных вод, загрязняющих окружающую среду.

Побочные продукты картофелекрахмального производства – это мезга и картофельный сок. Из 25% сухих веществ картофеля извлекается 15,7% крахмала, остальные 9,3% сухих веществ распределяются примерно поровну между мезгой и картофельным соком. Картофельный сок содержит 5–7% сухих веществ, в состав которых входит до 40% азотистых веществ, 20–25% растворимых углеводов, 9–12% минеральных веществ, 3–5% крахмала, около 3% жира. Азотистые вещества картофельного сока представлены на 50% белками, а также в соке содержится до 20 аминокислот, в том числе незаменимые (лизин). В состав золы входят оксид калия, соли фосфорной кислоты, кальция и магния. Обнаружены также железо, сера, хлор, цинк и другие элементы.

Сухие вещества мезги состоят из следующих компонентов (в %): крахмала – 45–50, клетчатки – 25–30, растворимых углеводов – 25–30, белков – 5, минеральных веществ – 5–6. С целью рационального использования наиболее перспективно перерабатывать картофельный сок и мезгу в углеводно-белковый гидролизат и белковый корм. Для этого смесь мезги и картофельного сока, содержащую 8–12% сухих веществ, разваривают при температуре выше 100°C, в результате чего около 30–40% белковых веществ сока коагулирует. Затем смесь охлаждают до температуры 62–64°C, вносят ферментный препарат и ведут осахаривание крахмала мезги в течение 2,5–3 ч. Образующиеся редуцирующие вещества переходят в жидкую фазу. Смесь фильтруют. Жидкую фазу направляют на уваривание. Процесс длится до тех пор, пока содержание сухих веществ не составит 50%. Полученный углеводно-белковый гидролизат представляет собой густую коричневую жид-

кость с приятным запахом. В его состав входят глюкоза, мальтоза, сахароза и ряд аминокислот. Гидролизат может быть использован в хлебопечении в качестве заменителя красного ржаного солода, при выпечке некоторых сортов хлеба, а также в качестве биостимулятора при выращивании кормовых дрожжей.

Осадок, полученный при фильтрации (белковый корм), направляют в сушилку, где он высушивается до 10%-ного содержания воды.

В настоящее время мезга в сыром и силосованном виде широко используется в качестве корма для животных. Она также может быть использована при комбинированном способе производства крахмала и спирта. Высушенная, размолотая и просеянная сквозь сито с размером ячеек  $0,1 \times 0,1$  мм мезга содержит 75–76% крахмала и может быть использована для выработки мальтозной патоки, декстринового клея и др.

*Технология получения сырого кукурузного крахмала.* Принципиальная технологическая схема производства сырого кукурузного крахмала приведена на рис. 56.



Рис. 56. Технологическая схема получения сырого кукурузного крахмала

Сырьем для производства крахмала служит зерно кукурузы. Содержание крахмала в нем составляет 70% к массе сухих веществ. Кроме крахмала в нем содержатся такие ценные в пищевом отношении вещества, как белок (10–13%) и жир (6,5%), для выделения которых применяются специальные методы и оборудование. Это позволяет выпускать важные для народного хозяйства страны дополнительные продукты – сухие концентрированные белковые корма, кукурузное масло и кукурузный экстракт.

*Замачивание кукурузного зерна.* Это важнейшая технологическая операция, от которой зависит выход конечного продукта. В эндосперме зерна крахмал прочно удерживается кукурузным белком – глютенном. Целью замачивания является размягчение зерна для ослабления и разрыва связей между белком и крахмалом, эндоспермом и зародышем и выведение из зерна в замочную воду большей части водорастворимых веществ, затрудняющих выделение и очистку крахмала.

Для замачивания зерна используют слабый раствор сернистой кислоты (концентрация  $SO_2$  в воде составляет 0,15–0,20%), чтобы исключить прораствание зерна и развитие микроорганизмов.

В процессе замачивания зерна (48–50 ч) происходят различные физико-химические и биохимические процессы. Зерно набухает. Под действием кислоты оболочки зерна становятся проницаемыми, что ускоряет переход водорастворимых веществ, сахаров, декстринов, аминокислот, частично белков, пектиновых и других веществ в замочную воду.

Для ускорения химических реакций и повышения скорости диффузии химических соединений замачивание ведут при повышенной температуре (48–50°C). К концу замачивания ферменты почти полностью инактивируются, а из микроорганизмов остаются только термофильные молочнокислые бактерии, сбраживающие сахара до молочной кислоты. Молочная кислота, в свою очередь, способствует размягчению зерна. Всего в замочную воду переходит около 6,5% сухих веществ зерна, из них примерно 70% (от общего содержания в зерне кукурузы) приходится на минеральные вещества, 42% – на растворимые углеводы и около 16% – на азотистые вещества. При этом зародыш теряет около 60% своей массы, эндосперм – около 13–14%. Процесс замачивания зерна ведут в батарее замочных чанов методом противотока, позволяющим полнее извлечь растворимые вещества из зерна и получить более концентрированный экстракт.

Кукурузное зерно после замачивания может содержать некоторое количество механических примесей, которые необходимо отделить. Для этой цели используют гидроциклоны.

*Дробление зерна.* Кукурузное зерно дробят так, чтобы отделить зародыш, не повредив его. Зародыш – ценная составная часть зерна с содержанием жира 55% от сухого вещества. Для того чтобы полнее выделить зародыш, зерно дробят на дисковых дробилках дважды. При первом дроблении освобождается 75–85% зародыша и 20–25% крахмала, при втором дроблении – 15–20% зародыша и еще 15–19% крахмала. После первого дробления кашку процеживают на дуговых ситах и направляют в гидроциклоны для выделения зародыша. Из гидроциклонов кашка поступает на второе дробление.

*Выделение и промывание зародыша.* Кашка, полученная после первого и второго дроблений, содержит зародыш, оболочки зерна, крахмал, глютен и водорастворимые вещества. Необходимо максимально извлечь зародыш из кашки вместе с суспензией крахмала, затем отделить его от суспензии ситованием и далее промыть на ситах для полного удаления свободного крахмала. Для выделения зародыша широко используют гидроциклонные установки. Под действием центробежной силы кашка разделяется на жидкую фракцию, содержащую зародыш и суспензию крахмала, и тяжелую фракцию, состоящую из частиц зерна, оболочек и частично суспензии крахмала. Жидкий сход с гидроциклонов направляют на сита отцеживания и промывания зародыша. Для этой цели используют ситовые аппараты различных конструкций.

*Помол кукурузной кашки.* Полученная после отделения зародыша кашка представляет собой смесь крупных частиц оболочек зерна, связанных с эндоспермом, дробленого чистого эндосперма, свободного крахмала и белка. Для полного высвобождения крахмала кашку подвергают тонкому измельчению, предварительно отцедив на дуговых ситах свободный крахмал, глютен и часть мелкой мезги. Полученное крахмальное молоко дважды пропускают через капроновые сита и направляют на рафинирование, а сходы – на измельчение.

Тонкий помол кукурузной кашки осуществляют на измельчающих машинах ударного действия. Кашка интенсивно измельчается и с большой скоростью отбрасывается на неподвижные отражательные пальцы. При этом происходит измельчение эндосперма. Затем продукт выходит из машины.

*Промывание суспензии.* На современных заводах проводят многократное промывание продукта по принципу противотока, что позволяет отмыть минимальным количеством жидкости наибольшее количество свободного крахмала. Отцеживание крупной мезги и ее трехкратное промывание проводят на дуговых ситах с отверстием диаметра 0,5–0,6 мм. Промытая крупная мезга не должна содержать свободного крахмала более 1,5%.

Мелкая мезга отделяется на капроновых ситах, четырехкратно промывается и поступает на механическое обезвоживание. Содержание свободного крахмала в ней не должно

превышать 4%. Крахмальное молоко поступает на двукратное рафинирование на дуговых ситах, оснащенных капроновой ситовой тканью.

*Выделение крахмала из крахмало-белковой суспензии.* Рафинированное крахмальное молоко содержит 11–14% сухих веществ, из которых 88–92% составляет крахмал, 6–10% – белок (глютен), 0,5–1,0% – жир, 2,5–5% – растворимые вещества, 0,1% – мелкая мезга, 0,2–0,4% – минеральные вещества; рН крахмального молока – 3,8–4,2.

Глютен содержится в молоке в виде взвешенных частиц размером 1–2 мкм. Плотность его значительно ниже плотности крахмальных зерен. На этом свойстве и основано их разделение. В настоящее время выделение крахмала из крахмало-белковой суспензии проводят на центробежных сепараторах. Основная рабочая часть сепаратора – ротор с пакетом конических тарелок и частотой вращения около 3000 об/мин. Зазор между тарелками составляет около 1 мм. Таким образом, разделение продукта идет в тонком слое. Крахмальные зерна, более тяжелые, чем глютен, прижимаются к внутренней поверхности каждой тарелки, сползают в периферийную зону ротора в виде концентрированного крахмального молока и выбрасываются через разгрузочные сопла (нижний сход). Более мелкие частицы глютена как бы всплывают в уплотненном крахмальном молоке, прижимаются к наружной поверхности каждой тарелки и под давлением новых порций поступающего в ротор продукта вытесняются к его центру, а уже оттуда по вертикальному каналу в виде суспензии низкой концентрации выводятся через сопла в верхней части ротора (верхний сход). Чтобы выделить весь глютен, обработку крахмального молока ведут на нескольких последовательно установленных сепараторах.

*Промывание крахмала.* Крахмальное молоко после отделения глютена еще содержит некоторое количество примесей. Поэтому крахмал дополнительно промывают на вакуум-фильтрах в две или три стадии. Промытый крахмал содержит (% на сухое вещество): 98,4–98,7 – чистого крахмала и 1,3–1,6 – примесей (белок, жир и пр.). Его используют для производства сухого крахмала, крахмальной патоки, кристаллической глюкозы, модифицированных крахмалов и декстрина.

На предприятии по производству сырого кукурузного крахмала выход крахмала составляет в зависимости от качества сырья, технической оснащенности завода и схемы производства от 60 до 66,6% от массы безводной кукурузы. Коэффициент извлечения крахмала колеблется от 86 до 93,5%.

*Получение и использование побочных продуктов из кукурузы. Зародыш.* В зерне кукурузы содержится 5–6% (от массы сухого вещества) жира. Почти весь жир сосредоточен в зародыше. Выход зародыша составляет 6–7% от массы безводной кукурузы.

Сырой зародыш сушат до содержания воды не более 2,0–2,5%, после чего измельчением на вальцовых станках получают мятку, которую подвергают первому прессованию на шнековых прессах. Выделенное масло поступает на рафинирование, а оставшийся после прессования жмых дробят, подогревают на жаровнях и вторичным прессованием дополнительно выделяют из него масло. Выход масла составляет 2,8–3,3% от массы безводной кукурузы.

*Кукурузный экстракт.* При замачивании зерна кукурузы получают кукурузный экстракт с содержанием сухих веществ 8–9%, затем его упаривают до содержания сухих веществ 35–40% и используют при производстве кормов, а также при производстве антибиотиков и для получения хлебопекарных прессованных дрожжей. Для этих целей его предварительно упаривают до 50%-ного содержания сухих веществ.

*Глютен.* При выделении крахмала из крахмало-белковой суспензии на тарелочных сепараторах в качестве жидкого схода получают белковую суспензию с содержанием сухих веществ около 1%. На специальном оборудовании полученную суспензию разделяют на частично сгущенный глютен и хорошо осветленную глютенную воду. Окончательное сгущение глютена (до 12% сухих веществ) ведут на центробежных сепараторах. Далее глютен механически обезвоживают на вакуум-фильтрах. После вакуум-фильтров содержание воды в глютене составляет 68–72%. Глютенную воду используют для различных технологических целей.

*Корма.* Для получения кормов используют жмых (остаток после извлечения из зародыша масла), крупную и мелкую мезгу, сечку (измельченное зерно), стержни початков кукурузы, глютен и экстракт. Мезгу и глютен предварительно механически обезвоживают до содержания сухих веществ в пределах 35–42%. Жидкий кукурузный экстракт сгущают до концентрации сухих веществ от 30 до 35%. При производстве кормов используют также фильтрационные осадки, которые получают при производстве патоки и глюкозы. Все компоненты смешивают в определенном соотношении, высушивают до 12%-ного содержания воды, просеивают, отделяют ферропримеси и отправляют на склад. Сухой кукурузный корм должен отвечать требованиям соответствующих нормативных документов и содержать 18–19% белка, 18–25% крахмала, 7–9% жира, 1–4% минеральных веществ.

## **20.2. Технология крахмальной патоки**

Крахмальная патока – это продукт неполного гидролиза крахмала разбавленными кислотами или амилолитическими ферментами. Патока представляет собой бесцветную или слегка желтоватую жидкость, очень вязкую, со сладким вкусом. Сладость ее в 3–4 раза ниже сладости сахарозы. В зависимости от степени гидролиза крахмала патока содержит различное количество глюкозы, мальтозы и декстринов. В этом заключается специфичность ее использования в качестве дополнительного сырья при получении отдельных видов пищевой продукции.

Патока используется в качестве антикристаллизатора при получении карамели, варке варенья, фруктовых сиропов, повидла, а также для загущения ликеров, подслащивания безалкогольных напитков и улучшения качества хлебобулочных изделий.

В зависимости от назначения крахмальную патоку вырабатывают в трех видах: карамельную (К), карамельную низкосахаренную (КН) и глюкозную высокосахаренную (ГВ). Карамельная патока выпускается двух сортов: высшего (КВ) и первого (К1). Особое место занимает мальтозная патока, содержащая не менее 65% редуцирующих веществ в пересчете на мальтозу. Патока классифицируется в зависимости от ее углеводного состава, который определяют по общему содержанию редуцирующих веществ. Условно выраженная в глюкозных единицах, эта величина отражает суммарное содержание всех сахаров в сухом веществе патоки. Содержание редуцирующих веществ, выраженное в процентах от сухого вещества, в карамельной патоке находится в пределах 38–44, в низкосахаренной – 30–34, в глюкозной – 44–60.

При повышенном содержании редуцирующих веществ патока теряет антикристаллизационные свойства. Поэтому глюкозная высокосахаренная патока применяется как сахаристое вещество при производстве варенья, фруктовых консервов, хлебобулочных изделий и т. д.

Технологическая схема получения патоки включает в себя следующие стадии производства: подготовка крахмала к гидролизу, гидролиз крахмала, нейтрализация гидролизатов, фильтрование сиропов, обесцвечивание фильтрованных сиропов адсорбентами, уваривание жидких сиропов до густых, уваривание густых сиропов до патоки, охлаждение патоки.

*Подготовка крахмала к гидролизу.* Сырье, поступающее на производство патоки, должно содержать минимальное количество примесей, так как они отрицательно влияют на ход технологического процесса и качество патоки. Обычно перерабатывается крахмал, поступающий с различных предприятий, поэтому его подвергают очистке по такой же технологической схеме, что и при выработке сухого крахмала.

*Гидролиз крахмала.* Первой технологической операцией производства патоки является гидролиз крахмала. Его проводят в присутствии катализатора кислотным, кислотнoferментативным или ферментативным способами. Процесс гидролиза включает стадии клейстеризации крахмала, разжижения крахмального клейстера и его осахаривание. Клейстеризация начинается с ослабления и разрыва связей между макромолекулами амилозы и амилопектина, нарушения структуры крахмальных зерен и образования гомогенной массы с высокой вязкостью. Под действием катализатора длинные цепочки молекул крахмала

разрываются. При этом образуются продукты с различной молекулярной массой, вязкость клейстера снижается – происходит его разжижение, идет дальнейший разрыв молекул крахмала вплоть до глюкозы.

*Кислотный гидролиз крахмала.* Кислотный гидролиз крахмала проводится в конверторах периодического действия или осахаривателях. Процесс осахаривания крахмала длится несколько минут. Контроль за процессом осуществляют по окраске отбираемых проб с йодом. Так как осахаривание крахмала в конверторе осуществляется периодическим способом, неизбежны колебания содержания редуцирующих веществ в патоке, повышенный расход пара и т. д. Для устранения этих недостатков и интенсификации производства гидролиз ведут в аппаратах непрерывного действия.

Получаемые гидролизаты имеют невысокое качество из-за присутствия в них продуктов реверсии и термического кислотного разложения углеводов, продуктов разрушения белковых примесей крахмала под действием кислоты и высокой температуры процесса, а также минеральных примесей, которые образуются при нейтрализации кислоты после гидролиза.

Достичь наиболее полного осахаривания крахмала кислотным гидролизом не удается. Поэтому для проведения гидролиза крахмала на любой его стадии целесообразно использовать ферменты. Благодаря направленности и специфичности действия ферментов можно вырабатывать патоку с различным составом углеводов. Гидролизаты имеют высокое качество, низкую цветность, так как ферментативный гидролиз идет при значительно более низких температурах и значениях рН, близких к нейтральным. Глюкозный эквивалент (ГЭ) может достигать 98%, что значительно повышает выход кристаллического продукта в производстве глюкозы.

*Кисотно-ферментативный гидролиз крахмала* проводят для устранения недостатков кислотного разжижения. Суспензию крахмала подкисляют соляной кислотой до рН 1,8–2,5 и подают в непрерывно действующий осахариватель, где нагревают до температуры 140°C в течение 5 мин, после чего кислоту нейтрализуют раствором кальцинированной соды до рН 6,0–6,5. Продукт практически мгновенно охлаждают в циклоне-испарителе до температуры 85°C и немедленно, во избежание ретроградации крахмала, добавляют раствор  $\alpha$ -амилазы. В качестве разжижающего вещества используют ферментный препарат амило-субтилин Г20х с оптимумом действия при температуре 85°C и рН 6,2–6,5. Гидролиз длится в течение 30 мин, после чего полученный гидролизат имеет 10–13% ГЭ и хорошие фильтрационные свойства. Осахаривание его проводят также с использованием ферментов.

В настоящее время в крахмалопаточной промышленности для осахаривания гидролизатов применяют порошкообразные ферментные препараты очищенной глюкоамилазы: глюконигрин Г20х – при производстве кристаллической глюкозы, глюкоаваморин Г20х – при производстве крахмальных паток и глюкозного концентрата. Осахаривание ведут при температуре 60°C и рН, оптимальном для действия фермента, до необходимого глюкозного эквивалента. Фермент инактивируют нагреванием продукта при 80°C в течение 20 мин.

*Ферментативный гидролиз крахмала.* При использовании ферментативного разжижения крахмала в 30–35%-ную суспензию крахмала вводят раствор кальцинированной соды до рН 6,0–6,5, раствор бактериальной  $\alpha$ -амилазы (ферментного препарата амилосубтилина Г10х) и ее стабилизаторов СаО или Са(ОН)<sub>2</sub>. Смесь подогревают острым паром до 85°C и выдерживают при этой температуре 1,5 ч, после чего подогревают до 140°C в течение 5 мин для улучшения фильтрационных свойств. Температуру разжиженного крахмала быстро снижают до 60°C и ведут осахаривание амилоглюкозидазой в условиях, оптимальных для ее действия, до достижения требуемого глюкозного эквивалента.

Кисотно-ферментативный и ферментативный гидролиз крахмала используют при производстве низкоосахаренной (с содержанием редуцирующих веществ не более 32% от массы сухого вещества), высокоосахаренной (63–67%), мальтозной и декстриномальтозной видов крахмальных паток.

*Нейтрализация гидролизатов.* Если гидролиз крахмала проводился с помощью кислоты, необходимо провести нейтрализацию гидролизатов. Цель нейтрализации – прекра-

щение гидролиза крахмала по достижении заданной степени осахаривания, перевод свободных минеральных кислот, недопустимых в пищевых продуктах, в безвредные соли и создание оптимальных условий для последующей очистки сиропов от примесей. Оптимальная величина рН сиропа обеспечивает устойчивость глюкозы, коагуляцию белков и наилучшие условия обесцвечивания сиропов углями. Нейтрализованный сироп не должен иметь рН ниже 4,5–4,9. Гидролизаты, осахаренные с помощью соляной кислоты, нейтрализуют только содой.

Поваренная соль, которая образуется в нейтрализованном сиропе в количестве 0,23–0,25% (от массы сухих веществ сиропа), не влияет на вкус патоки и не ухудшает ее качества.

Нейтрализацию проводят очень осторожно, интенсивно перемешивая, чтобы не допустить даже местного перещелачивания. В противном случае глюкоза разлагается с образованием окрашенных продуктов, а карбонат натрия легко вступает в реакцию с кислыми фосфатами, переводя их в средние, что ведет к потемнению и помутнению патоки при хранении.

Процесс ведут в специальных нейтрализаторах периодическим или непрерывным способом. Конструкция аппарата должна обеспечивать быстрое смешивание соды с кислотой и улавливание капель сиропа из отходящих паров.

*Подготовка сиропов к фильтрованию.* Промышленные гидролизаты паточного производства содержат 0,9–1,9% взвешенных частиц. Основную массу нерастворимых примесей составляет белок (0,3–1%), который под действием кислоты и высокой температуры полностью денатурируется и подвергается пептизации.

В процессе осахаривания кукурузного крахмала высвобождаются жир и жирные кислоты (0,2–0,4% от массы сухих веществ). Часть нерастворимых примесей составляет мезга, которая находится в крахмале. Все эти примеси удаляют фильтрованием гидролизатов. Чтобы облегчить процесс фильтрования, некоторую часть примесей предварительно выделяют путем отстаивания сиропов в специальных отстойниках-скиммерах или обработкой их на тарельчатых сепараторах с периодической или непрерывной выгрузкой осадка.

*Фильтрование сиропов.* Для более полного выделения взвесей гидролизат фильтруют. Осадки в основном состоят из скоагулированных хлопьев белка, легко сжимаемых и труднопроницаемых, поэтому для облегчения фильтрования к сиропу добавляют пористый наполнитель (перлит, диатомит). На большинстве предприятий гидролизаты фильтруют на вакуум-фильтрах или автоматических фильтр-прессах. Фильтрование проводят при температуре гидролизатов 75–80°C, при этом давление может достигать 0,3–0,5 МПа.

*Обесцвечивание фильтрованных сиропов адсорбентами.* После фильтрования паточные сиропы превращаются в прозрачные жидкости желтого цвета. Интенсивность их окраски зависит от чистоты перерабатываемого крахмала, способа проведения гидролиза и условий нейтрализации. К красящим веществам паточного сиропа относятся продукты гидролиза белков, разложения углеводов, а также продукты реакции меланоидинообразования и др. Наряду с красящими веществами в сиропе присутствуют кислые фосфаты, обуславливающие кислотность патоки, некоторые минеральные вещества, растворимые белки, органические кислоты и другие вещества.

Цель очистки паточного сиропа адсорбентами – полное его обесцвечивание, устранение запаха и удаление примесей. В качестве адсорбентов на паточных заводах применяют активированный уголь, который удаляет из раствора красящие и минеральные вещества, коллоидные и азотистые вещества, жир и жирные кислоты. После выделения взвешенных частиц гидролизаты однократно обрабатывают углем в специальных реакторах. Порошкообразный активированный уголь используют в виде водной суспензии 25%-ной концентрации. Ее вводят непосредственно в сироп, температура которого составляет 65–70°C, и постоянно перемешивают в течение 20–30 мин. После обработки адсорбент удаляют фильтрованием. Сиропы также обесцвечивают, пропуская их через слой угля, нанесенного на фильтрующую перегородку. Фильтрование ведут при давлении 0,5–0,8 МПа. Кроме того, сиропы можно очищать гранулированными углями в непрерывно действующих колон-

нах. Отработанный гранулированный уголь подвергают регенерации. Активированный уголь, применяемый в крахмалопаточной промышленности, должен иметь рН водной вытяжки в пределах 4–6. Применение щелочных углей значительно снижает эффект обесцвечивания, поэтому их предварительно обрабатывают кислотой.

*Уваривание жидких сиропов до густых.* Для получения густого сиропа с минимальной цветностью и для экономии расхода теплоты сгущение сиропа от жидкого (с концентрацией 35–40%) до густого (55–57%) осуществляют в многокорпусных выпарных аппаратах под разрежением. На паточных заводах работают вакуум-выпарные аппараты различных конструкций, но наибольшее распространение получили вертикальные выпарные аппараты, как правило, трехкорпусные. Перед первым корпусом сироп подогревают до 97°C. Температура кипения сиропа в этом корпусе составляет 100°C, соответственно во втором корпусе – 86°C, в третьем – 67,7°C.

*Уваривание густых сиропов до патоки.* Очищенный густой сироп с концентрацией сухих веществ 55–57% уваривают в вакуум-аппаратах до патоки с содержанием сухих веществ не менее 78%. Для получения патоки высокого качества процесс уваривания ведут при температуре не выше 60°C. Продолжительность процесса уваривания должна быть минимальной (50–55 мин).

*Охлаждение патоки.* Патока, выходящая из вакуум-аппарата, имеет температуру 60–70°C. Так как это вязкий продукт, то естественное охлаждение идет очень медленно при быстром нарастании цветности за счет образования красящих веществ. Чтобы избежать этого, стремятся быстро (в течение 40–80 мин) охладить ее до температуры 40–45°C. Для этой цели используют змеевиковый теплообменник. В центре теплообменника находятся циркуляционная труба и мешалка. Резервуар имеет коническое днище и крышку. Холодная вода поступает через воронки отдельно в каждый змеевик, а отработавшая вода отводится через общую воронку. Горячая патока, проходя между трубами змеевиков, охлаждается и самотеком выходит в сборник. Затем патоку фасуют и хранят.

### **20.3. Технология глюкозно-фруктозных сиропов**

Фруктоза, так же как и глюкоза, является моносахаридом. Это самый сладкий сахар, поэтому чем больше содержится фруктозы, тем слаще продукт при том же содержании сахара. Изамеризация глюкозы во фруктозу может происходить как при воздействии щелочи на холоде или при слабом нагревании раствора глюкозы, так и при воздействии фермента глюкоизомеразы. При этом применяют иммобилизованные (закрепленные на носителе) препараты фермента, пригодные к многократному использованию. Для получения глюкозно-фруктозного сиропа в качестве исходного сырья используют в основном кукурузный крахмал. Содержание примесей в нем должно быть минимально, а содержание белка не должно превышать 0,4%, в том числе растворимого – 0,05%.

Для получения глюкозно-фруктозного сиропа используют гидролизаты крахмала с высоким содержанием глюкозы (96%), полученные при ферментативном гидролизе крахмала. Для удаления растворимых примесей (зольных элементов, особенно ионов кальция, красящих веществ, протеина и др.) глюкозный сироп обрабатывают ионообменными смолами и активированным углем. Очищенный глюкозный сироп направляют на выпаривание до содержания сухих веществ 40–50%. При более высокой концентрации сиропа увеличивается его вязкость и падает скорость изамеризации. Иногда вместо выпаривания сироп стерилизуют при температуре 125°C в течение 2 мин, после чего охлаждают до температуры 60°C. В подготовленный субстрат добавляют ионы магния и кобальта для повышения активности фермента, а также бисульфит для предупреждения развития микрофлоры. Ферментный препарат (глюкоизомераза) дозируется по его глюкоизомеразной активности. В процессе изамеризации необходимо контролировать и поддерживать на заданном уровне величину рН субстрата. Изамеризация длится около 20–24 ч до 42%-ного содержания

фруктозы в гидролизате. Далее сироп отстаивают в течение нескольких часов и сливают так, чтобы осевший на дно фермент был покрыт слоем сиропа во избежание его контакта с воздухом. В реактор вновь подают свежий субстрат – и начинается новый цикл. Фермент используют 5–30 суток и выводят из производства.

Полученный сироп подкисляют соляной кислотой до достижения pH 4,5, очищают ионообменными смолами и обесцвечивают активированным углем. Затем его уваривают при температуре 60°C (при более высоких температурах фруктоза разлагается) в выпарных аппаратах пленочного типа до содержания сухих веществ в пределах 71–74%, охлаждают до температуры 30°C и хранят при температуре 25–30°C, так как при температуре ниже 25°C начинается кристаллизация глюкозы, а при температуре выше 30°C нарастает цветность сиропа из-за разложения моносахаридов.

Глюкозно-фруктозные сиропы находят широкое применение за рубежом при производстве детского и диетического питания, хлебобулочных изделий, безалкогольных напитков, мороженого, кремов, тортов, пирожных и т. д.

По своим свойствам такие сиропы близки к инвертному сахару. Из-за большого содержания моносахаридов, особенно фруктозы, использование сиропов позволяет получать кондитерские изделия повышенного качества: они долго остаются свежими и не засыхают. Хлебобулочные изделия, приготовленные на глюкозно-фруктозном сиропе, имеют лучшую окраску корки. Сироп с 90%-ным содержанием фруктозы позволяет получать пищевые продукты пониженной калорийности благодаря снижению содержания сахара в рецептуре изделий за счет очень сладкого вкуса сиропа. Глюкозно-фруктозные сиропы используют также при производстве джемов и консервов для усиления их фруктового аромата.

#### **20.4. Технология модифицированных крахмалов**

Для различных отраслей промышленности выпускают, кроме обычного сухого крахмала из картофеля и кукурузы, также крахмалы с измененными природными свойствами. Их называют модифицированными. Такие крахмалы получают за счет физических, химических и биохимических воздействий на исходный крахмал. По характеру изменений все модифицированные крахмалы условно делят на расщепленные крахмалы и замещенные крахмалы, а также сополимеры крахмала.

*Расщепленные крахмалы.* Группу так называемых расщепленных крахмалов называют еще жидкокипящими, так как клейстеры таких крахмалов имеют низкую вязкость. Крахмалы этой группы получают путем расщепления полисахаридных цепей кислотой, окислителями, амилазами, некоторыми солями, облучением  $\gamma$ -лучами и т. д. В результате указанных воздействий происходит хаотическое или направленное расщепление глюкозидных и других связей, уменьшается молекулярная масса, возникают внутренние и межмолекулярные связи, появляются новые карбонильные и карбоксильные группы. При этом может происходить частичное нарушение структуры зерен крахмала, но зернистая форма крахмала сохраняется.

Расщепленные крахмалы находят очень широкое применение. Так, кислотной обработкой получают растворимый крахмал, используемый для химических анализов. Крахмал, модифицированный кислотой, используется при проклейке бумаги для улучшения качества печати и увеличения ее прочности. В пищевой промышленности крахмал этого типа используют для приготовления жележных конфет, восточных сладостей и т. д.

*Окисленные крахмалы.* Их получают воздействием на крахмал перманганатов, перекисей, йодной кислоты, ее солей и других соединений. В результате происходит гидролитическое расщепление глюкозидных связей с образованием карбонильных групп, окисление спиртовых групп в карбонильные, а затем в карбоксильные. Крахмалы, окисленные йодной кислотой, имеют по две альдегидные группы в глюкозном остатке – их называют

диальдегидными. Такие крахмалы используют в бумажной промышленности, а при низкой степени окисления (до 2%) – в пищевой.

При окислении картофельного или кукурузного крахмала перманганатом калия в кислой среде получают крахмал, используемый в качестве желирующего компонента как заменитель агара или пектина. Такой крахмал применяют в производстве кондитерских изделий, мороженого, продуктов молочной и пищевых концентратной промышленности, а также в текстильном производстве.

При использовании в качестве окислителя бромата калия, перманганата калия и гипохлорита кальция получают крахмал с невысокой степенью окисления для использования в хлебопечении. Такой крахмал (в количестве 0,5% от массы муки) улучшает физические свойства теста, его газодерживающую способность, позволяет сократить время брожения опары. Качество хлеба при этом улучшается: увеличивается объемный выход, улучшается структура пористости мякиша, замедляется процесс очерствения хлеба. Окисленные крахмалы находят широкое применение в бумажной промышленности для проклейки бумаги; в прачечных – для подкрамаливания белья, в строительной промышленности – для производства изоляционных материалов. Для получения этих видов крахмалов следует ввести реагент в водную суспензию крахмала определенной плотности, причем температура, при которой идет реакция, должна быть значительно ниже температуры клейстеризации крахмала (28°C – при модификации крахмала кислотой; 40–43°C – при окислении перманганатом калия и т. д.). Время воздействия реагента меняется в широком диапазоне. Так, при кислотной обработке время воздействия составляет 19–20 суток, а при окислительном воздействии для различных окислителей – 15–40 мин. По окончании реакции суспензию нейтрализуют, разбавляют водой, отделяют жидкую фракцию. Отмытый крахмал обезвоживают и сушат при температуре 45°C.

*Набухающие крахмалы.* К группе набухающих крахмалов относят модифицированные крахмалы, полученные при влаготермической обработке, которая вызывает частичное или полное разрушение структуры зерен крахмала. Технология получения набухающих крахмалов состоит в следующем: в суспензию крахмала с концентрацией сухих веществ 40–42% вводят различные химические реагенты в зависимости от назначения получаемых крахмалов (алюмокалиевые квасцы, соли фосфорной кислоты, метилцеллюлозу и др.) и выдерживают в течение 15 мин при температуре 40–45°C, после чего подают на вальцовые сушилки для клейстеризации и высушивания. Крахмал сушат в тонком слое, пленку срезают ножом с барабана, измельчают, просеивают, после чего готовый крахмал фасуют. Набухающие крахмалы используют для стабилизации грунта при бурении, в литейном производстве и т. д. В пищевой промышленности их применяют для стабилизации воды кондитерских пен (в этом случае химические реагенты для получения набухающих крахмалов не используются), производства мороженого, пудингов быстрого приготовления, а также для получения безбелковых продуктов питания – хлеба, макарон, продуктов диетического назначения.

По своим свойствам к группе набухающих крахмалов относятся экструзионные крахмалы и крахмалопродукты, однако по методу обработки это крахмалы, полученные в условиях интенсивной влаготермической обработки при повышенных (до 35%) влажности, температуре (до 200°C) и значительном механическом воздействии. В результате зерна крахмала теряют свою первоначальную структуру и свойства, что позволяет получать новые виды продуктов. Экструзионные крахмалы получают на экструзионных установках. В процессе экструзии предварительно увлажненный материал подвергается сжатию, разогреву с клейстеризацией крахмала и последующему выдавливанию через сопла матрицы.

Экструдаты кукурузного крахмала применяют для производства продуктов из мяса, рыбы и т. д. Экструзионные крахмалопродукты широко используются и в технических целях.

*Замещенные крахмалы.* К группе замещенных крахмалов и сополимеров крахмала относятся крахмалы, свойства которых изменены в результате присоединения химических радикалов или совместной полимеризации с другими высокомолекулярными соединениями. К ним относятся простые и сложные эфиры, сополимеры крахмала.

Получение модифицированных крахмалов, таких как простые и сложные эфиры и сополимеры крахмала, основано на возможности реакционно-способных групп – концевых редуцирующих групп, спиртовых групп у второго, третьего и шестого углеродных атомов глюкозных остатков – вступать в реакции замещения с различными органическими и неорганическими соединениями.

*Фосфатные крахмалы.* В настоящее время получают два вида эфиров крахмала и солей фосфорной кислоты – монокрахмалофосфаты (одна гидроксильная группа глюкозного остатка этерифицирована одной из кислотных групп остатка фосфорной кислоты или ее солей) и дикрахмалофосфаты (произошло взаимодействие гидроксилы глюкозных остатков разных цепей с двумя кислотными группами фосфорной кислоты или ее солей).

Для производства фосфатного кукурузного крахмала (монокрахмалофосфата) сырой кукурузный крахмал после удаления избыточной воды смешивают с нужным количеством растворов одно- или двузамещенного фосфата натрия и карбамида (мочевина). Полученную смесь сушат в пневматической сушилке, просеивают и используют как фосфатный крахмал марки А. Свойства этого крахмала проявляются при тепловой обработке в процессе его использования.

Фосфатный крахмал марки Б получают путем термической обработки при перемешивании фосфатного крахмала марки А при температуре 130°C в течение 60 мин или при температуре 160–170°C в течение 30 мин, после чего продукт охлаждают, просеивают и направляют потребителю. Фосфатные крахмалы образуют клейстеры, стабильные к замораживанию, поэтому их используют при производстве продуктов, сохраняемых в замороженном виде. Фосфатный крахмал марки А используют при производстве мучных кондитерских изделий, крахмал марки Б – для приготовления майонезов, кремов, соусов, продуктов детского и диетического питания.

*Ацетилированный крахмал* (ацетат крахмала) представляет собой смесь продуктов, обладающих различными свойствами. Его получают путем обработки крахмала ледяной уксусной кислотой. Содержание ацетильных групп колеблется от 3 до 6% в зависимости от дозировки кислоты и времени обработки. Процесс ацетилирования комбинируют с введением в полисахаридные цепи поперечных связей. Такие крахмалы используют при производстве консервированных, замороженных, сухих продуктов питания, а также в сухих смесях кремов и начинок. Ацетилированные крахмалы применяют в текстильной промышленности и бумажном производстве.

*Сополимеры крахмала.* Эту разновидность модифицированных, или поперечно-связанных («сшитых»), крахмалов получают путем образования между двумя рядом стоящими полисахаридными цепочками поперечных связей. Свойства крахмалов резко меняются даже при введении незначительного количества радикалов: повышаются вязкость и стабильность клейстера, снижается растворимость, усиливается способность образовывать пленку и т. д.

Сополимеры получают путем обработки крахмала с помощью формальдегида, хлорокси фосфора, эпихлоргидрина или триметафосфата натрия (дикрахмалофосфат). После окончания реакции суспензию нейтрализуют кислотой, фильтруют, продукт промывают водой и сушат. «Сшитые» крахмалы используют в пищевой, бумажной, текстильной промышленности для повышения устойчивости полисахаридных цепей при тепловой или механической обработке.

#### *Контрольные вопросы*

1. Как получают сырой картофельный и кукурузный крахмалы?
2. Каков средний химический состав картофеля и кукурузы?
3. Какие виды патоки вы знаете?
4. Где используются модифицированные крахмалы?
5. В чем заключается преимущество глюкозно-фруктозного сиропа при производстве продуктов диетического назначения?

## Лекция 21. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ЖИРОВ

21.1. Масличное сырье.

21.2. Технология маргарина.

### 21.1. Масличное сырье

**Семена и плоды масличных растений.** Основным сырьем для производства растительных масел являются плоды и семена растений, которые относятся к группе масличных. Важнейшие масличные культуры – подсолнечник и хлопчатник. Большое внимание уделяется переработке семян сои, а также семян рапса новых сортов, при переработке которых получают пищевое масло и высокобелковый шрот. Другие масличные культуры (лен, клецвина, горчица и др.) перерабатывают в относительно небольших объемах. Перспективными источниками получения растительных масел являются маслосодержащие отходы пищевых производств – фруктовые косточки, а также отруби и зародыши, которые получают при производстве муки и крупы из зерна пшеницы, кукурузы, риса и других зерновых культур.

Масложировая промышленность Российской Федерации перерабатывает в основном масличное сырье, производимое в нашей стране.

**Подсолнечник.** Основной масличной культурой России является подсолнечник. Из него вырабатывают более 75% всех растительных масел, производимых в нашей стране. Подсолнечник принадлежит к ботаническому семейству астровых, цветки которого собраны в соцветие типа корзинки. Плод – семянка с деревянистой нераскрывающейся оболочкой. В нашей стране культивируется более 50 сортов подсолнечника. Лучшие сорта подсолнечника («Юбилейный-60», «Флагман», «Лидер», «Передовик») отличаются высокой урожайностью (до 3,5–3,7 т/га), высокой масличностью (до 52–56%) и пригодностью к механизированной уборке.

По составу жирных кислот в масле различают подсолнечник линолевого типа, в масле которого в преобладающем количестве содержится линолевая кислота, и подсолнечник олеинового типа, в масле которого преобладает олеиновая кислота. Масло этого типа подсолнечника (сорт «Первенец») полноценно заменяет импортируемое оливковое масло. Кондитерский тип подсолнечника (сорт «Кондитерский») отличается высоким содержанием белка и относительно легко отделяемой плодовой оболочкой. Особый тип подсолнечника – гибридный. Основная особенность гибридного подсолнечника – повышенная устойчивость к белой и серой гнили, которая повреждает семена других типов, снижает урожай семян, а также ухудшает пищевые достоинства масла. Второе достоинство гибридного подсолнечника – его пригодность к возделыванию по индустриальной технологии, которая обусловлена одновременностью созревания и выравненностью растений по высоте стебля и размерам соцветия. Химический состав семян подсолнечника сорта «Передовик» (в пересчете на нулевую влажность семян) приведен в табл. 14.

Таблица 14

Химический состав семян подсолнечника

Состав	Содержание, %	
	в семенах	в ядре
Липиды	52–56	64–68
Белки (N × 6,25)	14–16	16–19
Целлюлоза	13–14	1,7–2,1
Зола	2,9–3,1	3,0–3,2

Белки семян подсолнечника имеют высокую пищевую ценность. Их используют для обогащения хлебобулочных и кондитерских изделий, применяют в качестве белкового компонента в производстве комбикормов для сельскохозяйственных животных. Кондитерский тип подсолнечника используют для получения кондитерского изделия – поджаренных ядер подсолнечника.

*Хлопчатник* принадлежит к семейству мальвовых. Цветки хлопчатника собраны в соцветие типа извилины. Плод в форме коробочки при созревании растрескивается. В коробочке находится 20–40 семян, покрытых волокном. Химический состав хлопковых семян приведен в табл. 15.

Таблица 15

**Химический состав хлопковых семян**

Состав	Содержание, %	
	в семенах	в ядре
Липиды	20–24	38–39
Белки (N × 6,25)	25–29	34–37
Целлюлоза	18–19	1,2–2,4
Зола	4,1–4,3	3,9–5,2

Специфической особенностью семян хлопчатника является наличие в них высокотоксичного химического соединения – госсипола, который является нервным ядом для животных и человека. При переработке семян он переходит в масло и белок, поэтому следует обязательно удалять его из этих продуктов.

*Соя* относится к семейству бобовых. Цветки сои собраны в соцветие (кисть). Плод сои – боб содержит два или три семени. Соевые семена делят в зависимости от цвета оболочек на четыре типа: желтые, зеленые, коричневые и черные. Большинство сортов сои, возделываемых в России («Виза», «Лань», «Руно», «Фора») и за рубежом, относится к маньчжурскому подвиду. Соя – белково-масличная культура.

Урожайность современных сортов сои составляет 2,8–3,1 т/га. Содержание легкоусвояемых белков в ее семенах велико. Значительная часть соевых семян после обезжиривания используется для получения пищевых белков. В этом случае перед обезжириванием соевых семян отделяют их семенную оболочку, содержание которой составляет 5–10% от массы семян, а также зародыш. В семенах сои много антипитательных веществ – токсичных белков, лектинов, ингибиторов пищеварительных (протеолитических) ферментов и других нежелательных соединений. Поэтому при переработке семян сои необходимо включать технологические операции, инактивирующие эти соединения и повышающие таким образом пищевую и кормовую ценность получаемых из семян сои белковых продуктов.

*Лен* принадлежит к семейству льновых. Соцветие льна – кисть, плод – коробочка, содержащая от 1 до 10 семян. Различают масличный (кудряш) и прядильный (долгунец) лен.

Химический состав сои и льна приведен в табл. 16.

Таблица 16

**Химический состав сои и льна**

Состав	Содержание, %	
	Соя	Лен
Липиды	19–21	46–48
Белки (N × 6,25)	36–44	21–23
Целлюлоза	4,3–5,3	4,2–4,6
Зола	2,8–5,6	3,8–4,0

Урожайность семян льна сортов «Циан», «ВНИИМК-620», «ВНР ИМК-622» составляет 2–2,5 т/га. Специфической особенностью обработки семян льна является обезжирива-

ние их без предварительного отделения семенной оболочки, прочно сросшейся с ядром семян, а также наличие на поверхности семян слизей – веществ углеводной природы, осложняющих ведение процессов получения масла и его последующую переработку. В ядре семян льна содержится линамарин – соединение, при гидролизе которого образуется свободная синильная кислота. Поэтому семена льна следует перерабатывать при условиях, исключающих образование токсичной синильной кислоты в обезжиренных семенах льна, идущих на корм скоту. Льняное масло можно употреблять в пищевых целях, но главное его использование – техническое. В составе льняного масла много линоленовой кислоты. Высока химическая активность линоленовой кислоты: ее легкая окисляемость делает льняное масло незаменимым в производстве лаков и олиф.

*Клещевина* относится к семейству молочайных. Ее цветки собраны в соцветие (сложная кисть), плод – коробочка, содержащая три семени. Специфической особенностью семян клещевины является содержание в них нескольких токсичных соединений, важнейшими из которых являются токсичные белки – рицин, лектины, алкалоиды и др. Поэтому при переработке семян клещевины предусматривается специальная технологическая операция – обезвреживание обезжиренных семян влаготепловой обработкой после извлечения из них масла. Данная операция позволяет получить кормовой белковый продукт. Химический состав семян клещевины приведен в табл. 17.

Таблица 17

Химический состав семян клещевины

Состав	Содержание, %	
	в семенах	в ядре
Липиды	54–56	66–68
Белки (N × 6,25)	19–20	26–28
Целлюлоза	20–21	0,5–0,9
Зола	3,0–3,2	2,6–2,8

*Горчица* относится к семейству капустных. Цветки ее собраны в соцветие (кисть), плод – стручок. В России возделывают преимущественно сизую, или саретскую, горчицу сортов «Южанка-15» и «ВНИИМК-517». Урожайность семян составляет 2,0–2,3 т/га. Для масличных растений этого семейства характерно присутствие в семенах гликозинолатов (тиогликозидов), образующих при гидролизе горчичные эфирные масла, обуславливающие использование горчичного порошка в пищевой промышленности и медицине. Горчичное (жирное) масло употребляется в пищу, но в масле семян старых сортов отмечено высокое содержание жирной эруковой кислоты, нежелательной для пищевых продуктов. Поэтому селекция горчицы ориентируется на создание сортов, богатых эфирными маслами, а также с пониженным содержанием гликозинолатов в ее семенах и эруковой кислоты в масле.

*Рапс*, как и горчица, принадлежит к семейству капустных. Поэтому у них одинаковые по типу плоды и соцветия, а также много общего в химическом составе. Как и у горчицы, в семенах рапса присутствуют гликозинолаты, дающие при гидролизе эфирные масла, хотя содержание их существенно меньше, а также нелетучие токсичные соединения. Масло в семенах рапса по составу близко к маслу горчицы. Новые сорта рапса («Шпат», «Талант», «Ярвэлон», «ВНИИМК-214»), получившие название безэруковых из-за пониженного содержания в составе масла эруковой кислоты, отличаются высокой урожайностью (2,6–3,5 т/га) и высокой масличностью (до 46%). Низкое содержание гликозинолатов в семенах новых сортов (0,6–1,0%) позволяет использовать обезжиренные семена на корм скоту без дополнительной обработки, а при снижении содержания эруковой кислоты в масле до 0,1–0,5% можно отнести рапсовое масло к полноценным пищевым маслам. После создания селекционерами безэруковых и низкогликозинолатных сортов рапс по объему производства занял ведущее место в мире вместе с соей, оттеснив хлопчатник и подсолнечник.

*Арахис*, или земляной орех, относится к семейству бобовых. Плоды – нераскрывающиеся бобы, содержащие одно или два семени. Своеобразной биологической особенностью арахиса является то, что после опыления завязь цветка погружается в землю и плод развивается в земле. Белки семян арахиса легко усваиваются организмом человека, но в их состав, как и в белки сои, входят ингибиторы пищеварительных ферментов и другие антипитательные вещества, включая токсичные белки и лектины. Перспективными являются крупноплодные сорта арахиса «Краснодарец-14» и «Краснодарец-15». Масса 1000 шт. их плодов составляет 1400–1600 г. Урожайность бобов колеблется в пределах 1,8–2,2 т/га.

*Конопля* принадлежит к семейству коноплевых. Цветки ее собраны в густые колосовидные (женские) и метельчатые (мужские) соцветия. Плоды конопли – орешки раскрываются только при прорастании. Семя покрыто тонкой кожурой. Коноплю выращивают для получения масла (из семян) и волокна (из стеблей) для грубых тканей, а также для получения наркотических средств.

Химический состав семян горчицы, безэрукового рапса, арахиса и конопли приведен в табл. 18.

Таблица 18

**Химический состав семян горчицы, безэрукового рапса, арахиса и конопли**

Состав	Содержание, %			
	Горчица	Рапс	Арахис	Конопля
Липиды	41–48	44,0–46,2	40,2–60,7	30,2–38,3
Белки (N × 6,25)	20,5–29,7	25,0–26,3	20,0–27,2	17,6–25,0
Целлюлоза	8,2–9,1	4,6–6,2	3,2–4,9	13,8–26,9
Зола	4,8–5,5	3,7–5,4	3,3–4,6	2,5–6,8

*Кокосовая и масличная пальмы* принадлежат к семейству пальмовых. Это тропические неветвистые деревья высотой до 30 м. Плоды собраны в соцветия (кисть метельчатого типа). Плоды представляют собой костянки. У кокосовой пальмы диаметр плода (кокосового ореха) доходит до 300–400 мм, у масличной пальмы – до 40–60 мм. Экспортируемым масличным сырьем являются копра – высушенная маслосодержащая ткань (эндосперм) плодов кокосовой пальмы, а также пальмиста – ядра масличной пальмы. Химический состав копры и пальмисты приведен в табл. 19.

Таблица 19

**Химический состав копры и пальмисты**

Состав	Содержание, %	
	в копре	в пальмисте
Липиды	65–72	45,4–53,8
Белки (N × 6,25)	7,5–8,0	7,9–8,8
Целлюлоза	5–6	5,4–6,5
Зола	3–5	3,5–4,9

Урожай кокосовых орехов составляет 4–3 тыс. шт. плодов с 1 га или 1–3 т/га копры, урожай пальмисты – 1,2–2,2 т/га.

В последние годы особое значение приобретает проблема безвредности продуктов, получаемых при переработке масличных семян, для человека и животных. Поэтому в семенах масличных: рапса, кунжута, сафлора, рыжика, сурепицы, льна (масличного и долгунца), конопли – остаточное количество хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов, гексахлорана и ГХЦГ – суммы изомеров) не должно превышать максимально допустимых уровней.

Особые требования предъявляются к масличным семенам, применяемым в продуктах для детского питания. Так, в семенах подсолнечника, предназначенных для выработки про-

дуктов детского питания, остаточное количество пестицидов не должно превышать максимально допустимого уровня, а содержание тяжелых металлов – меди, ртути, свинца, а также афлатоксинов – предельно допустимой концентрации, утвержденной Минздравом России.

*Маслосодержащие отходы пищевых производств. Зародыши злаковых культур.* В качестве масличного сырья также используют зародыши, отделяемые в виде отрубей при получении из зерна муки и крупы. Липиды в семенах зерновых культур сосредоточены в зародыше, внешних тканях эндосперма и частично в оболочке. Выход зародышей при получении муки и крупы колеблется от 2% (при переработке пшеницы, ржи и проса) до 6–8% (при переработке риса и кукурузы). Химический состав отходов злаковых культур приведен в табл. 20.

Таблица 20

#### Химический состав отходов злаковых культур

Состав	Содержание, %				
	в зародышах			в отрубях	
	пшеничных	ржаных	кукурузных	рисовых	просяных
Липиды	5–12	8–12	12–26	8–18	10–24
Белки (N × 6,25)	25–39	27–34	12–16	10–14	17–20
Целлюлоза	1–2	4–7	15–18	8–16	7–10
Зола	3–5	4–5	3–5	5–15	6–10

*Фруктовые косточки.* Плодовые косточки – это отходы производства консервов. На маслодобывающие заводы поступают косточки абрикосов, слив, вишни, миндаля и др. Масло сосредоточено в ядре, покрытом прочной одревесневшей оболочкой. Химический состав ядер приведен в табл. 21.

Таблица 21

#### Химический состав ядра фруктовых косточек

Состав	Содержание в ядре косточки			
	абрикоса	сливы	вишни	миндаля
Липиды	35–45	30–60	30–39	42–53
Белки (N × 6,25)	24–26	23–24	21–22	21–34
Целлюлоза	5–6	6–7	5–16	4–6
Зола	3,0–4,1	1–4	1–2	2–4

Получают также растительные масла из семян кориандра, поступающих от эфиромасличных предприятий, после извлечения из них эфирного масла (содержание липидов – 20–26%), из семян томатов – отходов при производстве томатного сока и томата-пасты (26–28% липидов), из виноградных семян, поступающих от винодельческих и сокоэкстракционных производств (5–6%), а также из семян арбуза, табака, чая и др.

### 21.2. Технология маргарина

*Маргарин* представляет собой физико-химическую систему, в которой один из основных компонентов – вода (дисперсная фаза) распределен в другом – масле (дисперсионной среде) в виде мельчайших капелек, образуя эмульсию типа «вода в масле». В состав маргарина входят высококачественные пищевые жиры, молоко, соль, сахар, эмульгаторы, красители, ароматизаторы, витамины и другие компоненты. В жировую основу маргарина входят рафинированные дезодорированные растительные масла, животные жиры, пищевые саломасы, а также переэтерифицированные жиры. Для придания маргарину вкуса и аромата сливочного масла в него вводят молоко в натуральном или сквашенном виде.

С этой же целью вводят ароматизаторы, а для получения стойкой эмульсии «вода в масле» – эмульгаторы. Пищевые красители придают маргарину цвет сливочного масла, соль и сахар – полноту вкуса. Кроме того, присутствие соли повышает стойкость маргарина при хранении.

Технологическая схема получения маргарина включает такие основные операции, как приготовление эмульсии из предварительно подготовленного жирового сырья, молока, эмульгаторов и других нежировых компонентов, получение и фасование маргарина.

В основу получения маргарина входят процессы переохлаждения эмульсии «вода в масле» с одновременной механической обработкой. При приготовлении маргарина непрерывным способом компоненты рецептуры дозируют в основном весовым методом, хотя известны разные способы дозирования смешиваемых компонентов

Компоненты смешивают в вертикальном цилиндрическом смесителе, в котором происходит также предварительное эмульгирование. Грубая эмульсия из смесителя поступает затем в эмульсатор, где происходит диспергирование эмульсии до размера частиц с диаметром 6–15 мкм. После эмульсатора маргариновая эмульсия, пройдя через уравнильный бак, подается насосом высокого давления в переохладитель.

Температура эмульсии на выходе из третьего цилиндра составляет 12–13°C. Затем эмульсия поступает в кристаллизатор, где ей придаются необходимая кристаллическая структура, требуемая твердость, однородность и пластичность, необходимые для фасования маргарина. Температура маргарина при этом повышается до 16–20°C за счет теплоты кристаллизации. При охлаждении маргариновой эмульсии происходят сложные процессы кристаллизации и рекристаллизации триацилглицеринов – жировой основы маргарина, определяющих качественные показатели готовой продукции – консистенцию, пластичность и температуру плавления.

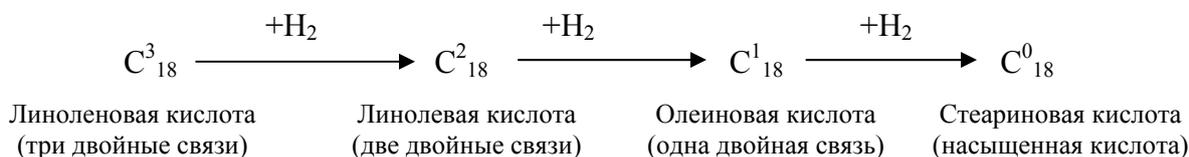
Качество готового маргарина должно соответствовать ГОСТ 240 «Маргарин. Технические условия». По физико-химическим показателям маргарин должен содержать не менее 82% жира. В настоящее время масложировая промышленность выпускает также маргарин с низким содержанием жира (70–60%). Содержание воды и летучих веществ в различных маргаринах составляет 16–17%. Температура плавления жира, выделенного из маргарина, колеблется в пределах 27–36°C в зависимости от назначения маргарина.

Кроме маргарина промышленность выпускает кондитерские и кулинарные жиры, а также жиры для пищевых концентратов, хлебобулочных изделий и майонезы.

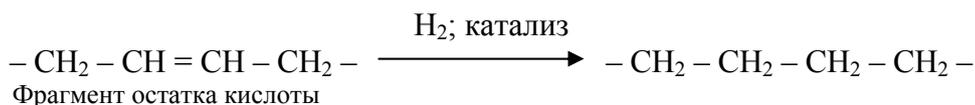
В отличие от маргарина кулинарные и кондитерские жиры, а также жиры для пищевых концентратов и хлебобулочных изделий практически не содержат воды. Физико-химические показатели кулинарных и кондитерских жиров должны соответствовать требованиям ОСТ 18–197.

*Получение гидрированных жиров.* Для производства таких продуктов, как маргарин, кондитерские и кулинарные жиры, мыла, стеарин, технологические смазки различного назначения, необходимы пластичные, высокоплавкие и твердые (при комнатной температуре) жиры. Они могут быть получены из жидких растительных масел путем гидрогенизации. Задача гидрогенизации масел и жиров – целенаправленное изменение жирнокислотного, а следовательно, и ацилглицеринового состава исходного жира в результате присоединения водорода в присутствии катализатора к ненасыщенным остаткам жирных кислот, входящим в состав ацилглицеринов подсолнечного, хлопкового, соевого, рапсового и других жидких масел.

Основная химическая реакция, протекающая при гидрогенизации, это присоединение водорода к двойным связям непредельных жирных кислот:



Гидрирование остатков полиненасыщенных жирных кислот, входящих в триацилглицерины, происходит ступенчато:



Селективность (избирательность) гидрирования объясняется большей скоростью гидрирования более ненасыщенных кислот (например, линолевой) по сравнению с менее ненасыщенной олеиновой. Одновременно с основной химической реакцией изменяется пространственная конфигурация остатков жирных кислот, входящих в состав ацилглицеринов (цистрансизомеризация):



Изменение пространственной конфигурации, появление трансизомеризованных кислот (в отдельных случаях до 40%) связано с особенностями механизма гидрирования линолевой кислоты – основного структурного компонента большинства природных растительных масел.

Гидрирование жиров проводят при участии катализаторов. Технологическая схема гидрогенизации масел и жиров представлена на рис. 57.

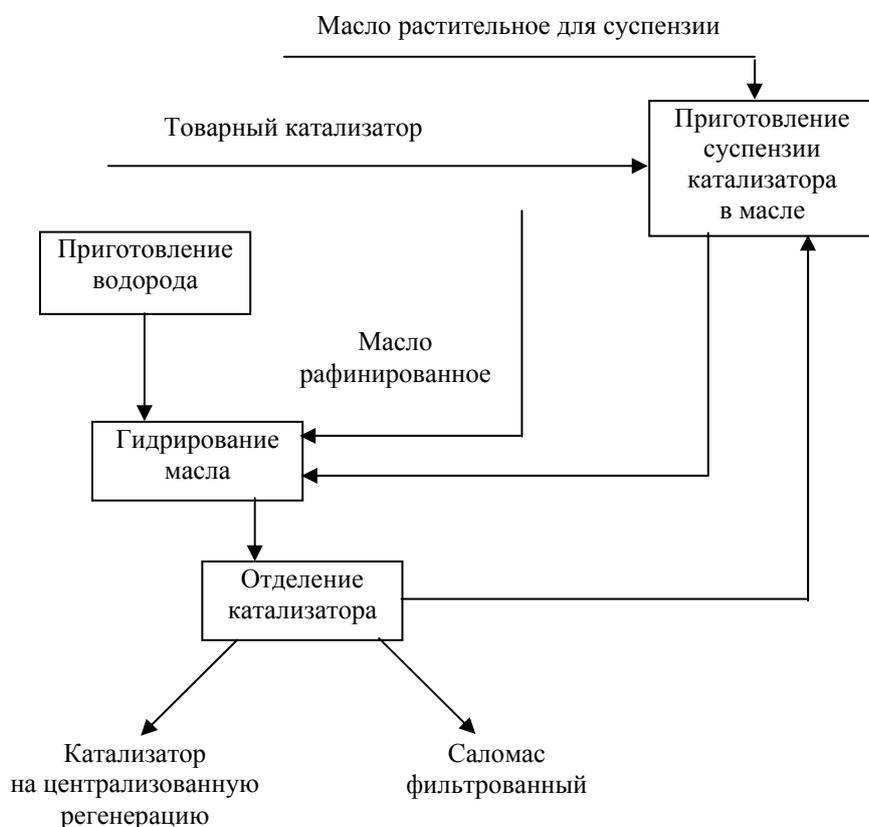


Рис. 57. Технологическая схема гидрогенизации масел и жиров

Наиболее распространенный метод получения водорода для гидрирования – электролитический, позволяющий получить наиболее чистый водород. Практически электролизу подвергают не воду, а слабые водные растворы щелочей и кислот в электролизерах. Хранят водород в газгольдерах. На гидрирование поступает тщательно отрафинированное масло, так как примеси способны снизить активность катализаторов. В промышленности в основном применяют непрерывный процесс гидрирования. Для непрерывного гидрирования масел применяют последовательно работающие реакторы с турбинными мешалками. Температура масла при гидрировании составляет 210–230°C (для пищевого саломаса) и 240–250°C (для технического саломаса). Количество катализатора колеблется от 0,5 до 2 кг (в пересчете на никель) на 1 т масла. Давление водорода в реакторе равно 0,5 МПа. Обычно колонные реакторы устанавливаются в батареи из двух-трех аппаратов.

Качественные показатели саломасов должны соответствовать ОСТ 18–262 «Саломас нерафинированный для маргариновой промышленности» и ОСТ 18–263 «Саломас технический».

#### *Контрольные вопросы*

1. Какие основные виды сырья применяют для производства масел и жиров?
2. Каковы особенности химического состава ацилглицеринов?
3. Какова пищевая ценность масел и жиров?
4. Назовите основные приемы подготовки масличного сырья к извлечению масла.
5. Какие существуют методы получения масел?
6. Какие методы рафинации масел вы знаете?
7. Как протекает процесс гидрогенизации масел и жиров?
8. Каковы особенности и основные этапы технологии получения маргариновой продукции?

## **Лекция 22. ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЮ ВИНОДЕЛИЯ И ПИВОБЕЗАЛКОГОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

- 22.1. Технология виноградных вин.
- 22.2. Технология пива.
- 22.3. Технология кваса.
- 22.4. Технология безалкогольных напитков.

### ***22.1. Технология виноградных вин***

Виноградное вино – это напиток, полученный в результате спиртового брожения виноградного сока. При получении виноградного вина не разрешается добавлять какие-либо вещества, кроме предусмотренных основными правилами производства виноградных вин и действующими стандартами. Поэтому натуральные виноградные вина имеют естественный химический состав, обладают диетическими и лечебными свойствами. По принятой в настоящее время классификации все вина делятся на два типа (табл. 22): тихие вина (первый тип) и вина, содержащие CO<sub>2</sub> (второй тип). Типы вин различаются по химическому составу, органолептическим свойствам и технологии получения.

Столовые вина представляют собой напитки, полученные в результате брожения свежего виноградного сока без добавления спирта. При производстве сухих столовых вин исходный сок сбраживается полностью (весь сахар используется дрожжами), «насухо», и в готовом вине сахар практически отсутствует. Полусладкие столовые вина получают в результате неполного сбраживания сока путем остановки брожения (охлаждением, оклей-

кой, пастеризацией) в момент, когда в бродящем сусле остается необходимое количество сахара (3–8%). Полусладкие столовые вина получают также путем купажа (смешивания) сухих виноматериалов и консервированного виноградного сусла. По цвету различают белые, розовые и красные столовые вина.

Таблица 22

### Классификация вин

Группа и тип вина	Спирт, об.%	Сахара, г на 100 см <sup>3</sup>
Тихие вина		
Столовые вина: сухие	9–14	до 0,3
полусухие	9–12	до 2,5
полусладкие	9–12	до 8,0
специального типа (Кахетинское, херес столовый, Эчмиадзинское)	10,5–16	до 0,3
Крепленые вина:		
крепкие специального типа (херес, портвейн, мадера, марсала)	17–20	1,5–12,0
Десертные вина (полусладкие, сладкие, ликерные)	12–17	5,0–35,0
Ароматизированные вина (крепкие, десертные)	16–18	6,0–16,0
Вина, содержащие CO <sub>2</sub>		
Шампанское «Советское» (брют, сухое, полусухое, полусладкое, сладкое)	10,5–12,5	0,3–10,0
Игристые вина (белые, розовые, красные, мускатные)	9,0–13,5	6,0–12,0
Газированные вина (шипучие)	9,0–12,0	3,0–8,0

Крепленые вина получают путем неполного сбраживания виноградного сока и остановки брожения добавлением ректификованного спирта.

Ароматизированные вина – это напитки, получаемые купажированием виноградных виноматериалов, ректификованного спирта, настоя ароматических трав, цветов и корней растений: полыни, мяты, кориандра, зубровки, липового цвета, березовых почек, шалфея, ванили, корицы и др. К группе ароматизированных вин относятся вермуты.

Вина, насыщенные диоксидом углерода, подразделяются на насыщенные CO<sub>2</sub> естественным путем при брожении в герметичных сосудах под давлением (игристые, шампанские) и искусственно насыщенные CO<sub>2</sub> способом сатурации (шипучие вина).

Вина выпускают сортовые и купажные. Сортовые вина получают в основном из одного сорта винограда (примеси других сортов не должны превышать 15%). Купажные вина готовят из нескольких сортов винограда.

В зависимости от качества виноградные вина делят на ординарные и марочные. Ординарными называются вина, выпускаемые без выдержки, но не ранее чем через 3 месяца после переработки винограда. Марочные вина – высококачественные, выдержанные в течение 1,5–4 лет (в зависимости от типа), выработанные из лучших сортов винограда в определенных винодельческих районах. Наилучшие по качеству – марочные вина, которые дополнительно выдерживаются в бутылках не менее 3 лет.

Для получения высококачественного виноградного вина используют зрелый, здоровый, свежий или завяленный виноград определенных сортов. Каждый сорт винограда обладает присущими только ему свойствами. Определенный сорт винограда используют для производства соответствующих вин. Так, для получения десертных вин используют сахаристые сорта винограда (Пино серый, Фурминт). Из мускатных сортов винограда изготавливают вина со специфичным сильным ароматом. Для получения столовых вин используют сорта Рислинг, Алиготе, Каберне, Саперави, Ркацителли и др.

Химический состав ягод винограда, оказывающий значительное влияние на качество получаемого вина, зависит от сорта винограда, почвенно-климатических условий его выращивания и агротехники возделывания.

На качество вина существенно влияет участие отдельных частей виноградной грозди в технологическом процессе. Гроздь винограда состоит из ягод и гребня. Сок винограда содержит 10–30% сахаров (глюкозы, фруктозы, сахарозы); 0,5–1,7% органических кислот (винной, яблочной и др.); 0,1–0,9% белковых веществ; 0,1–0,3% пектиновых веществ; 0,1–0,5% минеральных веществ; витамины С, В<sub>1</sub> В<sub>2</sub>, РР; ароматические вещества и др. Ягода винограда занимает 93–97% массы грозди и состоит из кожицы, мякоти и семян. В кожице, на которую приходится 9–11% массы виноградной ягоды, присутствуют такие соединения, как клетчатка, органические кислоты, но наибольшее значение имеют содержащиеся в ней красящие и дубильные вещества. Кроме того, клетки кожицы, соприкасающиеся с мякотью, включают ароматические вещества, обуславливающие специфичный аромат сока винограда. Мякоть, составляющая 85–90% массы ягоды, содержит основную часть важнейших химических веществ (сахара, кислоты, азотистые вещества, микро- и макроэлементы, эфирные масла и др.). В семена, на долю которых приходится около 3% массы виноградной ягоды, наряду с клетчаткой входят дубильные вещества, масло, ванилин и смолистые вещества.

Гребни, занимающие 3–7% массы грозди, содержат в основном дубильные вещества и влияют на качество вина, придавая ему терпкий вкус. При длительном контакте гребней с соком вино приобретает неприятный вкус.

Виноград собирают в период технической (промышленной) зрелости при достижении им необходимого для получения данного типа вина содержания сахаров и кислот. Для получения столовых вин виноград собирают при содержании в нем сахара 17–20% и кислотности 6–8 г/дм<sup>3</sup>, а для производства десертных вин содержание сахара в винограде должно составлять не менее 25%, кислотность – 5–7 г/дм<sup>3</sup>.

#### *Технология тихих вин. Столовые вина*

*Белые столовые вина* готовят по следующей технологической схеме: дробление винограда и отделение гребней, стекание и прессование мезги, осветление сока, брожение, снятие вина с осадка, обработка и выдержка вина.

Сок извлекается из мезги сначала на стекателях, на которых отделяют сусло-самотек, идущее на приготовление высококачественных белых столовых вин, а затем на прессах. Сусло-самотек получают на корзиночных, ротационных и ленточных стекателях. В настоящее время наиболее широко используются шнековые стекатели непрерывного действия, в которых сусло-самотек отделяется свободным стеканием через перфорированную поверхность приемного бункера, а затем частично осушенная мезга поступает в наклонный цилиндр с вращающимся шнеком, где происходят прессование мезги и получение сусла первого давления. Дальнейшее извлечение сока из мезги осуществляется на прессах периодического или непрерывного действия. Процесс прессования чередуется с перемешиванием мезги. Сусло, полученное прессованием, содержит большое количество взвешенных частиц и используется для приготовления крепленых вин. Полученное сусло должно быть освобождено от взвешенных частиц из обрывков кожицы и мякоти. Для этого сусло выдерживают в отстойных резервуарах в течение 20–24 ч. Одновременно для подавления жизнедеятельности микроорганизмов, находящихся в сусле, в него вводят SO<sub>2</sub> из расчета 75–120 мг/дм<sup>3</sup>. Во время отстаивания сусла происходит его осветление. Перед осветлением сусло может охлаждаться до температуры 10–12°C. В этом случае продолжительность отстаивания составляет 10–12 ч.

Затем осветленное сусло из отстойных резервуаров подается на брожение. Процесс брожения осуществляется периодическим или непрерывным способом. Для проведения брожения используют бочки, буты, железобетонные или металлические резервуары. При периодическом способе брожения сусло перекачивают в бродильную емкость, вводят разводку винных дрожжей в количестве 2% к объему сусла. Температуру бродящего сусла поддерживают на уровне 15–20°C. В первые несколько суток происходит размножение дрожжей, начинается медленное брожение. Затем наступает период брожения, характеризующийся бурным выделением диоксида углерода и продолжающийся в течение 8–10 су-

ток. Скорость брожения постепенно снижается, и начинается третий период брожения – дображивание (тихое брожение), которое длится 2–3 недели. В этот период  $\text{CO}_2$  образуется слабо, дрожжи постепенно оседают на дно, происходит осветление молодого вина. Наряду со спиртом и диоксидом углерода в процессе брожения образуются вторичные продукты спиртового брожения (глицерин, альдегиды, кислоты и др.), играющие важную роль в создании вкуса и аромата вина. На накопление вторичных продуктов брожения оказывают влияние состав сусла, раса дрожжей и условия брожения. По окончании брожения дрожжи удаляют, а молодое вино переливают в другую емкость. Затем молодое вино подвергают обработке и выдержке.

При непрерывном способе брожение проводят в бродильных установках, состоящих из бродильных резервуаров вместимостью 2000 дал каждый и пяти напорных баков. Бродильные резервуары соединены системой трубопроводов, обеспечивающей переток сбраживаемого сусла из резервуара в резервуар, заполнение и освобождение установки. Сбраживаемое сусло перетекает из резервуара в резервуар последовательно под давлением образующегося диоксида углерода.

При получении *красных столовых вин*, в отличие от белых, обеспечивают хороший контакт сусла с мезгой для более полного извлечения из нее красящих, дубильных и ароматических веществ. Получаемые вина отличаются интенсивной окраской, характерным вкусом и ароматом. Красные столовые вина готовят из красных сортов винограда с содержанием сахара не менее 17% и кислотностью 6–9 г/дм<sup>3</sup>. После дробления и отделения гребней мезга подается в накопительные резервуары, смешиваясь в потоке с  $\text{SO}_2$  (75–100 мг/дм<sup>3</sup>). Применяется несколько технологических схем переработки винограда для получения красных вин.

Сущность одной из технологий заключается в том, что полученную мезгу загружают в резервуары, в которых при температуре 28–32°C протекает брожение с плавающей или погруженной «шапкой». В процессе брожения под действием выделяющегося  $\text{CO}_2$  кожица винограда всплывает и уплотняется на поверхности бродящего сусла – образуется так называемая «шапка». С целью лучшего извлечения из нее красящих и дубильных веществ «шапку» периодически, 3–4 раза в сутки, перемешивают. При достижении молодым вином необходимой окраски и полноты его отделяют от мезги, а мезгу прессуют. Красные вина можно получать и путем предварительной тепловой обработки мезги при температуре 55–60°C до приобретения суслом требуемой окраски, после чего мезгу охлаждают и прессуют. Полученное красное сусло сбраживают как при производстве белых вин.

*Крепленые вина* готовят путем полного сбраживания виноградного сока из сортов, обладающих способностью к высокому накоплению сахара при созревании или к завяливанию и заизюмливанию при перезревании. Процесс брожения останавливают спиртованием, добавляя ректификованный спирт. При изготовлении десертных вин спиртование осуществляют на начальных стадиях брожения, когда в сусле остается еще довольно высокое количество сахаров. Введение повышенного количества спирта перед окончанием брожения приводит к получению крепкого вина. Введение спирта не только обуславливает требуемую крепость, но и способствует созданию необходимой устойчивости и характера готового вина. К крепленным винам относятся портвейн, мадера, херес, мускат, токай, кагор и др.

*Ароматизированные вина*. В нашей стране выпускают вермут крепкий (с содержанием 18 об.% спирта, 6–10% сахара) и десертный (с содержанием 16 об.% спирта, 16% сахара) трех видов: белый, розовый и красный.

Для получения ароматизированных вин используют виноматериалы со слабовыраженным ароматом. В качестве ароматических экстрактов используют отечественные или зарубежные настои из культурных и дикорастущих трав (от 20 до 40 видов). Это такие растения, как полынь, тмин, ромашка, мята, зверобой, кориандр, тысячелистник, корица, имбирь, гвоздика, валериана, зубровка, липовый цвет, березовые почки, аир, душица, мелисса, элеутерококк и др.

Молодое вино (виноматериал) еще не обладает свойствами, отличающими выдержанные, зрелые вина.

Для всех типов вин предусматривается комплексная обработка, включающая следующие операции: купаж, деметаллизацию, оклейку осветляющими веществами, обработку теплом и холодом, фильтрование и др.

При выдержке вин в бочках или бутях используют доливку и переливку вина. Вследствие испарения вина при хранении в бочке образующееся пространство заполняется воздухом, что отрицательно сказывается на качестве вина. Для того чтобы исключить доступ воздуха к вину, проводят доливку бочек и бутов вином того же сорта и возраста. Допускается использование более старого вина.

*Купаж* проводят для получения однородной партии с выравненными показателями по цвету, содержанию кислот, сахара и т. д. Смешивают виноматериалы одного и того же сорта и назначения.

*Деметаллизацию* проводят обработкой вин гексациано-(II)-ферратом калия ( $K_4[Fe(CN)_6]$ ), фитином, трилоном Б, которые, реагируя с нежелательными компонентами вина – тяжелыми металлами, образуют осадки и выводят их тем самым из вина. Это повышает стабильность и улучшает вкус вина.

*Оклейка вина* – введение органических (желатин, казеин, танин) или неорганических (диатомит, бентонитовые глины) сорбентов, вступающих во взаимодействие с коллоидами вина и образующих хлопьевидные скопления, которые при оседании увлекают за собой взвеси и вещества, способные образовывать муть и придавать вину посторонние привкусы и запахи.

*Охлаждение вин* ускоряет созревание и стабилизацию, так как при низких температурах снижается растворимость виннокислых солей, осаждаются дубильные и красящие вещества, белковые и пектиновые соединения, бактерии, споры грибов и мельчайшие взвешенные частицы.

*Тепловая обработка (60–65°C)* обуславливает повышение стойкости вина, ускоряет созревание, улучшает вкусовые свойства и придает специфические особенности некоторым типам вин.

*Фильтрованием* через различные материалы (диатомит, перлит) достигается освобождение вина от частиц, вызывающих образование мути, полное осветление (до прозрачности с блеском).

Для обработки вина применяют и другие способы воздействия на него. Выбор способа обработки определяется в зависимости от состояния и типа приготавливаемого вина.

*Получение вин, насыщенных диоксидом углерода.* К группе вин, насыщенных диоксидом углерода, относят «Советское шампанское», игристые и шипучие вина – шампанские вина. «Советское шампанское» – это вино, полученное из шампанских виноматериалов путем вторичного алкогольного брожения в герметичных сосудах под давлением. Шампанские вина отличаются приятным, тонким букетом, чистым, гармоничным, освежающим вкусом, имеют бледно-соломенную окраску с оттенком от зеленоватого до золотистого.

Процесс изготовления шампанского состоит из получения виноматериалов и проведения шампанзации. Шампанские виноматериалы готовят в основном по технологии белых столовых вин.

Процесс шампанзации состоит в естественном насыщении вина диоксидом углерода путем вторичного алкогольного брожения и воздействия на составные части вина ферментативных, химических и физико-химических процессов, развивающихся при выдержке шампанского. Существует три способа проведения процесса шампанзации: бутылочный, резервуарный (периодический) и непрерывный.

Производство шампанского бутылочным способом состоит из следующих операций: приготовления тиражной смеси, розлива тиражной смеси в бутылки (тираж), выдержки, переведения осадка на пробку (ремюаж), удаления осадка (дегортаж), введения экспедиционного ликера и укуповивания, выдержки и оформления бутылок.

Обеспечивая высокое качество шампанского, бутылочный способ имеет и серьезные недостатки: продолжительный процесс, большой объем ручных операций, требующих вы-

сокой квалификации, потребность в большом количестве производственных помещений с постоянной температурой и др.

Основным способом получения шампанского у нас в стране является непрерывная шампанизация в потоке, осуществляемая на линиях шампанских вин. Эта принципиально новая технология шампанизации позволяет с одновременным улучшением качества шампанского сократить длительность технологического цикла с 3 лет до 3 недель, в несколько раз снизить затраты высококвалифицированного ручного труда. Данный метод широко используется не только в нашей стране, но и за рубежом.

*Игристые вина.* Их получают путем вторичного алкогольного брожения сухих и крепленых виноматериалов в герметически закрытых сосудах по технологии, утвержденной для каждого наименования вина.

Игристые мускаты вырабатывают из ароматического винограда мускатных сортов без добавления сахарозы. Купаж получают смешиванием спиртованного виноматериала (мистеля) из этих сортов с шампанским виноматериалом. Процесс шампанизации проводят резервуарным периодическим методом при температуре не выше 18°C. Игристые мускаты содержат 11,5 об.% спирта и 9–12% сахара, хорошо пенятся, отличаются своеобразным ароматом и вкусом.

*Газированные шипучие вина.* Их получают искусственным насыщением диоксидом углерода осветленных вин, прошедших технологическую обработку. Введенный диоксид углерода только растворяется в вине и не вступает в физико-химическое взаимодействие с составными частями вина, что обуславливает быстрое, обильное выделение CO<sub>2</sub> при открывании бутылки. Вкус шипучих вин имеет остроту, свойственную газированным напиткам. Представителями шипучих вин являются «Гуниб», «Машук», «Салют» и др.

## 22.2. Технология пива

*Характеристика сырья для получения пива. Солод и несоложенное сырье.* Основным сырьем для производства пива является ячменный пивоваренный солод (светлый, темный и специальные сорта). Основные сортовые особенности пива (цвет, вкус, запах, аромат) во многом зависят от качества солода и соотношения его видов в рецептуре.

*Вода.* Качество воды, ее ионный состав оказывают большое влияние на формирование органолептических показателей пива. Технологическая вода должна отвечать всем требованиям, предъявляемым к питьевой воде. Вода считается оптимальной для производства пива, если отношение концентрации ионов кальция к общей щелочности воды (показатель щелочности) составляет не менее 1, а соотношение ионов кальция и магния колеблется в пределах 1 : 1–3 : 1. Жесткость воды и ее солевой состав регулируют, применяя различные способы водоподготовки.

*Хмель и хмелепродукты.* Хмель – традиционное и наиболее дорогостоящее сырье пивоваренного производства. Он придает пиву горький специфический вкус и аромат, способствует удалению из сусла некоторых белков, служит антисептиком, подавляя жизнедеятельность контаминирующей микрофлоры, повышает пеностойкость пива.

*Ферментные препараты* используют при применении более 20% несоложенного сырья в количестве от 0,001 до 0,075% к массе перерабатываемого сырья.

Амилолитические препараты применяют при затирании – при повышенном количестве несоложенного сырья и низком качестве исходного сусла. Они существенно повышают выход экстракта и улучшают качество сусла.

Протосубтилин Г10-х используют при повышенных количествах несоложенного сырья и для улучшения качества сусла из некачественных солодов, а также для ликвидации коллоидных помутнений в пиве. Цитолитические препараты повышают выход экстракта за счет гидролиза некрахмальных полисахаридов, в основном гемицеллюлозы. Одновременно повышаются качество сусла и стойкость пива.

Технология пива. Технологическая схема производства пива представлена на рис. 58.

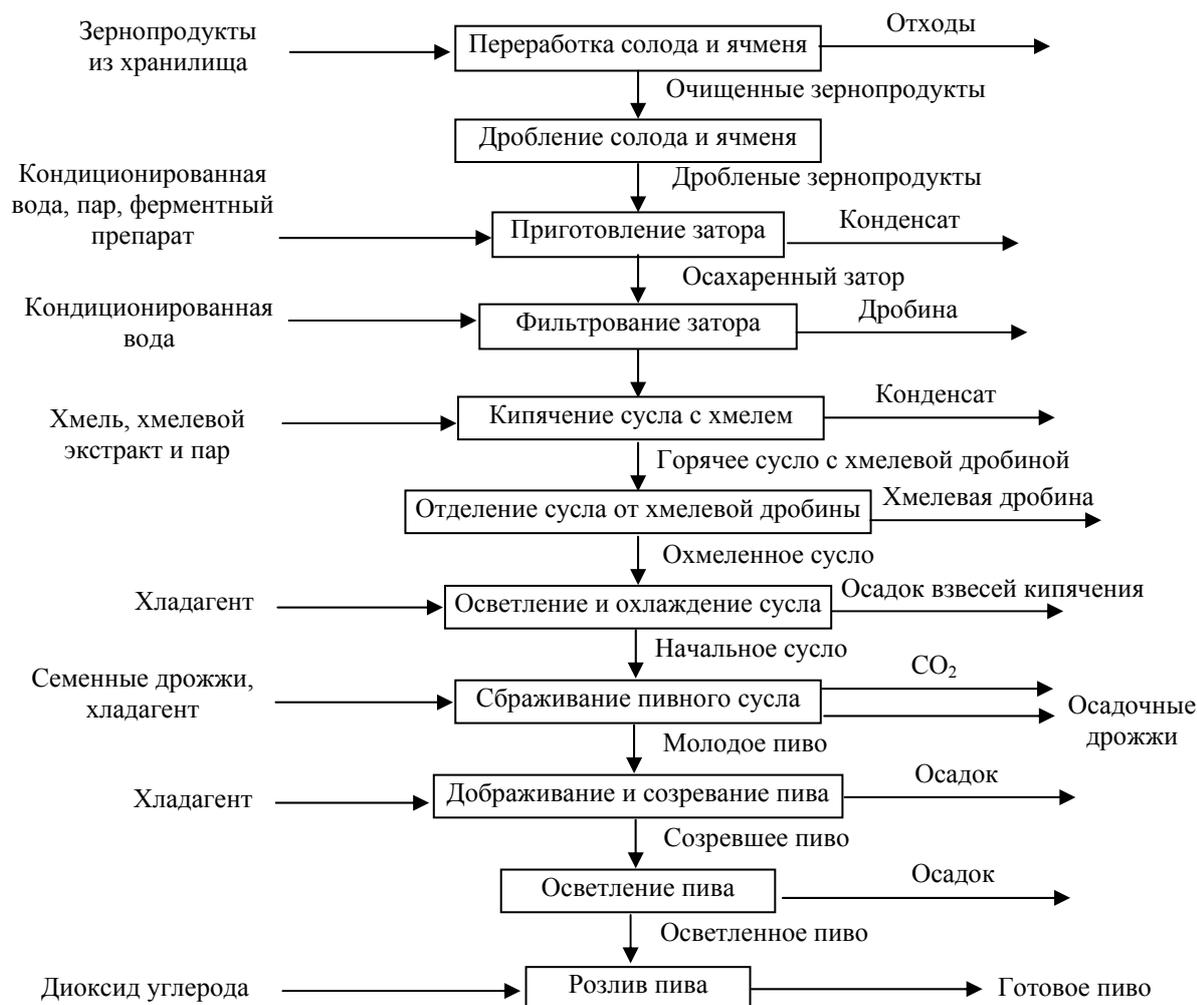


Рис. 58. Технологическая схема производства пива

Пиво – слабоалкогольный, жаждоутоляющий, игристый напиток с характерным хмелевым ароматом и приятным горьковатым привкусом. В пиве содержится, кроме воды, этилового спирта и диоксида углерода, значительное количество питательных и биологически активных веществ: белков, углеводов, микроэлементов и витаминов.

По цвету пиво делится на светлое и темное, а в зависимости от вида применяемых дрожжей – на пиво низового и верхового брожения. К пиву верхового брожения относится один сорт – пиво «Бархатное».

*Подработка и дробление солода и несоложенного сырья.* Основная цель дробления солода и несоложенного сырья – облегчение и ускорение физических и биохимических процессов растворения зерна для обеспечения максимального перехода экстрактивных веществ в сусло.

*Подработка зернопродуктов.* При хранении и транспортировании солод и несоложенное сырье загрязняются. Поэтому перед измельчением их очищают от посторонних включений. Для удаления пыли и остатков ростков солод пропускают через полировочную машину. Несоложенное сырье очищают от органической и минеральной примесей на воздушно-ситовом сепараторе и полировочной машине. Для удаления металлопримесей зернопродукты пропускают через электромагнитный сепаратор.

*Дробление солода.* Оптимальный состав помола должен обеспечить максимально возможный выход экстракта и достаточно высокую скорость фильтрования сусла, так как оболочка зерна служит хорошим фильтрующим материалом. Солод дробится в сухом или

частично увлажненном (мокрое) виде. Несоложенные зернопродукты (ячмень, пшеницу, рис и кукурузу) предварительно дробят.

*Затираание.* Цель затираания – экстрагирование растворимых веществ солода и несоложенного сырья и превращение под действием ферментов нерастворимых веществ в растворимые с последующим переводом их в раствор. Вещества, перешедшие в раствор, называют экстрактом.

Затираание включает три стадии: смешивание измельченных зернопродуктов с водой, нагревание и выдерживание полученной смеси при заданном температурном режиме. При этом количество одновременно обрабатываемых измельченных зернопродуктов называют засыпью, объем применяемой воды – наливом, а полученный продукт – затором.

Приготовление затора начинают со смешивания дробленых зернопродуктов с водой при температуре 37–40°C, которое осуществляется в заторном аппарате при включенной мешалке. Далее затираание ведут настойным или отварочным способом.

Настойный способ заключается в постепенном нагреве всего затора от 40 до 70°C со скоростью 1°C/мин и выдерживании при температуре 40, 52, 63, 70°C по 30 мин. Далее затор нагревают до 72°C и выдерживают до полного осахаривания по пробе на йод. Затем осахаренный затор подогревают до 76–77°C и направляют на фильтрование.

Сущность отварочного способа состоит в том, что отдельные части затора (отварки) кипятят, а затем смешивают с остальной частью затора, постепенно повышая его температуру до 75°C. При кипячении крахмальные зерна из крупных частиц дробленых зернопродуктов переходят в раствор, клейстеризуются и подвергаются действию ферментов.

Несоложенное сырье затирают в смеси с солодом или подрабатывают отдельно, а затем смешивают с солодом и готовят общий затор.

*Фильтрование затора.* Осахаренный затор представляет собой суспензию, состоящую из двух фаз: жидкой (пивное сусло) и твердой (пивная дробина). Цель фильтрования – отделение пивного сусла от дробины. Фильтрование затора подразделяется на две стадии: собственно фильтрование первого (основного) сусла и выщелачивание – вымывание экстракта, задерживаемого дробинной. Сусло и промывные воды должны быть прозрачными во избежание затруднения последующих технологических операций и ухудшения качества пива.

*Кипячение сусла с хмелем.* Отфильтрованное сусло и промывные воды собирают в суслотварочном аппарате и кипятят с хмелем. Цель кипячения – стерилизация сусла, стабилизация и ароматизация его состава горькими веществами хмеля. Поступающее в суслотварочный аппарат сусло должно иметь температуру 63–75°C, чтобы предохранить его от инфицирования и максимально продлить активность. Окончание кипячения сусла определяют по содержанию сухих веществ в нем, свертыванию белково-дубильных веществ, образованию хлопьев и прозрачности горячего сусла.

*Отделение сусла от хмелевой дробины.* После окончания кипячения охмеленное сусло поступает в хмелеотделитель. Хмелевая дробина задерживается на сите, сусло проходит сквозь него и центробежным насосом перекачивается в сборник для охлаждения и осветления. Затем хмелевую дробину промывают горячей водой для дополнительного выщелачивания экстрактивных веществ хмеля. Промывные воды присоединяются к суслу в суслотварочном аппарате.

*Охлаждение и осветление сусла.* Цель охлаждения и осветления сусла – понижение температуры до 6–16°C (в зависимости от способа брожения), насыщение его кислородом воздуха и осаждение взвешенных частиц. Для охлаждения сусла до температуры 60°C используют холодильные тарелки (тонкий слой сусла толщиной 150–250 мм), отстойный и гидроциклонный аппараты (высокий слой сусла). Сусло охлаждается до температуры 60°C в тонком слое в течение 2–6 ч, в высоком слое – до 2 ч. По достижении температуры 60°C сусло перекачивают на вторую ступень охлаждения в пластинчатые теплообменники. После охлаждения до 6–16°C сусло аэрируют воздухом непосредственно в трубопроводе или аппарате предварительного брожения. Начальная концентрация охлажденного пивного сусла, его кислотность и цветность должны соответствовать виду пива.

*Сбраживание пивного сусла и дображивание пива.* Основной процесс, в результате которого сусло превращается в пиво, – спиртовое брожение. При этом химический состав сусла существенно изменяется. Оно превращается во вкусный ароматный напиток. Сбраживание пивного сусла проходит в две стадии: главное брожение и дображивание. На первой стадии происходит интенсивное сбраживание сахаров сусла, в результате которого образуется молодое (мутное) пиво, имеющее своеобразный вкус и аромат и еще непригодное к употреблению. При дображивании оставшиеся сахара медленно сбраживаются, пиво приобретает характерные органолептические свойства, осветляется и насыщается оксидом углерода, т. е. происходит его созревание, и пиво превращается в товарный продукт.

Дрожжи, используемые для производства пива, должны иметь высокую бродильную активность, хорошо образовывать хлопья и осветлять пиво в процессе брожения, придавать пиву чистый вкус и приятный аромат. Кроме чистой культуры широко используют семенные дрожжи, представляющие собой дрожжи, которые осели в конце главного брожения.

Главное брожение проводят в открытых или закрытых бродильных аппаратах периодическим, полунепрерывным или непрерывным способами.

При периодическом брожении пивное сусло с температурой 5–7°C направляется в бродильный аппарат. Семенные дрожжи задают в количестве 0,4–0,5 л на 1 галлон сусла. Пивное сусло сбраживают в течение 7–11 суток в зависимости от концентрации начального сусла. На третьи сутки допускается повышение температуры до 8–10°C с последующим постепенным снижением до температуры 4–5°C. Видимая степень сбраживания молодого пива должна составлять 59,1–67,5%.

Полунепрерывное брожение проводят только в закрытых бродильных аппаратах, которые комплектуют в батареи, состоящие из разбраживателя и пяти бродильных аппаратов. Норма задачи дрожжей составляет 0,6–1 л на 1 галлон. Разбраживатель заполняют суслом с температурой 6–8°C, перемешивают в течение 30 мин и сбраживают 24 ч. Далее половину объема с содержанием видимого экстракта 8,4–8,6% перекачивают в первый бродильный аппарат. Затем оба аппарата доливают свежим суслом до полного объема. С интервалом в одни сутки заполняют все бродильные аппараты.

Пивное сусло сбраживают при избыточном давлении в течение 5–6 суток до содержания видимого экстракта 4,5–4%.

Дображивание пива ведут при температуре 0–2°C в закрытых аппаратах под давлением 0,03–0,06 МПа. При дображивании контролируют давление в аппарате, органолептические показатели и степень осветления пива. Продолжительность дображивания зависит от сорта пива и колеблется от 21 суток (для пива «Жигулевское») до 90 суток (для пива «Портер»).

*Осветление и розлив пива.* После дображивания и созревания пиво осветляют с помощью сепарирования или фильтрования для придания товарного вида и желаемой прозрачности. При этом из пива удаляют находящиеся во взвешенном состоянии дрожжевые клетки, белковые и полифенольные вещества, хмелевые смолы, соли тяжелых металлов и различные микроорганизмы. Лучшие результаты получают при фильтровании пива на кизельгуровых фильтрах. Для придания прозрачности, блеска, а также повышения стойкости при хранении пиво дополнительно фильтруют на фильтр-прессах с использованием специальных сортов картона. При фильтровании пиво теряет некоторую часть диоксида углерода, поэтому перед розливом его подвергают карбонизации путем продувки через пиво диоксида углерода. После карбонизации пиво выдерживают 6–8 ч в сборниках, а затем направляют на розлив. Пиво разливают в бутылки из различных материалов вместимостью 0,33, 0,5 и более литров на автоматических розливных линиях, на которых после мойки бутылок последовательно осуществляют операции розлива пива, этикетирования, бракеража, укладки в ящики или контейнеры.

### 22.3. Технология кваса

Квас – напиток темно-коричневого цвета с приятным ароматом ржаного хлеба и кисло-сладким вкусом. Квас получают путем комбинированного незавершенного спиртового и молочнокислого брожения и последующего купаживания с сахарным сиропом.

Технологическая схема получения хлебного кваса приведена на рис. 59.

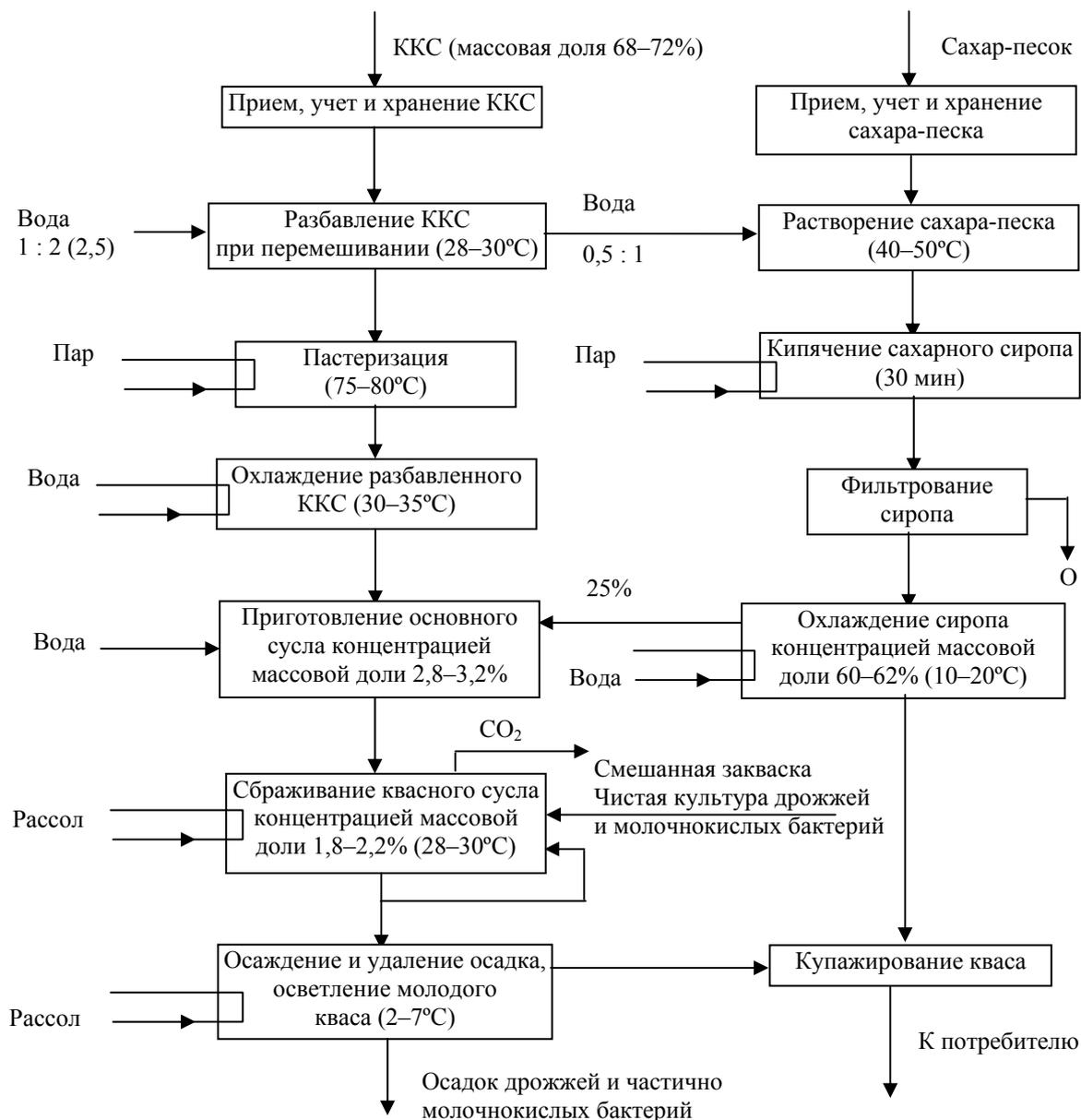


Рис. 59. Технологическая схема получения хлебного кваса из концентрата квасного сула (ККС)

Концентрат пивного сула разводят водой в аппарате предварительного разбавления, который оборудован мешалкой и паровой рубашкой. Полученный раствор пастеризуют с целью повышения стойкости и микробиологической чистоты кваса. Разбавленный концентрат пивного сула пастеризуют в потоке в пластинчатых пастеризационно-охлаждающих установках. Затем раствор его разбавляют холодной питьевой водой до содержания сухих веществ 1,6–2% и перемешивают, после чего готовят основное квасное суло концентрацией 2,8–3,2%. Для этого к раствору добавляют расчетное количество сахарного сиропа (25% от общего количества). Далее квасное суло перемешивают и направляют на анализ в лабораторию. После проверки суло поступает на брожение. Далее в сбраживае-

мое сусло вносят дрожжи и молочнокислые бактерии, содержание сухих веществ доводят до 1,8–2,2%, а кислотность – не ниже  $2 \text{ см}^3$  1 н раствора щелочи на  $100 \text{ см}^3$  кваса.

Из сброженного и охлажденного до температуры 2–7°C квасного сусла путем осаждения удаляют образовавшийся плотный осадок из дрожжей и частично молочнокислых бактерий. Для купаживания хлебного кваса в сброженное сусло вводят остаток расчетного количества белого сахарного сиропа (75%), в котором содержание сухих веществ составляет 60–65%, и перемешивают.

#### 22.4. Технология производства безалкогольных напитков

*Ассортимент напитков.* В нашей стране производятся газированная вода, искусственные минерализованные и природные минеральные воды, газированные фруктовые воды, витаминизированные и тонизирующие напитки, сухие шипучие и нешипучие напитки.

Газированная вода – это питьевая вода, которая в охлажденном состоянии под давлением насыщена диоксидом углерода до содержания  $\text{CO}_2$  0,4–0,5% к массе воды.

К минеральным водам относят природные воды, не оказывающие или оказывающие на организм человека лечебное действие. К природным столовым водам относят воды, минерализация которых не превышает  $1 \text{ г/дм}^3$  и в состав которых не входят микрокомпоненты, оказывающие на человека лечебное действие.

К лечебно-столовым водам согласно ГОСТ 13273 относят природные минеральные воды с общей минерализацией 1–10  $\text{г/дм}^3$ , а также воды с минерализацией менее  $1 \text{ г/дм}^3$ .

Газированные фруктовые воды представлены двумя группами напитков: общего назначения и для больных диабетом.

Напитки общего назначения – это водные растворы купажных смесей, насыщенные диоксидом углерода до массовой доли 0,4% и состоящие из сахарного сиропа, фруктово-ягодных соков и морсов, натуральных экстрактов и концентрированных соков из плодов и ягод, экстрактов и спиртовых настоев цитрусовых, пряно-ароматического и другого сырья, пищевых кислот и красителей. В напитках, предназначенных для диабетиков, сахара заменяют ксилитом, сорбитом или сахарином.

В последнее время большое значение уделяют тонизирующим и витаминизированным напиткам. Тонизирующими свойствами, т. е. способностью активизировать жизнедеятельность организма, восстанавливать силы и повышать трудоспособность, обладают некоторые растения (леuzeя сафлоровидная, аралия маньчжурская, элеутерококк, женьшень, чай и др.). На их основе созданы напитки «Женьшеневый», «Саяны», «Бахмаро» и др.

Различают две группы безалкогольных витаминизированных напитков. В первую входят газированные напитки с содержанием витамина С в пределах 150–160  $\text{мг/дм}^3$ . Вторая группа безалкогольных газированных напитков предназначена для школьников и больных, которые проходят курс лечения в профилакториях и больницах. Эти напитки обогащены витамином С (150–160  $\text{мг/дм}^3$ ), а также витаминами группы В. Содержание их в напитке составляет ( $\text{мг/дм}^3$ ):  $V_1$  – 1–1,2;  $V_2$  – 0,6–1;  $V_6$  – 1,5–2,5. При употреблении 200  $\text{см}^3$  напитка в день человек восполняет 1/2 суточной потребности витамина С и около 1/5 – витаминов группы В. Рецептурой допускается и иной витаминный состав напитков.

Сухие напитки выпускают шипучих («Освежающий» и др.) и нешипучих («Вишневый», «Черносмородиновый» и др.) видов. Первые состоят из смеси сахара, виннокаменной кислоты, пищевых эссенций, плодово-ягодных экстрактов, а также гидрокарбоната натрия. Вторые не содержат пищевую соду, и при растворении сухой части в воде газ не выделяется. В промышленности освоен выпуск почти 20 сухих напитков в виде таблеток и порошка. Состав сухих напитков после растворения в 200  $\text{см}^3$  воды идентичен по содержанию сухих веществ и кислотности составу газированных.

*Добыча и розлив минеральных вод.* Промышленное производство природных минеральных вод включает каптирование (водозабор), транспортирование, хранение, техноло-

гическую обработку воды, подготовку стеклянной тары и розлив воды в бутылки. Всего разработано пять технологических схем обработки природной минеральной воды в зависимости от ее группы и типа, т. е. в зависимости от ее химического состава, насыщения газом, места расположения источника, которое предопределяет тип воды. Особое значение придается диоксиду углерода, стабилизирующему состав воды.

**Приготовление газированных напитков.** Технологическая схема приготовления газированных безалкогольных напитков из полуфабрикатов и концентратов напитков приведена на рис. 60.

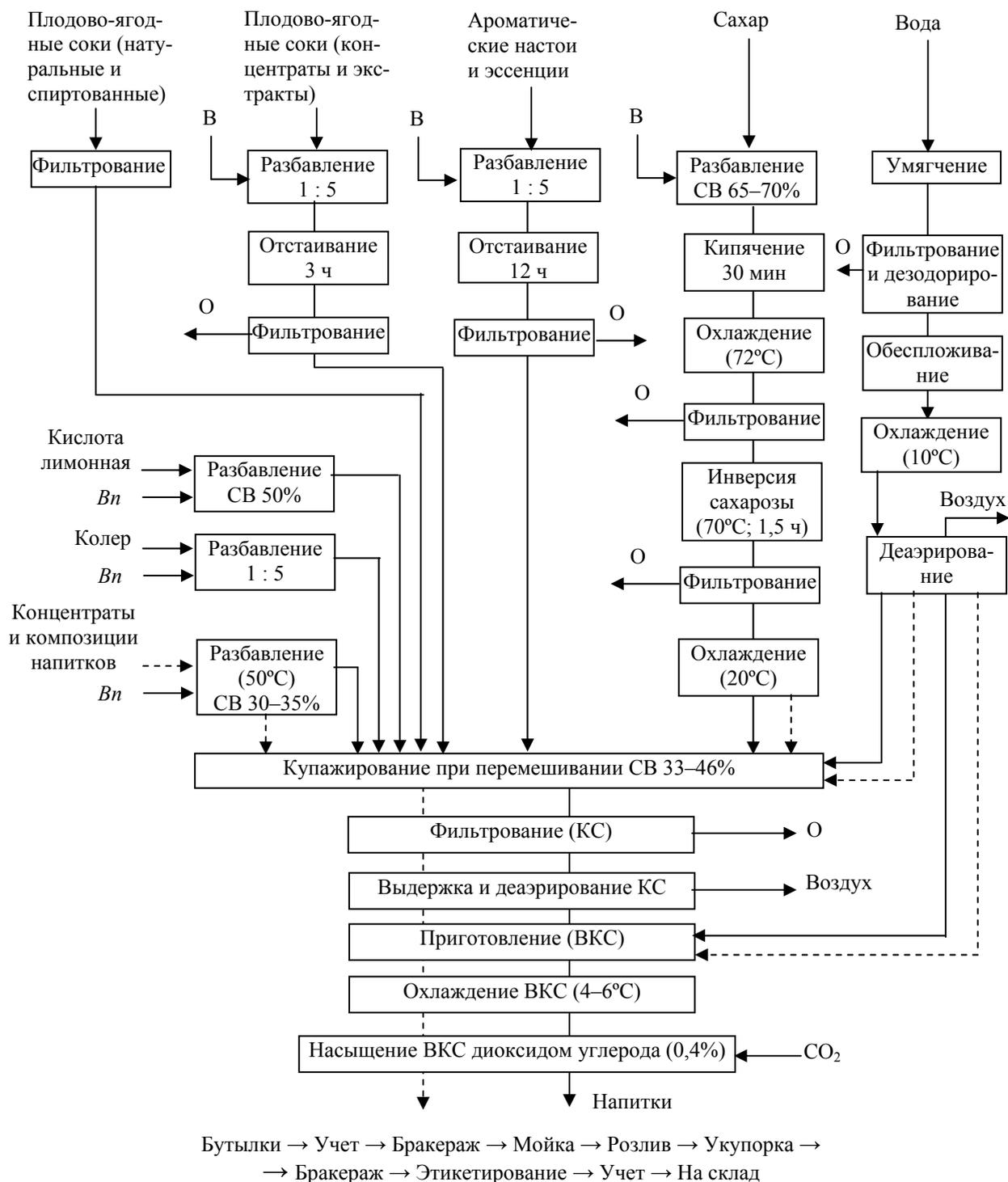


Рис. 60. Технологическая схема производства газированных безалкогольных напитков из полуфабрикатов (—), из композиций и концентратов напитков (---) с использованием синхронно-смесительных установок: *Vn* – вода подработанная; *O* – осадок; *KC* – купажный сироп; *BKC* – водно-купажная смесь

Приготовлению купажного сиропа предшествует стадия подготовки полуфабрикатов. Если напитки готовят на полуфабрикатах, то поступают следующим образом. Все плодово-ягодные соки фильтруют. Плодово-ягодные концентраты и экстракты разбавляют подработанной питьевой водой в соотношении 1 : 5, смесь отстаивают в течение 2–5 ч, а затем фильтруют. Ароматические настои и эссенции перед подачей в купаж фильтруют, а колер предварительно растворяют в воде в соотношении 1 : 5. Все кристаллические пищевые кислоты задают в купаж в виде 50%-ного водного раствора, а молочную кислоту – в жидком виде. Инвертированный белый сахарный сироп перед купажированием фильтруют и если есть необходимость, осветляют, используя активированный уголь, и охлаждают до 20°С. При купажировании используют мягкую и среднежесткую профильтрованную, дезодорированную воду.

Технология подготовки концентратов и композиций для напитков зависит от их химического состава и свойств.

В случае необходимости приготовленный купаж фильтруют до полной прозрачности. Готовый купаж охлаждают до температуры 8–10°С. После проверки показателей качества купажный сироп направляют в цех розлива напитков. Потери купажа при приготовлении холодным способом составляет 3,4%.

*Розлив газированных безалкогольных напитков.* Розлив осуществляют двумя способами. В первом случае в вымытую бутылку дозируют охлажденный до 10°С купажный сироп с последующим заполнением необходимого объема холодной умягченной питьевой водой, предварительно деаэрированной и насыщенной диоксидом углерода. Объем сиропа составляет 20% по отношению к объему напитка в бутылке. Деаэрирование воды, т. е. удаление из нее воздуха, необходимо для полного насыщения воды углекислым газом, а также для нормального розлива напитка. Укупоренные бутылки с напитками направляют далее для перемешивания в специальные смесительные машины.

#### *Контрольные вопросы*

1. Что представляют собой столовые вина?
2. В чем отличие игристых вин от шипучих?
3. Каковы особенности производства красных вин?
4. Как получают крепленые вина?
5. В чем суть обработки и выдержки вин?
6. Какими показателями отличается «Жигулевское» пиво от «Украинского»?
7. Какова жесткость воды, используемой для производства пива?
8. Укажите соотношение ионов кальция и магния в воде.
9. Какие свойства придают пиву хмель и хмелепродукты?
10. Зачем и в каком количестве используют различные ферментные препараты в производстве пива?
11. Из каких составных частей состоит помол пивоваренного солода?
12. Чем отличается настойный способ затирания от одноотварочного?
13. Укажите технологические параметры одноотварочного способа.
14. Какова продолжительность кипячения суслу с хмелем?
15. Чем отличается процесс сбраживания пивного суслу от дображивания пива?
16. При какой температуре проводят термообработку квасного суслу?
17. Каковы особенности приготовления квасов бутылочного розлива «Московского» и «Русского»?
18. При каких технологических параметрах осуществляется приготовление сахарного сиропа?
19. Какие минеральные воды относятся к лечебным столовым?
20. Какие газы содержатся в природных минеральных водах?
21. Какими витаминами обогащают безалкогольные напитки?

## Лекция 23. ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПИЩЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ, ИХ РОЛЬ И ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

23.1. Факторы, влияющие на скорость химических реакций.

23.2. Дисперсные и коллоидные системы.

### 23.1. Факторы, влияющие на скорость химических реакций

В основе ряда пищевых технологий лежат химические превращения. К ним относят получение патоки, кристаллической глюкозы путем кислотного гидролиза крахмала, различных жиров способом гидрогенизации и переэтерификации, а также инвертного сахара путем кислотного гидролиза сахарозы. Важная роль отводится этим процессам на отдельных стадиях производства хлеба, мучных кондитерских изделий, сахара, шоколада, растительных масел, прессованных дрожжей, а также при хранении продуктов.

Скорость химических процессов имеет большое значение. Раздел физической химии, изучающий скорость химических реакций, механизм химического взаимодействия и влияние различных условий на скорость реакций, называется химической кинетикой.

Скорость химической реакции характеризуется изменением концентрации одного из реагирующих веществ в единицу времени. В зависимости от агрегатного состояния взаимодействующих веществ химические реакции могут быть гомогенными и гетерогенными. К основным факторам, влияющим на скорость всех реакций, относятся: концентрация реагирующих веществ, температура, наличие катализатора.

*Влияние концентрации.* Увеличение концентрации взаимодействующих веществ – один из самых распространенных приемов интенсификации процессов. Согласно закону действия масс скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ в степени, равной стехиометрическому коэффициенту, стоящему перед формулой вещества в уравнении реакции.

*Молекулярность реакции* определяется числом молекул, участвующих в элементарном акте химического взаимодействия. Если для этого требуется одна молекула, то реакции называются *мономолекулярными*. При участии двух молекул реакции называют *бимолекулярными*, трех – *тримолекулярными*.

*Порядок реакции* – это сумма показателей степеней при концентрациях веществ в уравнении закона действия масс. Скорость реакции первого порядка пропорциональна концентрации в первой степени, скорости реакций второго и третьего порядков пропорциональны концентрациям во второй и третьей степени.

Для реакции первого порядка константа скорости определяется по формуле

$$K_2 = \frac{1}{\tau} \frac{x}{a(a-x)},$$

где  $a$  – начальная концентрация вещества;

$x$  – количество вещества, вступившее в реакцию за данный отрезок времени  $\tau$ ;

$(a - x)$  – концентрация вещества в момент времени  $\tau$ .

Знание порядка и константы скорости реакции позволяет определить оптимальное время проведения реакции.

*Температура* – важный фактор, определяющий скорость реакции. С повышением температуры скорость реакции возрастает, что связано с увеличением константы скорости реакции. Согласно правилу Вант-Гоффа повышение температуры на 10°C увеличивает скорость реакции в 2–4 раза.

Характер влияния температуры и концентрации реагирующих веществ на скорость химических реакций можно объяснить теорией активных столкновений. Согласно этой

теории химическое взаимодействие между молекулами возможно только при их столкновении, однако к химическим реакциям приводят эффективные столкновения, т. е. в реакцию вступают не все сталкивающиеся молекулы, а только молекулы, обладающие определенной энергией, избыточной по сравнению со средней. Молекулы, обладающие такой энергией, называются активными. Избыточная энергия молекул называется энергией активации и зависит от природы вступающих в реакцию веществ.

При повышении температуры количество активных молекул увеличивается, число столкновений между ними возрастает, в результате чего растет скорость реакции. С увеличением концентрации реагирующих веществ общее число столкновений, в том числе эффективных, также возрастает, в результате чего увеличивается скорость реакции.

*Влияние катализатора.* Катализатор – это вещество, которое резко изменяет скорость реакции. В присутствии катализаторов реакции ускоряются в тысячи раз, могут протекать при более низких температурах, что экономически выгодно. Велико значение катализаторов в органическом синтезе – в процессах окисления, гидрирования, дегидрирования, гидратации и др. Чем активнее катализатор, тем быстрее идут каталитические реакции. Катализаторы могут ускорять одну реакцию, группу реакций или реакции разных типов, т. е. они обладают индивидуальной или групповой специфичностью, а некоторые из них пригодны для многих реакций. Например, ионы водорода ускоряют реакции гидролиза белков, крахмала и других соединений, реакции гидратации и т. д.

Катализаторами преимущественно служат металлы в чистом виде (никель, кобальт, железо, платина) и в виде оксидов или солей (окись ванадия, окись алюминия), соединения железа, магния, кальция, меди и т. п. Неорганические катализаторы термостабильны, и реакции с ними протекают при сравнительно высоких температурах.

Присутствие в среде, где протекает реакция, посторонних веществ оказывает на катализатор различное влияние: одни нейтральны, другие усиливают действие катализатора, третьи ослабляют или подавляют его. Вещества, отравляющие катализатор, называются *каталитическими ядами*.

В зависимости от того, находится ли катализатор в той же фазе, что и реагирующие вещества, говорят о гомогенном или гетерогенном катализе. В гетерогенном катализе реагирующие вещества находятся, как правило, в жидком или газообразном состоянии, а катализатор – в твердом, при этом реакция протекает на границе двух фаз, т. е. на поверхности твердого катализатора. Например, каталитическая реакция гидрирования жиров – трехфазная: катализатор – металлический никель образует твердую фазу, водород – газообразную, а жир – жидкую. Поэтому в данном случае речь идет о гетерогенном катализе.

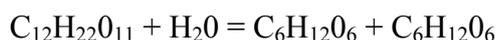
Основным недостатком гомогенного катализа является трудность выделения катализатора из конечной смеси (жидкости или газа), в результате чего часть его безвозвратно теряется, а продукт им загрязняется. Гетерогенный катализ не страдает этим недостатком, что служит одной из важнейших причин его большего распространения в промышленности. Этот вид катализа сопровождается образованием промежуточных соединений.

Большинство каталитических реакций положительно, т. е. в присутствии катализатора их скорость возрастает. Однако встречается отрицательный катализ, когда катализатор замедляет скорость реакции. В данном случае катализатор называют *ингибитором*. Если ингибитор тормозит процесс окисления, его называют *антиокислителем*, или *антиоксидантом*.

*Сущность некоторых химических процессов и их роль.* Получение и хранение самых разнообразных пищевых продуктов сопровождаются протеканием химических процессов. Одни из них связаны с реакциями гидролиза, другие – с окислительно-восстановительными реакциями (меланоидинообразованием, сульфитацией, окислением и др.).

*Гидролиз* – это реакция разложения сложных веществ (белков, жиров, углеводов) до более простых под действием кислот и щелочей с присоединением молекулы воды.

Сахароза при нагревании с кислотами гидролизует, образуя инвертный сахар (смесь равных количеств глюкозы и фруктозы):



Характерная особенность сахарозы – исключительная легкость ее гидролиза: скорость процесса примерно в тысячу раз больше, чем скорость гидролиза при этих же условиях таких дисахаридов, как мальтоза или лактоза. Инвертный сироп обладает свойством антикристаллизатора и гигроскопичностью.

Гидролиз сахарозы может играть отрицательную роль, например, в сахарном производстве, так как при этом увеличиваются потери сахарозы за счет ее разложения. При получении сахара измельченную свеклу обрабатывают горячей водой, получая диффузионный сок, в котором растворены сахароза и другие вещества. Некоторые из этих соединений придают соку кислую реакцию. Для предотвращения гидролиза сахарозы диффузионный сок на первых стадиях очистки нейтрализуют.

Не менее важная роль принадлежит гидролизу крахмала. При кипячении с кислотами крахмал превращается в глюкозу. В качестве промежуточных продуктов в большем или меньшем количестве образуются полисахариды разной молекулярной массы – декстрины. На первых этапах гидролиза появляются декстрины, мало отличающиеся от крахмала по размерам и свойствам. Они имеют довольно высокую молекулярную массу, в присутствии йода дают синюю или фиолетовую окраску. Это так называемые амилодекстрины. В процессе дальнейшего гидролиза крахмала молекулярная масса декстринов снижается, образуются эритродекстрины, которые в присутствии йода дают темно-бурое, затем красное окрашивание. Наконец появляются ахро- и мальтодекстрины, которые не изменяют цвета йодной пробы. По мере снижения молекулярной массы декстринов снижается их удельное вращение и уменьшается растворимость в спиртовых растворах. Продукт неполного гидролиза крахмала разбавленными кислотами или ферментами называется *патокой*. Кроме декстринов в ее состав входят мальтоза и глюкоза. Сырьем для получения патоки служит картофельный и кукурузный крахмал.

Гидролиз крахмала – процесс каталитический. В качестве катализатора при гидролизе крахмала применяют минеральные кислоты, обычно хлороводородную кислоту.

*Меланоидинообразование.* Это сложный окислительно-восстановительный процесс, включающий в себя ряд реакций, которые протекают последовательно и параллельно. В упрощенном виде сущность этого процесса можно свести к следующему. Низкомолекулярные продукты распада белков (пептиды, аминокислоты), содержащие свободную аминную группу ( $-NH_2$ ), могут вступать в реакцию с соединениями, в состав которых входит карбонильная группа  $=C=O$  (например, с различными альдегидами и восстанавливающими сахарами – фруктозой, глюкозой, мальтозой), в результате чего происходит разложение как аминокислоты, так и реагирующего с ней восстанавливающего сахара. При этом из аминокислоты образуются соответствующий альдегид, аммиак и диоксид углерода, а из сахара – фурфурол и оксиметилфурфурол. Альдегиды обладают определенным запахом, от которого зависит в значительной степени аромат многих пищевых продуктов. Фурфурол и оксиметилфурфурол легко вступают в соединение с аминокислотами и образуют темноокрашенные продукты, называемые *меланоидинами*. Белки тоже могут вступать во взаимодействие с сахарами, но менее активно, чем аминокислоты, так как содержат меньше свободных аминных групп.

Образование меланоидинов – основная причина потемнения пищевых продуктов в процессе их изготовления, сушки и хранения. Особенно интенсивно эта реакция протекает при повышенных температурах во время выпечки хлебобулочных и мучных кондитерских изделий; в процессе уваривания сахарных растворов при производстве сахарного песка; при сушке солода; при самосогревании зерна; в процессе тепловой обработки вин; при приготовлении присных и помадных масс типа крем-брюле. Реакция меланоидинообразования сопровождается потемнением получаемых продуктов (фруктово-ягодного пюре, соков, повидла, хлеба), которое наблюдается в процессе длительного нагревания этих продуктов при высокой температуре, а также при их фасовании в горячем виде и хранении при повышенной температуре.

При производстве ряда пищевых продуктов создают специальные условия для реакции меланоидинообразования (в хлебопечении).

*Дегидратация.* Одна из реакций, протекающих в процессе меланоидинообразования, связана с дегидратацией и разложением сахаров при нагревании. В то же время эта реакция может протекать самостоятельно под воздействием высоких температур на сахара (сахарозу, глюкозу, фруктозу), вызывая ряд их превращений. Характер этих превращений различен и зависит от условий нагревания (степени и продолжительности теплового воздействия), реакции среды и концентрации сахара. Моносахариды, в частности глюкоза, при нагревании в кислой или нейтральной среде дегидратируют, т. е. разлагаются с выделением одной или двух молекул воды и образованием ангидридов глюкозы. Эти соединения, являясь реакционноспособными, могут соединяться друг с другом или с неизменной молекулой глюкозы и образовывать так называемые продукты конденсации (реверсии). При длительном тепловом воздействии отщепляется третья молекула воды и образуется оксиметилфурфурол, который при дальнейшем нагревании может распадаться с разрушением углеводного скелета и образованием муравьиной, леулиновой кислот и окрашенных соединений. Схема химических изменений сахарозы представлена на рис. 61.

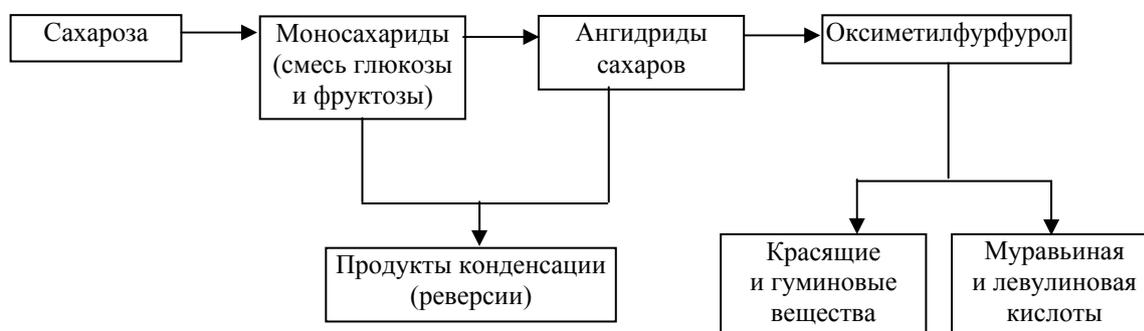


Рис. 61. Схема химических изменений сахарозы при тепловом воздействии

Наиболее чувствительной к нагреванию является фруктоза. Аналогичные процессы наблюдаются при нагревании патоки, инвертного сиропа. Продукты разложения сахаров обладают различными свойствами. Оксиметилфурфурол, красящие и гуминовые вещества повышают цветность и гигроскопичность продуктов и оказывают отрицательное воздействие при производстве сахара и карамели. Ангидриды и продукты конденсации способны задерживать кристаллизацию сахарозы из карамельной массы и не оказывают влияния на гигроскопичность и цветность готового продукта.

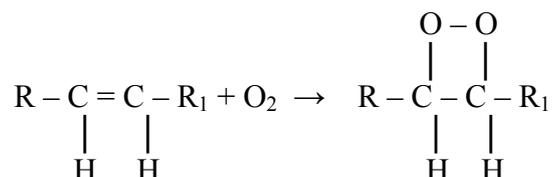
*Сульфитация.* При производстве ряда пищевых продуктов реакция меланоидинообразования нежелательна (например, при получении сахара-песка). Существуют и другие причины. К примеру, при переработке овощей и плодов потемнение происходит за счет протекания биохимических процессов и образования меланинов. С образованием меланинов связано потемнение очищенных яблок и картофеля при непродолжительном хранении их на воздухе. Для предотвращения потемнения пищевых продуктов их сульфитируют, т. е. обрабатывают диоксидом серы или его производными, чаще всего  $H_2SO_3$ . Диоксид серы как химический агент вызывает обесцвечивание многих растительных красящих пигментов и может быть использован для улучшения внешнего вида готового продукта.

Сульфитации подвергают диффузионный сок при его очистке в сахарном производстве, овощи и плоды при их переработке. Кратковременная, в течение нескольких минут, обработка картофеля, абрикосов, яблок перед сушкой позволяет улучшить внешний вид готового продукта, предотвратить его потемнение. Диоксид серы, сернистая кислота и ее соли являются в этом случае антисептиками, вызывая глубокие изменения в клетках микроорганизмов, особенно молочнокислых и уксусно-кислых бактерий.

Сернистая кислота оказывает влияние на растительную ткань сульфированных продуктов. Под ее влиянием происходит коагуляция протоплазмы клеток, нарушается тургор

и сок частично выходит в межклеточное пространство, в результате чего ткань плода размягчается. Являясь сильным восстановителем, сернистая кислота препятствует окислению химических веществ плодов. Блокируя ферменты, катализирующие необратимое окисление витамина С, сернистая кислота способствует его сохранению. Вступая в соединения с красящими веществами, сернистая кислота вызывает сильное обесцвечивание продукта. Все плоды и ягоды, имеющие красную, синюю и другую окраску (вишня, слива, малина, черная смородина и т. п.), после сульфитации теряют свой первоначальный цвет.

*Окисление.* Жиры при длительном хранении приобретают неприятные вкус и запах – прогоркают, что связано как с химическими превращениями их под действием света и кислорода воздуха, так и с действием некоторых ферментов. Однако наиболее распространенный тип прогоркания жиров – это прогоркание, обусловленное окислением ненасыщенных жирных кислот кислородом воздуха. При этом кислород присоединяется по месту двойных связей, образуя пероксиды:



В результате дальнейшего разложения перекисей жирных кислот образуются альдегиды, придающие жиру неприятные запах и вкус.

При отсутствии кислорода воздуха данного процесса не происходит, поэтому при хранении в вакууме жир не прогоркает. В то же время присутствие антиоксидантов в жирах и жиросодержащих продуктах снижает скорость их окисления. Наиболее активными естественными антиокислителями являются токоферолы (витамин Е).

### 23.2. Дисперсные и коллоидные системы

Важная роль в пищевой технологии принадлежит дисперсным и коллоидным системам и их свойствам.

Дисперсные системы гетерогенны и состоят из двух фаз. Одна из них – сплошная – называется дисперсионной средой. Другая – раздробленная и распределенная в первой – называется дисперсной фазой.

Дисперсными системами являются большинство продуктов питания, сырье и полуфабрикаты (хлеб, мука, шоколад, сыры, творог, сухое молоко, соки, шампанское, пиво, конфеты и т. п.).

Все дисперсные системы классифицируют по степени дисперсности. Дисперсные системы с частицами, размер которых превышает  $10^{-3}$  см, относятся к *грубодисперсным* системам. Эти частицы при распределении в жидкости или газе, где они постепенно оседают или всплывают, наблюдаются визуально. Системы с частицами, размер которых лежит в пределах  $10^{-5}$ – $10^{-3}$  см (0,1–10 мкм), называются *микроретерогенными*. Частицы таких систем видны только в микроскоп. В газовой или жидкой среде они также оседают или всплывают. Гетерогенные системы с частицами размером 1–100 нм относят к *ультрамикроретерогенным*. Такие системы называют *коллоидными*. Частицы в них настолько малы, что вещество, из которого они состоят, почти целиком находится в коллоидном состоянии.

Коллоидные системы вследствие большой удельной поверхности обладают значительной поверхностной энергией, что обуславливает неустойчивость системы – она всегда стремится к самопроизвольному уменьшению межфазной поверхности, т. е. к снижению дисперсности. Способность коллоидных систем увеличивать размеры частиц путем их агрегации называется агрегативной неустойчивостью.

Дисперсные системы классифицируют не только по размерам частиц, но и по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды. Сочетание трех агрегатных

состояний (твердое, жидкое и газообразное) дает 9 типов дисперсных систем (табл. 23). Условно их обозначают дробью, числитель которой указывает на агрегатное состояние дисперсной фазы, а знаменатель – дисперсионной среды. Например, обозначение Г/Ж показывает, что система состоит из газообразной дисперсной фазы и жидкой дисперсионной среды (газообразное вещество в жидкости).

Таблица 23

### Классификация дисперсных систем

Дисперсная фаза	Дисперсионная среда	Условное обозначение системы	Название системы и примеры
Твердая	Твердая	т/т	Твердые гетерогенные системы: шоколад, кристаллический ирис
Жидкая	–	ж/т	Капиллярные системы (жидкость в пористых телах): мармелад, бисквитное тесто
Газообразная	–	г/т	Пористые тела, твердые пены: пастила, зефир, пористый шоколад
Твердая	Жидкая	т/ж	Суспензии и лиозоли: взвеси, пасты, какао тертое, помадные массы
Жидкая	–	ж/ж	Эмульсии: кремы, молоко, масло, сметана
Газообразная Твердая	Газообразная	г/ж т/г	Газовые эмульсии и пены: шампанское, пиво Аэрозоли (пыли, дымы), порошки: мучная, сахарная пыль, какао-порошок, крахмал
Жидкая	–	ж/г	Аэрозоли: туманы, в том числе и промышленные, распыленные для высушивания соки, молоко
Газообразная	–	г/г	Коллоидная система не образуется

*Коллоидные системы.* Коллоидное состояние характеризуется размерами частиц ( $10^{-7}$ – $10^{-5}$  см), гетерогенностью и многокомпонентностью.

Дисперсные системы с частицами коллоидных размеров принято называть *золями* (лат. solutio – раствор). Системы с газовой дисперсионной средой называют аэрозолями, системы с жидкой дисперсионной средой – *лиозолями* (греч. lios – жидкость). В зависимости от природы жидкости лиозоли называют гидрозолями (вода), органозолями (органическая среда) или более конкретно – алкозолями (спирты), этерозолями (эфир) и т. д.

По размеру частиц золи занимают промежуточное положение между истинными растворами и грубодисперсными системами – порошками, суспензиями и эмульсиями. Коллоидные системы образуются двумя путями: конденсацией – соединением атомов ионов или молекул в более крупные частицы коллоидных размеров; диспергированием – дроблением крупных частиц грубодисперсных систем до коллоидной дисперсности. При этом необходимыми условиями образования коллоидных систем являются нерастворимость вещества дисперсной фазы в дисперсионной среде, достижение частицами дисперсной фазы коллоидной дисперсности, наличие стабилизатора, сообщающего коллоидной системе агрегативную устойчивость.

Стабилизаторами могут быть вещества, специально вводимые в дисперсионную среду (например, поверхностно-активные вещества или продукты взаимодействия дисперсной фазы с дисперсионной средой). Стабилизаторы создают вокруг коллоидных частиц адсорбционный защитный слой, препятствующий их агрегатированию.

В производстве различных пищевых продуктов диспергирование и конденсация занимают одно из ведущих мест. Это обусловлено особенностями вещества в дисперсном состоянии, обеспечивающими удобства фасования, транспортирования, дозирования, а также способствующими увеличению скоростей химических и биохимических реакций, процессов растворения, сорбции, экстракции и других процессов.

Диспергирование используют при дроблении и измельчении зерна в муку, какао-бобов в какао тертое и какао-порошок, сахара в сахарную пудру, в консервной промышленности при гомогенизации плодово-ягодных пюре и т. п.

Конденсация возникает в ректификационных аппаратах при получении спирта, кристаллизации сахара, выпаривании растворов, оклейке вин и т. д.

Коллоидные системы обладают молекулярно-кинетическими свойствами, обусловленными самопроизвольным движением частиц. Это такие свойства, как диффузия, осмотическое давление и распределение частиц по высоте.

Причиной диффузии (самопроизвольного выравнивания концентраций) частиц в коллоидных системах является броуновское движение, которое, в свою очередь, является следствием теплового движения молекул дисперсионной среды. Скорость диффузии обратно пропорциональна размеру диффундирующих частиц, поэтому в коллоидных системах, частицы которых имеют размеры порядка  $10^{-7}$ – $10^{-5}$  см, т. е. в которых значительно больше молекул обычных низкомолекулярных веществ, скорость диффузии невелика. На коллоидные частицы, распределенные в дисперсионной среде, действуют две противоположно направленные силы: сила тяжести и сила диффузии. Под действием силы тяжести частицы стремятся осесть на дно – *седиментировать* (лат. *sedimentum* – осадок). Однако силы диффузии стремятся распределить частицы равномерно по всему объему системы. Таким образом, дисперсные системы способны сохранять определенное распределение частиц по объему. Эта способность называется седиментационной, или кинетической, устойчивостью. Грубодисперсные системы кинетически неустойчивы, их частицы велики и поэтому под действием силы тяжести оседают на дно. Молекулярные системы (газы, растворы) обладают очень высокой кинетической устойчивостью. Кинетическая устойчивость коллоидных систем зависит от размеров их частиц. Чем меньше размер частиц, тем более кинетически устойчива коллоидная система.

*Микрогетерогенные системы.* К микрогетерогенным системам с размером частиц  $10^{-5}$ – $10^{-3}$  см относят суспензии (Т/Ж), эмульсии (Ж/Ж), пены (Г/Ж), аэрозоли (Т/Г и Ж/Г) и порошки (Т/Г). Как правило, эти системы непрозрачны, частицы гетерогенных систем быстро оседают. Эти системы широко распространены в природе и имеют большое значение в пищевой промышленности.

*Суспензии* представляют собой дисперсные системы с твердой дисперсной фазой и жидкой дисперсионной средой. К ним относятся фруктовые и овощные пасты, помадные конфетные массы, какао тертое и др.

*Эмульсии* – это дисперсные системы, состоящие из жидкой дисперсной фазы и жидкой дисперсионной среды. Обязательное условие образования эмульсии – нерастворимость вещества дисперсной фазы в дисперсионной среде. Обычно эмульсии получают методом механического диспергирования. Для этого используют различные мешалки, смесители, гомогенизаторы, коллоидные мельницы и ультразвук. Практически одной из жидкостей всегда является вода, а другой – какая-либо неполярная не растворимая в воде жидкость (например, масло). Эмульсии – неустойчивые системы. Их неустойчивость проявляется в самопроизвольном слиянии капелек дисперсной фазы – *коалесценции*, что приводит к разрушению эмульсии и разделению ее на два слоя. Устойчивость эмульсиям может придать только третий компонент – стабилизатор, или эмульгатор.

Природа эмульгатора определяет не только устойчивость, но и тип эмульсии. Эмульгаторы, растворимые в воде, способствуют образованию прямых эмульсий (М/В); эмульгаторы, растворимые в неполярных жидкостях, дают обратные эмульсии (В/М).

К представителям эмульсий относится ряд важнейших жиросодержащих продуктов: молоко, сливки, сливочное масло, сметана и майонез.

*Аэрозоли и порошки* – это дисперсные системы, дисперсионной средой которых является газ (воздух), а дисперсной фазой могут быть твердые частицы или капельки жидкости. Обычно аэрозоли классифицируются по агрегатному состоянию дисперсной фазы. Аэрозоль с жидкой дисперсной фазой называют *туманом*, с твердой – *дымом и пылью*. Аэрозо-

ли с твердой дисперсной фазой, размеры частиц которой больше, чем у дымов, называют обычно пылью. Это деление достаточно условно. Размеры частиц аэрозолей лежат в пределах  $10^{-5}$ – $10^{-2}$  см. Аэрозоли имеют большое практическое значение в ряде отраслей пищевой промышленности. К типичным аэрозолям относятся водяной туман, топочный дым, мучная и сахарная пыль.

*Пены* – это высококонцентрированные дисперсные системы, в которых дисперсионная среда – жидкость, а дисперсная фаза – газ. Пузырьки газа в пенах имеют большие размеры, форму многогранников и отделены друг от друга очень тонкими слоями дисперсионной среды. Для получения пен применяют диспергационные методы: интенсивное встряхивание или перемешивание жидкости.

Устойчивую пену можно получить только в присутствии стабилизатора – пенообразователя. К типичным пенообразователям водных пен относятся спирты, мыла, белки. Пенообразование имеет важное практическое значение. В частности, многие продукты, такие как хлеб и ряд кондитерских изделий, имеют структуру пены, что определяет их вкусовые свойства и пищевую ценность.

*Молекулярные коллоиды.* Вещества, имеющие молекулярную массу от 10 000 до нескольких миллионов, называются высокомолекулярными соединениями (ВМС). Размеры макромолекул этих соединений в вытянутом состоянии могут достигать 1000 нм и более, т. е. они соизмеримы с размерами частиц ультрамикроретерогенных (коллоидных) дисперсных систем. Вследствие большой молекулярной массы и гибкости цепей макромолекул ВМС и их растворы обладают специфическими свойствами: способностью образовывать волокна и пленки, эластичностью, набухаемостью, структурообразованием.

К важнейшим природным полимерам относятся белки и полисахариды. Белки являются основой всех живых организмов. Они составляют существенную часть живой клетки и обеспечивают ее жизнедеятельность. Полисахариды представляют собой соединения, состоящие из многих сотен и даже тысяч моносахаридных звеньев. К наиболее важным полисахаридам относятся крахмал, целлюлоза, пектин и др.

Растворы ВМС по своим свойствам аналогичны коллоидным системам. Так же, как и у коллоидных растворов, у них сравнительно невелика скорость диффузии, небольшое осмотическое давление, они не проходят через полупроницаемые мембраны.

В отличие от зольных растворы ВМС образуются самопроизвольно и не нуждаются в стабилизаторе. Растворению ВМС предшествует его набухание. Ограниченно-набухший полимер называется студнем. У неограниченного набухания отсутствует предел набухания. С течением времени полимер поглощает все большее количество жидкости и набухание переходит в растворение.

Ведущая роль в образовании теста принадлежит белкам. Так, белки пшеничной муки способны набухать в холодной воде и удерживать воду в таком количестве, которое в 2–2,5 раза больше своей массы. При замешивании теста из пшеничной муки белки при достаточном количестве воды легко и сравнительно быстро (через 3–5 мин) образуют тончайшие нити и пленки, связывающие и склеивающие между собой зерна увлажненного крахмала. Благодаря этому пшеничное тесто приобретает упруговязкопластичные свойства, какими не обладает тесто из других злаков.

*Биохимические основы технологии пищевых производств.* Биохимические процессы протекают при участии ферментов и имеют большое практическое значение, так как лежат в основе технологий получения хлеба и хлебобулочных изделий, вина, пива, чая, аминокислот, органических кислот, витаминов и антибиотиков. Эти процессы играют важную роль при хранении пищевого сырья и готовой продукции (зерна, плодов, овощей, жира, жиросодержащих продуктов и др.). Зная характер протекания биохимических процессов в пищевом сырье, можно установить особенности процесса, определить дефекты данной партии сырья, наметить наиболее правильный режим технологического процесса.

*Факторы, влияющие на скорость биохимических процессов.* Скорость биохимических процессов зависит от природы субстрата и его атакующести, податливости действию

фермента, которая зависит от структуры субстрата. Например, атакуемость амилазами крахмала, полученного из зерна различных культур или из разных частей одного и того же зерна, различна. Она увеличивается с уменьшением размера крахмальных зерен, т. е. с увеличением их относительной поверхности, а также при механическом воздействии на структуру зерен крахмала (например, при длительном помоле зерна).

Атакуемость белка протеиназами зависит от строения белковой молекулы: чем плотнее и прочнее структура белка, тем ниже его атакуемость ферментами.

Скорость биохимических процессов зависит от концентраций самого фермента и реагирующих веществ. При избытке субстрата скорость реакции определяется концентрацией фермента: чем она выше, тем быстрее идут реакции.

Наибольшее влияние на активность ферментов и скорость биохимических процессов оказывают температура и реакция среды. С повышением температуры активность ферментов возрастает, достигает максимума, а затем снижается. Оптимальной для действия фермента является та температура, при которой его активность наибольшая. Температурный оптимум для растительных ферментов составляет около 40–50°C.

Каждый фермент проявляет свое действие в узких пределах значений рН. В определенной зоне активность фермента наибольшая – эта зона называется оптимальной зоной рН.

Оптимальное значение рН для действия ферментов зависит в основном от субстрата. Например, при действии папаина на желатин оптимальное значение рН 5,0, а при действии на денатурированный яичный альбумин рН 7,5.

Скорость биохимических процессов может быть увеличена в присутствии активаторов. Многие ферменты активизируются под действием соединений восстанавливающего характера, в частности веществами, которые содержат сульфгидрильные группы: цистеином, глутатионом. Ингибиторы ферментов подавляют их активность. Действие ингибиторов основано на блокировании сульфгидрильных связей фермента и превращении их в дисульфидные группы.

По строению все ферменты можно разделить на две группы: однокомпонентные ферменты, состоящие только из белка, обладающего каталитическими свойствами; ферменты, состоящие из белковой части (апофермента) и связанного с ней органического вещества небелковой природы, называемого простетической группой.

*Ферменты и ферментные препараты.* Биохимические процессы, протекающие при производстве пищевых продуктов и их хранении, связаны с действием собственных ферментов сырья, ферментов, вырабатываемых микроорганизмами и используемых в виде ферментных препаратов (ФП).

Ферменты находятся в сырье в свободном и связанном виде. При прорастании зерна активность ферментов повышается, так как они полностью или частично становятся свободными. Каждый микроорганизм содержит комплекс разнообразных ферментов, многие из которых аналогичны ферментам растений и животных.

Источником получения биомассы микроорганизмов, используемой для выделения данного фермента, являются культуры плесневых грибов, бактерий, дрожжей и актиномицетов.

Ферментные препараты (ФП) отличаются от ферментов тем, что помимо активного белка содержат балластные вещества. Подавляющее количество препаратов являются комплексными, содержащими, помимо основного, еще значительное количество сопутствующих ферментов, хотя существуют ФП, в состав которых входит какой-либо один фермент. В комплексном препарате один фермент может преобладать и иметь наибольшую активность.

*Роль ферментов в дыхании растительного сырья.* Большую роль во взаимосвязи растительного сырья с окружающей средой играет дыхание, под которым понимают окислительно-восстановительные процессы, регулируемые ферментами. Различают аэробное дыхание, происходящее в присутствии кислорода воздуха, и анаэробное (интрамолекулярное), не требующее кислорода.

В растительном сырье всегда происходят анаэробные процессы, однако отрицательное влияние их сказывается лишь в том случае, если они преобладают. Чтобы ослабить анаэробное дыхание, сырье хранят при доступе воздуха.

Интенсивность дыхания зависит прежде всего от температуры и влажности сырья. Снижение этих параметров уменьшает интенсивность дыхания и увеличивает срок хранения сырья. Сухое сырье, например зерно, отличается высокой лежкостью, т. е. способностью долго храниться (4–5 лет) без видимых признаков порчи. Сочное сырье (плоды, овощи) обладает меньшей лежкостью. Основной способ продления периода покоя этого сырья заключается в хранении его в охлажденном состоянии. Одновременно активность дыхания сочного сырья можно снизить путем частичной замены кислорода воздуха инертными газами ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$  и др.).

*Роль оксидоредуктаз при производстве и хранении пищевых продуктов.* Большое практическое значение из класса оксидоредуктаз имеет фермент полифенолоксидаза, который действует в присутствии кислорода воздуха на монофенолы, *o*-дифенолы, полифенолы, дубильные вещества с образованием темноокрашенных соединений – меланинов. В состав этого фермента входит медь. Если каким-либо способом связать медь, то фермент полностью теряет свою активность.

Полифенолоксидазу используют при производстве чая. При переработке зеленые листья подсушиваются и скручиваются в трубочку. В процессе последней операции происходит механическое разрушение значительной части клеток, что обеспечивает хороший контакт дубильных веществ чайного листа (субстрата) с ферментом. Затем скрученный лист выдерживают определенное время при соответствующей температуре и высокой относительной влажности воздуха, т. е. создают условия для ферментации, при которой происходит окисление дубильных веществ полифенолоксидазой и образование темноокрашенных соединений, придающих цвет чаю.

Процессы ферментации, связанные с окислением дубильных веществ ферментами, протекают также при обработке какао-бобов.

Большое значение имеет этот фермент при производстве ржаного хлеба. При выпечке последнего происходит ферментативный процесс образования меланинов за счет действия полифенолоксидазы муки на свободный тирозин.

В ряде производств эта биохимическая реакция может играть отрицательную роль, например при использовании пшеничной муки, способной к потемнению при получении хлеба и макаронных изделий. Действием полифенолоксидазы объясняется потемнение на воздухе срезов картофеля, яблок, что ухудшает цвет продуктов их переработки (хрустящего картофеля, сухофруктов и др.).

Существуют различные способы предотвращения нежелательного потемнения изделий. Один из них заключается в химической обработке продукта перед сушкой – сульфитации, другие – в термической обработке картофеля, плодов и овощей перед сушкой. Чаще всего этого достигают путем бланширования: продукт на несколько секунд погружают в кипяток или обрабатывают паром. Фермент при этом разрушается и в процессе сушки уже не действует, а продукт получается светлым.

Аскорбинатоксидаза окисляет аскорбиновую кислоту в дегидроаскорбиновую. Действие этого фермента нежелательно при сушке различных пищевых продуктов, в частности яблок, картофеля, овощей, так как образующаяся дегидроаскорбиновая кислота легко подвергается распаду. В результате этого снижается содержание витамина С в продукте, что сказывается на его пищевой ценности. Для инактивации фермента применяют сульфитацию или бланширование продуктов.

Липоксигеназа в присутствии кислорода воздуха окисляет ненасыщенные жирные кислоты, в основном линолевую и линоленовую, превращая их в пероксиды. Последние являются сильными окислителями: они действуют на насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, каротиноиды, витамин А, аскорбиновую кислоту и аминокислоты. В результате образуются альдегиды и кетоны, которые придают изделиям неприятный запах и вкус.

Велика роль этого фермента при хранении различных продуктов переработки зерна. На первых стадиях хранения липоксигеназа оказывает на качество пшеничной муки благоприятное действие. Свежесмолотая мука для производства хлеба не используется. Такая мука дает мажущееся, липкое, расплывающееся тесто, которое связывает при замесе пониженное количество воды. Хлеб получается плотный, с плохой пористостью, с коркой, покрытой трещинами. При отлежке мука созревает. За счет окисления каротиноидов она становится светлее. В результате начального действия липоксигеназы и образования пероксидных соединений происходит укрепление структурно-механических свойств клейковины – и качество хлеба улучшается. В этом процессе важная роль также принадлежит ферменту липазе. Однако при длительном хранении мука прогоркает за счет образования в итоге большого количества альдегидов и кетонов. Этот же процесс наблюдается при прогоркании крупы.

*Роль гидролаз при производстве и хранении пищевых продуктов.* К числу важнейших гидролаз относится липаза, гидролизующая распад жира с образованием глицерина и свободных жирных кислот. Действие липазы имеет большое значение при хранении муки и крупы, содержащих большое количество жира (например, овсяной). В целом зерне липаза и липоксигеназа неактивны. В продуктах переработки зерна их активность увеличивается, особенно если зерно или муку хранят при повышенной температуре и высокой относительной влажности воздуха. При этом вначале возрастает кислотность продукта. Для предотвращения прогоркания муки и крупы необходимо инактивировать оба фермента. Для этого зерно перед помолом обрабатывают паром.

Наибольшее значение из амилолитических ферментов имеют  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазы и глюкоамилаза. Фермент  $\alpha$ -амилаза расщепляет крахмал с образованием низкомолекулярных декстринов и незначительного количества мальтозы. При действии  $\beta$ -амилазы на крахмал в основном образуются мальтоза и небольшое количество высокомолекулярных декстринов. Полное расщепление крахмала до мальтозы возможно при одновременном действии  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилаз. Глюкоамилаза гидролизует крахмал с образованием преимущественно глюкозы и небольшого количества декстринов.

Амилазы имеют большое значение при оценке хлебопекарных свойств пшеничной муки, а именно при оценке ее газо- и сахарообразующей способности. Источниками  $\alpha$ -амилазы являются солод (проросшее зерно) и ферментные препараты.

Реакция гидролиза крахмала ферментами является основной в ряде пищевых технологий. При получении жидких дрожжей в состав питательной среды для размножения дрожжевых клеток должны входить сахара. Они образуются за счет добавления в заваренную муку светлого солода, при этом клейстеризованный крахмал быстро гидролизует амилазами солода до мальтозы.

В спиртовой промышленности источником сахара, который сбраживается в дальнейшем дрожжами до спирта и диоксида углерода, обычно является крахмал зерна или картофеля. Сырье предварительно тонко измельчают, в результате чего улучшаются условия гидролиза его составных частей, в том числе частично целлюлозы, гемицеллюлоз и пентозанов клеточных стенок. При разваривании крахмалсодержащего сырья крахмал клейстеризуется и переходит в коллоидный раствор. Затем проводят его возможно более полное осахаривание солодом или ферментными препаратами плесневых грибов, которые содержат глюкоамилазу или смесь этого фермента и  $\alpha$ -амилазы. Замена солода ферментными препаратами позволяет экономить солод, увеличивает выход спирта, снижает его себестоимость и значительно интенсифицирует процесс осахаривания. В пивоваренной промышленности основным сырьем является богатый ферментами ячменный солод.

Протеолитические ферменты (протеиназы и пептидазы) катализируют расщепление пептидной связи белков и полипептидов. Под действием этих ферментов белок превращается в пептоны и полипептиды, а конечным продуктом реакции являются аминокислоты.

Применение протеолитических ферментов позволяет гидролизовать белки, пептоны и полипептиды сырья до аминокислот, являющихся ценным азотистым питанием для дрожжей, что улучшает технологический процесс, особенно в пивоварении, виноделии и получении спирта.

Пектолитические ферменты гидролизуют пектиновые вещества. Процесс гидролиза пектиновых веществ имеет большое значение для переработки плодов, ягод и овощей. Пектиновые вещества, являясь гидрофильными коллоидами, повышают водоудерживающую способность растительной ткани и тем самым препятствуют полному отделению сока, задерживают выделение взвешенных частиц в соке, сусле, вине, что приводит к образованию устойчивой неоседающей мути, придает соку высокую вязкость и затрудняет его осветление и фильтрование. Обработка плодов и ягод пектолитическими ферментами ведет к значительному расщеплению пектиновых веществ, прежде всего пектина, что увеличивает и ускоряет сокоотдачу, снижает вязкость сока, облегчает процесс его фильтрования и осветления.

Пектолитические ферменты применяют также в качестве дополнительного компонента при кормлении сельскохозяйственных животных и птиц, особенно если в кормах присутствует свекловичный жом, что резко повышает их усвояемость.

*Роль микроорганизмов в технологии пищевых продуктов.* Микробиологические процессы широко применяют в различных отраслях народного хозяйства. В их основе лежит использование в промышленности биологических систем и процессов, ими вызываемых. В основе многих производств лежат реакции обмена веществ, происходящие при росте и размножении некоторых микроорганизмов.

В настоящее время с помощью микроорганизмов производят кормовые белки, ферменты, витамины, аминокислоты и антибиотики, органические кислоты, липиды, гормоны, препараты для сельского хозяйства и т. д.

В пищевой промышленности микроорганизмы используются при получении ряда продуктов. Так, алкогольные напитки: вино, пиво, коньяк, спирт – и другие продукты получают при помощи дрожжей. В хлебопекарной промышленности используют дрожжи и бактерии, в молочной промышленности – молочно-кислые бактерии и т. д.

Среди многообразия вызываемых микроорганизмами процессов одним из существенных является брожение, т. е. превращение углеводов и некоторых других органических соединений в новые вещества под воздействием ферментов, продуцируемых микроорганизмами. Известны различные виды брожения (спиртовое, молочно-кислое, уксусно-кислое и др.). Многие виды брожения: спиртовое, молочно-кислое, ацетонобутиловое, уксусно-кислое, лимонно-кислое и другие, вызываемые различными микроорганизмами, – используют в промышленности. Например, в производстве этилового спирта, хлеба, пива, вина применяют дрожжи, в производстве лимонной кислоты – плесневые грибы, в производстве уксусной и молочной кислот, ацетона – бактерии. Основная цель указанных производств – превращение субстрата (питательной среды) под действием ферментов микроорганизмов в необходимые продукты. К основным группам микроорганизмов, используемых в отраслях пищевой промышленности, относятся бактерии, дрожжевые и плесневые грибы.

*Бактерии.* Культурные молочно-кислые бактерии используют при получении молочной кислоты, в хлебопечении, иногда в спиртовом производстве. Они превращают сахар в молочную кислоту. В производстве ржаного хлеба важная роль принадлежит молочно-кислым бактериям. В спиртовой промышленности молочно-кислое брожение может применяться для подкисления дрожжевого сусла.

Уксусно-кислые бактерии используют для получения уксуса (раствора уксусной кислоты), так как они способны окислять этиловый спирт в уксусную кислоту.

*Дрожжи* широко применяются в качестве возбудителей брожения при получении спирта и пива, в виноделии, в производстве хлебного кваса, а также в хлебопечении для разрыхления теста. Для пищевых производств имеют значение дрожжи – сахаромицеты, которые образуют споры, и несовершенные дрожжи – несхаромицеты (дрожжеподобные грибы), не образующие спор.

Различают дрожжи верхового и низового брожения. В каждой из этих групп имеется несколько отдельных рас.

Дрожжи верхового брожения в стадии интенсивного брожения выделяются на поверхности сбраживаемой среды в виде довольно толстого слоя пены и остаются в таком состоянии до окончания брожения. Затем они оседают, но не дают плотного осадка.

Из культурных дрожжей к дрожжам низового брожения относится большинство винных и пивных дрожжей, а к дрожжам верхового брожения – спиртовые, хлебопекарные и некоторые расы пивных дрожжей.

Дрожжи обладают способностью сбраживать весьма высокие концентрации сахара – до 60%. Они выносят также высокие концентрации спирта.

В спиртовом производстве применяют верховые дрожжи вида *S. cerevisiae*, которые обладают наибольшей энергией брожения, образуют максимум спирта и сбраживают моно- и дисахариды, а также часть декстринов.

В хлебопекарных дрожжах ценят быстроразмножающиеся расы, обладающие хорошей подъемной силой и стойкостью при хранении. Подъемная сила определяется как особенностями рас дрожжей, так и способом ведения производства.

В пивоварении используют дрожжи низового брожения, приспособленные к сравнительно низким температурам. Пивные дрожжи должны быть микробиологически чистыми, а также обладать способностью к хлопьеобразованию, быстро оседать на дно бродительного аппарата и давать прозрачный напиток с определенными вкусом и ароматом.

*Зигимицеты* играют большую роль в качестве продуцентов ферментов. Грибы рода *Aspergillus* продуцируют амилалитические, протеолитические, пектолитические и другие ферменты, которые используют в производстве спирта вместо солода для осахаривания крахмала, в пивоваренном производстве при частичной замене солода несоложенным зерном и т. д.

*Типы энергетического обмена у микроорганизмов.* Для развития, роста и размножения микроорганизмов необходима энергия. Микроорганизмы, добывающие энергию только за счет окисления кислородом, называют облигатными аэробами. Но есть микроорганизмы, которые получают энергию без участия кислорода воздуха, а за счет сопряженного окисления – восстановления неорганических и органических соединений, находящихся в субстрате. Такие микроорганизмы называют облигатными анаэробами. Кислород подавляет их развитие. Существуют также промежуточные формы микроорганизмов: факультативные аэробы и анаэробы.

Микроорганизмы, обладающие лабильным обменом веществ, т. е. живущие за счет окисления кислородом воздуха и сопряженных окислительно-восстановительных реакций без участия кислорода воздуха, называют факультативными аэробами. При недостатке кислорода они могут переходить на анаэробный способ существования.

Микроорганизмы, которые могут жить как при доступе воздуха, так и без него, называют факультативными анаэробами. Они живут за счет сопряженного окисления-восстановления различных соединений, без вовлечения кислорода. Кислород для них не ядовит или слабо ядовит. Известны факультативные анаэробы (например, дрожжи), способные в зависимости от условий развития переключаться с анаэробного на аэробный тип получения энергии.

Анаэробные микроорганизмы, к которым принадлежат многие бактерии и некоторые дрожжи, получают энергию для жизнедеятельности в процессе брожения.

*Факторы, регулирующие обмен веществ микроорганизмов.* Один из важных факторов – питательная среда. Микроорганизмам требуется целый ряд необходимых элементов питания (углерод, азот, фосфор, макро- и микроэлементы, биологически активные вещества и др.). Источниками углерода для гетеротрофных микроорганизмов могут быть углеводы (моно- и полисахариды), спирты, кислоты и др.

Для микробиологических процессов большое значение имеет реакция среды (рН). Для каждой культуры микроорганизмов есть свои пределы оптимума, максимума и минимума рН. Так, ацидофильным микроорганизмам (некоторые плесени, дрожжи, бактерии) необходимы рН 1,5–4,5, нейтрофильным – рН 6,5–8,0 и базофильным – рН 8,5–9,5. Но большинство микроорганизмов лучше всего развиваются в нейтральной среде при рН 7,0.

Большое значение в жизнедеятельности микроорганизмов имеет кислород. Для аэробных микроорганизмов он жизненно необходим, а для анаэробных является ядом.

Только для факультативно-анаэробных микроорганизмов, например дрожжей, это не имеет существенного значения.

Потребление кислорода зависит от концентрации клеток. Чем она выше, тем больше требуется кислорода. Режим аэрации должен обеспечивать скорость растворения кислорода, которая полностью соответствовала бы расходу.

Очень велико значение температуры для роста и развития микроорганизмов. Большинство используемых в промышленности микроорганизмов являются по отношению к температуре мезофилами – их развитие происходит при температуре 25–37°C. Психрофильные микроорганизмы растут в интервале температур от 0 до 15°C, а термофильные – в интервале температур от 55 до 75°C.

Нормальное функционирование клетки, т. е. обмен веществ, рост и размножение, может происходить только тогда, когда в ней содержится достаточное количество воды и клетки погружены в водную среду с растворенными в ней питательными веществами. При уменьшении содержания воды снижается интенсивность биохимических реакций, а следовательно, и интенсивность жизненных процессов.

*Производственная инфекция и дезинфекция.* В пищевой промышленности микроорганизмы играют двоякую роль. С одной стороны, это культурные микроорганизмы, которые специально выращивают для нужд данного производства, используя особенности их биохимической деятельности и другие свойства. С другой стороны, в пищевые производства попадает инфекция, т. е. посторонние (дикие) микроорганизмы, которые распространены в природе (на ягодах, плодах, в воздухе, воде, почве и т. д.) и попадают из окружающей среды в производство.

Это либо не опасные для здоровья человека сапрофиты, являющиеся, однако, вредителями производства (в результате их жизнедеятельности нарушается технологический процесс, возрастают потери сырья, снижаются выход и качество готовой продукции), либо патогенные микроорганизмы, которые могут нанести вред здоровью человека и стать причиной тяжелых инфекционных заболеваний.

Источники инфекции могут быть как внешними (воздух, вода, сырье), так и внутризаводскими. К внутризаводским относятся воздух производственных помещений, технологическое оборудование, тара, в которых задерживаются остатки производственных жидкостей, являющихся питательной средой для микроорганизмов, а также руки, одежда и обувь обслуживающего персонала.

Для соблюдения на пищевых предприятиях правильного санитарно-гигиенического режима эффективным способом уничтожения и подавления развития посторонних микроорганизмов является дезинфекция.

Дезинфекцией (обеззараживанием) называется уничтожение вредителей данного производства, которые вызывают порчу сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, а также патогенных микроорганизмов – возбудителей пищевых инфекций и пищевых отравлений. Ярким примером вредного влияния микроорганизмов могут служить картофельная болезнь и плесневение хлеба. Картофельная, или тягучая, болезнь хлеба выражается в резких изменениях его качества. Мякиш тянется слизистыми, тонкими нитями, появляются сильные, специфические, неприятные запах и вкус, вызываемые деятельностью спорных микроорганизмов, относящихся к виду *Bacillus subtilis*, широко распространенных в природе. Эти микроорганизмы всегда встречаются в том или ином количестве в зерне и муке.

Плесневение хлеба происходит при неправильном режиме хранения: повышенной температуре (25–30°C) и относительной влажности воздуха выше 70% в хранилищах, а также при повышенном содержании воды в хлебе и его слишком плотной укладке.

Чаще всего плесневение вызывается мицелиальными грибами *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus* и др. Так как в процессе выпечки хлеба грибы и их споры полностью погибают, то плесневение хлеба вызывается попаданием плесневых грибов и их спор на уже выпе-

ченный хлеб. Особая опасность плесневения хлеба заключается в возможном образовании и накоплении афлатоксинов (микотоксинов), вырабатываемых плесневыми грибами.

Для предотвращения плесневения хлеба, выпускаемого в незавернутом виде, необходимо соблюдение максимальной чистоты в производственных помещениях.

*Контрольные вопросы*

1. Какие факторы и как влияют на скорость химических реакций?
2. При получении каких пищевых продуктов происходит кислотный гидролиз сахарозы и какое воздействие он может оказывать на качество готового продукта?
3. В чем заключается кислотный гидролиз крахмала и получение каких продуктов связано с этой химической реакцией?
4. Что такое дисперсная система?
5. Как классифицируются дисперсные системы?
6. Дайте определение коллоидной системы. Каковы особенности коллоидного состояния?
7. Какие основные методы получения коллоидных систем вы знаете?
8. Какие системы относят к микрогетерогенным?
9. Что такое набухание и какие стадии в нем различают?
10. В чем заключается сущность процессов образования мучного теста?
11. Какие системы называются студнями?
12. Какие факторы влияют на структурообразование?
13. Какие факторы влияют на скорость биохимических процессов?
14. Что такое ферментные препараты и где они применяются?
15. Какую роль оказывают ферменты в дыхании растительного сырья?
16. Какую роль играют оксидоредуктазы при производстве и хранении пищевых продуктов?
17. Какова роль амилолитических и протеолитических ферментов при производстве и хранении пищевых продуктов?
18. Какие типы энергетического обмена веществ существуют у микроорганизмов?
19. Какие физические и химические факторы оказывают воздействие на микроорганизмы?
20. Какие фазы наблюдаются в развитии микроорганизмов?
21. Что такое производственная инфекция и какие существуют меры борьбы с ней?

## Литература

1. *Бабиченко Л.В.* Основы технологии пищевых производств. – М.: Экономика, 1974. – 198 с.
2. *Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норинов Е.Г.* Водные биологические ресурсы Камчатки: биология, способы добычи, переработка. – Петропавловск-Камчатский: Новая книга, 2005. – 264 с.
3. *Богданов В.Д., Сафронова Т.М.* Структурообразователи и рыбные композиции. – М.: ВНИРО, 1993. – 172 с.
4. *Воскресенский Н.А.* Посол, копчение и сушка рыбы. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 563 с.
5. *Гиндзбург А.С.* Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. – М.: Пищ. пром-сть, 1973. – 527 с.
6. *Головкин Н.А.* Холодильная технология пищевых продуктов. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1984. – 323 с.
7. *Исаев Н.А.* Кормовая рыбная мука. – М.: Агропромиздат, 1985. – 189 с.
8. Технология копчения мясных и рыбных продуктов / Г.И. Касьянов, С.В. Золотникова, И.А. Палагина, О.И. Квасенков. – Ростов-на-Дону: Март, 2002. – 143 с.
9. *Крусь Г.Н. и др.* Технология молочных продуктов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 367 с.
10. *Лопцук М., Мексон Р.* Основные процессы пищевых производств. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1983. – 382 с.
11. *Скурихин И.М., Нечаев А.П.* Все о пище с точки зрения химика. – М.: Высш. шк., 1991. – 288 с.
12. Справочник товароведов продовольственных товаров. Т. 1 / Под ред. Б.В. Андрест. – М.: Экономика, 1980. – 416 с.
13. Технология пищевых производств / Л.П. Ковальская, И.С. Шуб, Г.М. Мелькина и др. – М.: Колос, 1999. – 752 с.
14. Технология обработки водного сырья / И.В. Кизеветтер, Т.И. Макарова, В.П. Зайцев и др. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 696 с.
15. *Шевченко В.В.* Товароведение и экспертиза потребительских товаров. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 544 с.
16. *Толстогузов В.Б.* Новые формы белковой пищи. – М.: Агропромиздат, 1987. – 304 с.
17. *Уитон Ф.У., Лосон Т.Б.* Производство продуктов питания из океанических ресурсов. Т. 1. – М.: Агропромиздат, 1989. – 350 с.

**Учебное пособие**

**Богданов Валерий Дмитриевич  
Дацун Владимир Михайлович  
Ефимова Марина Васильевна**

**ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ И ВВЕДЕНИЕ  
В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

Редактор Г.Ф. Майорова  
Технический редактор Е.Е. Бабух  
Набор текста М.В. Ефимова  
Верстка, оригинал-макет Е.Е. Бабух

Подписано в печать 04.10.2007 г.  
Формат 61\*86/8. Печать офсетная. Гарнитура Times New Roman  
Авт. л. 21,22. Уч.-изд. л. 21,63. Усл. печ. л. 26,43  
Тираж 100 экз. Заказ № 870

Издательство  
Камчатского государственного технического университета

Отпечатано полиграфическим участком издательства КамчатГТУ  
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35