

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технологии и технического обеспечения процессов
переработки сельскохозяйственной продукции

М. А. Челомбитько, В. М. Поздняков

**ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА
И ПЕРЕРАБОТКИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

Рекомендовано

*Учебно-методическим объединением
по образованию в области сельского хозяйства
в качестве учебно-методического комплекса
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальностям*

*1-74 06 05 «Энергетическое обеспечение сельского хозяйства
(по направлениям)», 1-53 01 01 «Автоматизация технологических
процессов и производств (по направлениям)», направление специальности
1-53 01 01-09 «Автоматизация технологических процессов и производств
(Сельское хозяйство)»*

Минск
БГАТУ
2012

УДК 664(07)
ББК 36я7
Ч39

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой
«Технологии хранения и переработки растительного сырья»
учреждения образования «Гродненский государственный аграрный
университет» *Г. А. Жолік*;
кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник отдела
технологии продуктов из картофеля, плодов и овощей РУП
«Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию» *В. В. Литвяк*

Челомбитько, М. А.

Ч39 Технологии и техническое обеспечение производства и переработки
сельскохозяйственной продукции : учеб.-метод. комплекс / М. А. Че-
ломбитько, В. М. Поздняков. – Минск : БГАТУ, 2012. – 308 с.
ISBN 978-985-519-458-4.

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Технологии и техническое обес-
печение производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (разделы
«Рабочие процессы и технологические линии по переработке сельскохозяйственного
сырья на предприятиях АПК», «Оборудование и аппараты перерабатывающих про-
изводств, их устройство и принцип действия») содержит словарь основных понятий,
необходимых для изучения, краткий курс лекций, материалы к практическим и лабо-
раторным занятиям, вопросы и задания для самоконтроля студентов, задания для
управляемой и самостоятельной работы студентов, а также примеры разноуровневых
заданий для контроля результатов изучения.

Предназначен для студентов очной и заочной форм обучения по специальностям
1-74 06 05 «Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (по направлениям)»,
1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств (по направле-
ниям)», направление специальности 1-53 01 01-09 «Автоматизация технологических
процессов и производств (Сельское хозяйство)».

УДК 664(07)
ББК 36я7

ISBN 978-985-519-458-4

© БГАТУ, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|-----------|
| ВВЕДЕНИЕ | 5 |
| ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН | 9 |
| МОДУЛЬ 1. РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЛИНИИ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК | 11 |
| НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЯ..... | 13 |
| Словарь основных понятий | 13 |
| Лекция 1. Введение в дисциплину | 16 |
| Лекция 2. Рабочие процессы и технологические линии для производства пищевых продуктов путем разборки сельскохозяйственного сырья на компоненты..... | 58 |
| Лекция 3. Рабочие процессы и технологические линии для производства пищевых продуктов путем сборки из компонентов сельскохозяйственного сырья..... | 95 |
| Лекция 4. Рабочие процессы и технологические линии для производства пищевых продуктов путем комбинированной переработки сельскохозяйственного сырья | 127 |
| МАТЕРИАЛЫ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ | 151 |
| Лабораторная работа № 1. Определение качества картофеля на его пригодность к производству обжаренных картофелепродуктов | 151 |
| Лабораторная работа № 2. Оценка качества колбасных изделий на соответствие стандартам | 155 |
| ЗАДАНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЯЕМОЙ РАБОТЫ | 158 |
| ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ | 159 |
| ПРИМЕРЫ РАЗНОУРОВНЕВЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ | 161 |

| | |
|---|------------|
| МОДУЛЬ 2. ОБОРУДОВАНИЕ И АППАРАТЫ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ, ИХ УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ | 163 |
| НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЯ..... | 165 |
| Словарь основных понятий | 165 |
| Лекция 1. Оборудование для ведения механических, гидромеханических, тепломассообменных процессов..... | 170 |
| Лекция 2. Оборудование для ведения биотехнологических процессов, упаковывания пищевой продукции | 184 |
| Лекция 3. Приоритетные научные проблемы и инженерные задачи развития машинных технологий производства пищевых продуктов | 191 |
| МАТЕРИАЛЫ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ | 201 |
| Практическое занятие № 1. Устройство, принцип действия, расчет тестомесильной машины | 201 |
| Практическое занятие № 2. Устройство, принцип действия, расчет цилиндрикоконического броидильного аппарата..... | 211 |
| Практическое занятие № 3. Устройство, принцип действия, расчет разливочного автомата | 220 |
| Практическое занятие № 4. Устройство, принцип действия, расчет подвесных конвейерных путей..... | 232 |
| Устройство, принцип действия, расчет шкуросъемных машин | 241 |
| Практическое занятие № 5. Устройство, принцип действия, расчет волчка..... | 247 |
| Практическое занятие № 6. Устройство, принцип действия, расчет обжарочной печи..... | 255 |
| ЗАДАНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЯЕМОЙ РАБОТЫ | 264 |
| ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ..... | 265 |
| ПРИМЕРЫ РАЗНОУРОВНЕВЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ | 267 |
| СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ..... | 269 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ | 271 |

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных задач, стоящих перед пищевой промышленностью и пищевым машиностроением, является создание высокоэффективного технологического оборудования, которое наряду с использованием прогрессивных технологий значительно повышает производительность труда, сокращает негативное воздействие на окружающую среду и способствует экономии исходного сырья, топливно-энергетических и материальных ресурсов.

Будущее перерабатывающих предприятий – за автоматизированными и автоматическими поточными линиями в составе крупных пищевых и перерабатывающих предприятий. Автоматизация производства представляет собой комплексную конструкторско-технологическую задачу создания новой техники. Главное направление в решении этой задачи – не замена функций человека при обслуживании существующих машин и агрегатов, а разработка таких технологических процессов, которые были бы вообще невозможны при непосредственном участии человека. В соответствии с требованиями автоматизации предусматривается переход от многостадийных процессов с системой транспортирования продуктов от одного аппарата к другому к одностадийным, от малопроизводительного оборудования к высокопроизводительному, от периодических процессов к непрерывным. Поэтому в настоящее время на перерабатывающих предприятиях востребованы специалисты по энергетическому обеспечению сельскохозяйственного производства и автоматизации производственных процессов, которые должны знать современные технологии и оборудование переработки сельскохозяйственного сырья.

Дисциплина «Технологии и техническое обеспечение производства и переработки сельскохозяйственной продукции» фор-

мирует базовые теоретические знания, необходимые специалистам специальностей 1-74 06 05 «Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (по направлениям)», 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств (по направлениям)», направление специальности 1-53 01 01-09 «Автоматизация технологических процессов и производств (Сельское хозяйство)».

Цель дисциплины – формирование у студентов системы знаний по современным технологиям и оборудованию переработки сельскохозяйственного сырья для получения высококачественной конкурентоспособной на международном рынке продукции.

Задачи дисциплины:

- изучение основных процессов пищевых производств, лежащих в основе создания технологий и оборудования; классификации технологического оборудования и технологических линий; современных технологий хранения и переработки сельскохозяйственной продукции; отдельных видов оборудования различных перерабатывающих отраслей;
- анализ стандартов на сельскохозяйственную продукцию;
- освоение методов расчета рабочих параметров технологического оборудования;
- освоение современных методов поиска, обработки и использования информации;
- формирование умений работать самостоятельно, анализировать и оценивать собранные данные, быть способным к критике.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

• **знать:**

- классификацию сельскохозяйственного сырья, основных процессов пищевых производств, технологического оборудования, технологических линий;
- технологические операции производства определенных видов пищевых продуктов;
- общее устройство машин и аппаратов;
- работу технологических линий;

• **уметь:**

– проводить сравнительный анализ различных видов технологических линий и оборудования для переработки сельскохозяйственного сырья;

– проводить расчеты рабочих параметров технологического оборудования;

– проводить оценку качества продуктов на соответствие стандартам;

• **иметь представление:**

– о современных методах хранения и переработки сельскохозяйственного сырья;

– о стандартизации и сертификации сельскохозяйственной продукции;

• **формировать** базовые компетенции.

Все вышесказанное послужило основанием для разработки данного учебно-методического комплекса, целью которого является оказание помощи студентам в изучении основ переработки сельскохозяйственного сырья.

Учебно-методический материал дисциплины «Технологии и техническое обеспечение производства и переработки сельскохозяйственной продукции» в предлагаемом издании представлен в виде учебно-методического комплекса, содержащего все виды занятий. При структурировании содержания дисциплины учебный материал разделен на относительно самостоятельные части – модули (приведены в примерном тематическом плане), которые состоят из следующих элементов:

1. Знания, умения, которыми должны овладеть студенты в результате изучения модуля.

2. Научно-теоретическое содержание модуля и вопросы для самоконтроля.

3. Материалы к практическим (или лабораторным) занятиям.

4. Задания для управляемой и самостоятельной работы.

5. Примеры разноуровневых заданий для контроля результатов изучения модуля.

В научно-теоретическом содержании модулей студентам предлагается словарь основных понятий, которые им необходимо усвоить; изложен теоретический лекционный материал; по окончании каждой темы предусмотрены контрольные вопросы для самопроверки знаний.

Материалы к практическим занятиям, представленные в данном учебно-методическом комплексе, состоят из краткого теоретического введения для решения практических примеров, вариантов заданий (с рекомендациями по их выполнению) и контрольных вопросов для закрепления материала.

Примеры заданий для контроля результатов обучения состоят из тестовых заданий различных уровней сложности.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Таблица 1

| Занятие | Общее количество аудиторных часов на занятие | В том числе, ч | | | |
|---|--|----------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| | | лекции | практические занятия (семинарские) | лабораторные занятия | УСРС/ контроль знаний |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Модуль 1 | 14 | 8 | | 4 | 2 |
| 1. Введение в дисциплину | 2 | 2 | | | |
| 2. Рабочие процессы и технологические линии для производства пищевых продуктов путем разборки сельскохозяйственного сырья на компоненты | 2 | 2 | | | |
| 3. Рабочие процессы и технологические линии для производства пищевых продуктов путем сборки из компонентов сельскохозяйственного сырья | 4 | 2 | | 2 | |
| 4. Рабочие процессы и технологические линии для производства | | | | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| пищевых продуктов путем комбинированной переработки сельскохозяйственного сырья | 6 | 2 | | 2 | 2 |
| Модуль 2 | 20 | 6 | 12 | | 2 |
| 1. Оборудование для ведения механических, гидромеханических, тепломассообменных процессов | 10 | 2 | 8 | | |
| 2. Оборудование для ведения биотехнологических процессов, упаковывания пищевой продукции | 6 | 2 | 4 | | |
| 3. Приоритетные научные проблемы и инженерные задачи развития машинных технологий производства пищевых продуктов | 4 | 2 | | | 2 |
| ИТОГО | 34 | 14 | 12 | 4 | 4 |

**Модуль 1.
РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ЛИНИИ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК**

В результате изучения модуля студент должен:

– **знать** классификацию сельскохозяйственного сырья, основных процессов пищевых производств, технологического оборудования, технологических линий; общее устройство машин и аппаратов; технологические операции производства пищевых продуктов;

– **уметь** проводить сравнительный анализ различных видов технологических линий для производства пищевых продуктов, оценку качества продуктов на соответствие стандартам; находить необходимую информацию; работать в команде; использовать междисциплинарный подход при решении проблем.

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЯ

СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ

Аминокислоты незаменимые – аминокислоты, которые организм человека не способен синтезировать, но которые входят в состав белковых веществ человека.

Аппарат – технологическое оборудование, в котором обрабатываемый продукт изменяет свои физико-механические, биохимические свойства или агрегатное состояние.

Белки – это органические высокомолекулярные соединения, состоящие из аминокислот.

Белки полноценные – это белки, которые содержат в необходимом количестве все незаменимые аминокислоты (казеин молока и яичный альбумин).

Белки неполноценные – это белки, которые не содержат хотя бы одну из незаменимых аминокислот (белок картофеля, бобовых, пшеницы, ржи).

Витамины – органические вещества, являясь составной частью ферментов, стимулируют их нормальную функцию и активность.

Гибридные сорта пива – их приготовление связано с комбинированием ингредиентов и технологий, характерных для разных типов пива.

Глубокий автолиз – при хранении созревшего мяса в незамороженном состоянии в нем протекают процессы распада белков и жиров, изменяются цвет и консистенция, ухудшаются вкус и запах мяса.

Жиры (липиды) – органические вещества, представляющие собой сложные эфиры трехатомного спирта глицерина (около 10 %) и жирных кислот.

Жировая ткань – совокупность жировых клеток, отделенных одна от другой прослойками рыхлой соединительной ткани.

Жир-сырец – жир, откладывающийся возле внутренних органов при откармливании животных.

Консервирование – это способ обработки пищевых продуктов, предохраняющий их от порчи, прежде всего микробиологической, и позволяющий удлинить сроки их хранения.

Лагер – тип пива, при изготовлении которого используются дрожжи низового брожения. Лагер сбраживается при относительно низких температурах (5–15 °С), после чего длительное время выдерживают при температуре около 0 °С – за это время пиво осветляется и насыщается углекислым газом.

Ламбик (бельгийское пиво самопроизвольного брожения) – сбраживается по технологии лагера без использования культурных дрожжей при помощи микроорганизмов, присутствующих в самом сусле и попадающих в него из воздуха.

Машина – технологическое оборудование, в котором обрабатываемый продукт, сохраняя свои физико-механические и другие свойства, изменяет только форму, размеры и т. п.

Молоко – питательная жидкость, вырабатываемая молочными железами самок млекопитающих.

Мороженое – замороженная сладкая масса из молочных продуктов с различными добавками.

Мышечная ткань – основная съедобная ткань, определяющая высокую пищевую ценность мяса. Состоит из сильно вытянутых (до 15 см) многоядерных клеток-волокон. Она является основным источником белка для организма человека.

Мясо – туша или ее часть, представляющая собой совокупность мышечной, жировой, соединительной тканей и костей или без них.

Окоченение мяса – спустя 3–5 часов после убоя, в зависимости от температуры окружающей среды, мясо теряет нежную консистенцию, становится жестким, имеет низкие вкусовые и кулинарные качества.

Особые сорта пива – как правило, к этой категории относят необычные по составу сорта пива, а также пиво с различными добавками или родственные пиву напитки на основе брожения, например корневое пиво.

Парное мясо – мясо, полученное сразу после убоя животного, имеет мягкую, нежную консистенцию, очень слабый аромат, отличается хорошими вкусовыми качествами.

Пастеризованное молоко – молоко, подвергнутое тепловой обработке при температуре ниже 100 °С.

Полив – подкожный жир у КРС и коней.

Пшеничное пиво – помимо наличия пшеничного солода отличается тем, что для приготовления пива используют метод дображивания в бутылке. Как правило, пшеничное пиво подается нефильтованным, поэтому вместо названия Weizenbier (нем. – пшеничное пиво) используют Weissbier (нем. – белое пиво).

Сгущенное молоко вырабатывают из цельного молока, обезжиренного молока или пахты. Сгущенное молоко с сахаром бывает цельное, нежирное и стерилизованное.

Сливки – это жировая часть молока, полученная при сепарировании.

Сливочное масло – пищевой продукт, вырабатываемый из коровьего молока, состоящий преимущественно из молочного жира и обладающий специфическим, свойственным ему вкусом, запахом и пластичной консистенцией.

Соединительная ткань – система, состоящая из аморфного межклеточного вещества, тончайших волокон и форменных элементов-клеток. Из соединительной ткани построены сухожилия, суставные соединения, оболочки мышц, хрящи дыхательных путей, кровеносные сосуды и прочее.

Созревание мяса – все биохимические и физико-химические процессы, происходящие в мясе после убоя животного и влияющие на его кулинарные свойства и пищевую ценность.

Собственное созревание мяса – через 24–72 часа после убоя, в зависимости от внешних условий, под воздействием ферментативных процессов мышцы расслабляются и мясо снова приобретает нежную консистенцию, сочность, специфический аромат.

Сухое молоко – это белый порошок с содержанием влаги от 4 до 7 %.

Творог – это белковый кисломолочный продукт, вырабатываемый из цельного или обезжиренного молока путем сквашивания культурами молочнокислых бактерий с применением или без применения сычужного фермента или пепсина.

Технология – учение или наука о способах и средствах переработки материала.

Технологическая операция – это часть большого производственного процесса, действия по изменению и последующей фиксации состояния обрабатываемой среды.

Технологическая подсистема – объединение как минимум двух технологических операций, что соответствует определенному комплексу технологического оборудования или набору оборудования в границах производственного участка.

Технологическая линия – объединение нескольких подсистем, на которых осуществляются все стадии переработки сырья и выпуска готовой продукции.

Ферменты – это белковые вещества, которые вырабатываются только живыми клетками и ускоряют реакции в организмах, т. е. являются биокатализаторами.

Шпик – подкожный жир у свиней.

Эль – тип пива, при изготовлении которого используются дрожжи верхового брожения. Эль сбраживается при относительно высокой температуре (15–25 °С). Эль часто имеет фруктовый привкус, обычно в них повышенное содержание спирта.

ЛЕКЦИЯ 1. ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ

План лекции

1. Характеристика и классификация пищевого сырья и готовой продукции.
2. Основные процессы пищевых производств.
3. Устройство технологического оборудования.
4. Классификация технологического оборудования и технологических линий.

1. Характеристика и классификация пищевого сырья и готовой продукции

Переработкой различного вида сырья занимаются соответствующие отрасли перерабатывающей промышленности АПК, т. е. аграрно-промышленного комплекса. Перерабатывающий комплекс АПК включает семь основных перерабатывающих отраслей (ПО): **пищевая, мясная, молочная, птицеперерабатывающая, рыбоперерабатывающая, зерноперерабатывающая, холодильная** (в части производства пищевой продукции).

Производство пищевых продуктов связано с использованием различных видов сырья. При этом часть отраслей пищевой промышленности занята первичной обработкой сырья (мукомольно-крупяная, сахарная, крахмало-паточная, консервная и овощесушильная, спиртовая), а часть – вторичной переработкой сырья (хлебопекарная, макаронная, кондитерская, дрожжевая).

В зависимости от объемов переработки сельскохозяйственное сырье подразделяется на 2 группы: **основное** и **дополнительное**.

Основное сельскохозяйственное сырье – зерно, мука, солод, крахмал, сахар, масличное сырье, плоды, ягоды, овощи, мясо, молоко, вода.

Дополнительное сырье – **желирующие** (пектин, агар, желатин), **пенообразующие** (яичный белок, гидролизаты молочного белка, мыльный корень), **поверхностно-активные вещества** (природные – фосфолипиды, яичный белок, смолы, воски; синтетические – моноглицериды и их эфиры), **ароматизаторы** (натуральные

извлекают из эфирно-масличных культур; синтетические получают путем органического синтеза), **пищевые красители** (натуральные – энокраситель, кармин; синтетические – индигокармин, тартразин), **пищевые кислоты** (лимонная, винная, молочная), **яйцепродукты** (яйца; мороженые – меланж, желток, белок; сухие – яичный порошок, белок, желток).

Основное сырье

Зерно

Зерно – важнейший продукт сельского хозяйства. По количеству питательных веществ (белка, углеводов, а также минеральных веществ и витаминов группы В) продукты переработки зерна (мука, крупа, хлеб, макаронные изделия) составляют около 1/3 рациона питания человека.

По химическому составу все зерновые культуры делят на **три группы**.

К **1 группе** относится зерно, богатое крахмалом. Эта группа имеет две подгруппы:

а) **хлебные злаки** (пшеница, рожь, ячмень, овес);

б) **ложные злаки** – (кукуруза, рис, просо и семейство гречишных).

Ко **2 группе** относятся культуры, богатые белком. Это семейство **бобовых**.

3 группа объединяет **масличные культуры**, семена которых богаты жиром, – это **подсолнечник, хлопчатник, соя, лен, клещевина, горчица, рапс, арахис, конопля, кокосовая и масличная пальмы**.

Зерно состоит из следующих анатомических частей: **оболочка, алейроновый слой, эндосперм и зародыш**.

Оболочка делится на **плодовую и семенную**. Плодовая 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. **Алейроновый слой**, называемый иногда оболочкой эндосперма, состоит из ряда крупных клеток. Играет важную роль при доставке питательных веществ развивающемуся молодому зерну.

Самая ценная часть зерна, из которого получают высшие сорта муки, – это **эндосперм**, или мучнистое ядро, состоящий из зерен крахмала, окруженных частицами белка. На его долю приходится

до 85 % массы зерна. Чем больше эндосперма в зерне, тем больше выход муки. **Эндосперм** может быть **стекловидным, полустекловидным и мучнистым**. Стекловидная пшеница отличается от мучнистой более высоким содержанием белка и физическими свойствами – большей плотностью и твердостью. При переработке такая пшеница дает больший выход муки высших сортов.

От эндосперма щитком отделен **зародыш** – это часть зерна, где находятся первичные органы развития нового растения. Зародыш богат питательными веществами: белками, сахарами, жирами, витаминами, ферментами. Однако 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, будет нестойкой при хранении и сравнительно быстро испортится.

Таким образом, в зерне злаковых больше всего содержится углеводов, из которых первое место принадлежит крахмалу. Сахар представлен в основном сахарозой. Содержание жира невелико. Основную массу азотистых веществ составляют белки, которые, как и крахмал, в основном содержатся в эндосперме. Некоторые белки, в основном белки пшеницы, при поглощении воды могут образовывать упругоэластичный гель – **клейковину**, которая определяет объем и пористость хлеба.

Витамины представлены в основном группой В, находятся преимущественно в зародыше и алейроновом слое. В эндосперме их очень мало. Это значит, что чем выше сорт муки, тем меньше в ней содержание витаминов, тем менее она ценна в пищевом отношении.

Пшеница является первой по значению. Она бывает двух видов – **мягкая и твердая**, причем большие площади отдают под посевы мягкой пшеницы, на ее долю, например, в России, приходится до 90 % посевов и сборов. По срокам посева пшеница бывает яровая и озимая.

Мягкую пшеницу по технологическим (мукомольным и хлебопекарным) достоинствам делят на три группы – **сильную, среднюю и слабую**. **Сильной** называется пшеница определенных сортов, с высоким содержанием белка (не менее 14 % сухого вещества) и стекловидностью не ниже 60 %. Из муки такой пшеницы получают упругопластинчатое, неразжижающееся тесто, хлеб из нее получается большого объема с хорошим пористым мякишем.

Слабая пшеница – с малым содержанием белка (менее 11 % СВ), в основном мучнистая (стекловидность менее 40 %). Слабая пшеница обладает низкими хлебопекарными качествами. Хлеб получается с низким объемом и грубой пористостью. В качестве улучшителей слабых пшениц используют сильные пшеницы. В то же время из слабой пшеницы получают муку, вполне пригодную для производства мучных кондитерских изделий.

Средняя пшеница – наиболее распространенная пшеница, по своим свойствам занимает промежуточное положение между сильной и слабой, обладает хорошими хлебопекарными свойствами, но эффективно улучшать слабую пшеницу не может.

Твердая пшеница значительно отличается от мягкой: она уступает ей по урожайности, имеет преимущественно яровые формы. Твердую пшеницу по хлебопекарным свойствам на группы не разделяют. Зерно этой пшеницы в чистом виде имеет низкие хлебопекарные качества, хлеб получается небольшого объема и с плотным мякишем. Главное назначение твердых пшениц – производство из них макаронных изделий.

Из всех злаковых культур пшеница отличается наиболее высоким содержанием белка (9–26 %). Существует закономерность в накоплении зерном пшеницы белка: чем восточнее и южнее она выращивается, тем больше в ней белка.

Второй по назначению зерновой культурой после пшеницы является **рожь**. Это в основном озимая культура. По сравнению с пшеницей содержит меньше белка (9–20 %), однако он более полноценен. Полезнее рожь и по минеральному составу, в ней больше калия, магния, кальция. В зерне ржи содержится в 2 раза больше сахаров. Ржаной хлеб медленнее черствеет, чем пшеничный. Однако тесто и мякиш такого хлеба более липкие, мякиш хлеба более влажный, чем у пшеничного. Рожь используют для получения муки и солода.

Ячмень. Ячмень занимает в нашей стране 2-е место по объему производства после ржи. Может быть озимым и яровым. В основном выращивают яровые сорта. По содержанию белка (7–25 %) и сахаров ячмень занимает промежуточное положение между пшеницей и рожью. Используют для различных целей: получения муки, крупы, пива, солода, спирта, солодовых экстрактов и ячменного кофе. Для приготовления хлеба ячмень используют в тех районах (северных районах России), где выращивание других злаков затруднено. Хлеб из такого зерна получается низкого качества,

быстро черствеет, поэтому ячменную муку лучше применять в качестве добавки к пшеничной. Для выработки муки и крупы используют стекловидный или полустекловидный ячмень, а для получения пива – мучнистый.

Овес. Эта культура бывает продовольственной и фуражной. Белок овса наиболее полноценен из всех злаковых. Отличается высоким содержанием минеральных веществ, в основном соединений фосфора, и жира (до 10 %). Овес используется для производства солода, различных видов крупы, толокна, диетических продуктов и продуктов детского питания. Овсяная мука употребляется также для приготовления киселей и печенья.

На все злаковые культуры утверждены соответствующие стандарты.

Мука

Мука – важнейший продукт переработки зерна. Ее классифицируют по виду, типу и сорту. Вид муки определяется той зерновой культурой, из которой она получена (пшеничная, ржаная, овсяная). Возможно получение муки из смеси зерна различных культур (пшеницы и ржи – пшенично-ржаная).

В зависимости от свойств и назначения мука может быть 2-х типов – **хлебопекарной** и **макаронной**. Например, пшеница дает 2 типа муки. **Хлебопекарную** муку получают из **мягких сортов пшеницы**, **макаронную** – из **твердых**, высокостекловидных (стекловидность не ниже 60 %). Мука из ржи выпускается только одного типа – хлебопекарная.

Сорт муки связан с ее выходом, т. е. количеством муки, получаемой из 100 кг зерна. Выход муки выражается в процентах. Чем больше выход муки, тем ниже ее сорт. Из зерна пшеницы вырабатывают хлебопекарную муку пяти сортов: крупчатку, высшего, 1, 2 сортов и обойную. Из зерна ржи – трех сортов: сеяную, обдирную и обойную. Из смеси пшеницы и ржи выпускают два сорта муки типа обойной: пшенично-ржаную (70 и 30 % соответственно) и ржано-пшеничную (60 и 40 % соответственно).

Солод

Солод – это пророщенное и высушенное в специально созданных условиях зерно. Для получения солода в основном используют ячмень и рожь, реже – рис, пшеницу, овес и просо. При проращивании в зерне накапливается много различных ферментов, которые значительно изменяют его исходный состав. Солод бывает свежепроросший и сухой. Сухой солод служит источником

ферментов, витаминов, ароматических и минеральных веществ при производстве пива, безалкогольных напитков. Свежепроросший солод применяют в спиртовом производстве для осахаривания крахмалосодержащего сырья – пшеницы, картофеля, – т. е. гидролиза крахмала.

Крахмал

Крахмал – это основное резервное вещество, которое скапливается в семенах, клубнях или корнях растений. Находится в них в виде зерен. По химической природе это полисахарид. При кислотном гидролизе крахмал расщепляется до конечного продукта – глюкозы. Потребность человека в крахмале – 400–450 г в сутки. Картофельный крахмал выпускается 4 сортов – экстра, высший, 1, 2; кукурузный – двух сортов – высшего и первого. Крахмал находит применение в пищевой, полиграфической, текстильной промышленности.

Сахар

Сахар представляет собой практически чистую сахарозу – $C_{12}H_{22}O_{11}$. Это дисахарид, который под действием кислоты или ферментов распадается на глюкозу и фруктозу, смесь которых называется инвертным сахаром. Инвертный сахар гигроскопичен и предохраняет варенье от засахаривания, замедляет процесс черствения хлеба, предохраняет от высыхания кондитерские изделия: мармелад, пастилу. В растворах сахароза – сильный дегидрататор, т. е. отнимает воду от других веществ. Это свойство используется при консервировании.

В промышленности сахар получают из сахарной свеклы и сахарного тростника. Выпускаются следующие виды сахара:

- сахар-песок;
- сахар жидкий;
- сахар-рафинад.

Масличное сырье

Основное сырье для производства растительных масел – плоды и семена растений, входящих в группу масличных, к которым относятся подсолнечник и хлопчатник. В настоящее время для получения масла перерабатываются семена сои, рапса. В небольших количествах на масло перерабатываются лен, клещевина, горчица. Перспективным источником масел являются маслосодержащие отходы пищевых производств – фруктовые косточки, отруби, зародыши. В небольших объемах периодически из-за рубежа поступает в страну следующее масличное сырье:

копра – высушенная маслосодержащая ткань (эндосперм) плодов кокосовой пальмы, **пальмиста** – ядра плодов масличной пальмы, **плоды арахиса** – земляной орех, относящийся к семейству бобовых.

Плоды, ягоды и овощи

Овощи, фрукты и ягоды в наименьшей степени поддаются замене другими продуктами и являются важными источниками пищевых веществ, принимающих большое участие в обменных процессах и пищеварении: витаминов, минеральных солей щелочного характера, микроэлементов, различных углеводов, пищевых волокон, органических кислот. Плоды и овощи, используемые для питания человека, отличаются большим разнообразием видов и сортов.

Овощи и плоды имеют следующую классификацию:

• **овощи:**

- 1) **клубнеплоды** – картофель, батат (сладкий картофель);
- 2) **капустные** – капуста белокочанная, цветная и др.;
- 3) **корнеплоды** – морковь, свекла, репа, редька, редис, петрушка, сельдерей;
- 4) **луковые** – лук репчатый, зеленый (перо), порей и др.;
- 5) **салатные и шпинатные** – салат листовой, кресс и др., шпинат, щавель;
- 6) **томатные** – томаты, баклажаны, перец;
- 7) **тыквенные** – огурцы, кабачки, тыква, арбузы, дыни, патиссоны;
- 8) **десертные** – спаржа, артишок, ревень;
- 9) **пряные** – укроп, хрен, эстрагон (тархун), чабер и др.;
- 10) **бобовые (зеленые стручки)** – горох, фасоль, бобы;

• **плоды:**

- 1) **семечковые** – яблоки, груши, айва, рябина и др.;
- 2) **косточковые** – абрикосы, персики, слива, вишня и др.;
- 3) **ягоды** – виноград, крыжовник, смородина, черника, клюква, малина, земляника, клубника и др.;
- 4) **тропические и субтропические** – цитрусовые (апельсины, лимоны, мандарины, грейпфруты), хурма, гранат, финики, инжир, бананы, ананасы, маслины (оливки) и др.;
- 5) **орехи** – фундук, грецкие, миндаль, фисташки и др. Условно орехами считают бобы арахиса (земляной орех).

Семечковые, косточковые, тропические и субтропические (кроме маслин) плоды называют фруктами.

Мясо

Сырьем для мясной промышленности являются убойные животные, т. е. сельскохозяйственные животные, предназначенные на мясо и поступившие на мясоперерабатывающие предприятия. **В нашей республике мясо получают при убое крупного рогатого скота, свиней, лошадей, овец, кроликов и птицы.** Более 50 % в структуре мясных ресурсов занимает **говядина**, и около 40 % – **свинина**. Крупный рогатый скот – наиболее ценный источник получения мясных и молочных продуктов, а также продуктов убоя.

Показателями мясной продуктивности животных являются **убойная масса** (масса парной мясной туши с прилегающим поверхностным жиром, без головы, шкуры, внутренних органов и конечностей) и **убойный выход мяса** (убойная масса, выраженная в процентах от живой массы животного).

Мясо – скелетная поперечно-полосатая мускулатура животного с прилегающими к ней жировой и соединительной тканями, а также прилегающей костной тканью (мясо на костях) или без нее (бескостное мясо).

По виду животных мясо подразделяют на: говядину (мясо крупного рогатого скота, кроме телят), телятину (мясо телят), баранину (мясо овец, кроме ягнят), ягнятину (мясо ягнят), свинину (мясо свиней), козлятину (мясо коз), конину (мясо взрослых и молодняка лошадей), жеребятину (мясо жеребят), оленину (мясо оленей), кабанину (мясо кабанов), крольчатину (мясо кроликов), мясо лосей, мясо косули, мясо нутрии, мясо птицы (кур, уток, гусей, индеек, цесарок).

По полу животных мясо подразделяют на три группы: мясо самцов, мясо кастрированных самцов (вол, мерин, валух, боров), мясо некастрированных самцов (бык, баран, хряк, козел, жеребец). Мясо самцов в торговлю не поступает, а направляется на промышленную переработку.

По возрасту животных мясо подразделяют на три группы: мясо взрослых животных, мясо молодняка, мясо молочников.

По пищевому назначению мясо подразделяется на 2 категории: пригодное для реализации в торговой сети или для использования на предприятиях общественного питания; подлежащее промышленной переработке.

Молоко и молочные продукты

Молоко – многокомпонентная полидисперсная система, в которой все составные вещества находятся в тонкодисперсном состоянии,

что обеспечивает молоку жидкую консистенцию. Классификация молока в зависимости от вида животного: коровье, оленье, лосиное, козье, кобылье, верблюжье, буйволиное. Коровье молоко – материнское молоко коров – производится в больших количествах и является наиболее продаваемым видом молока животных.

Молоко представляет собой сложную полидисперсную систему и состоит из воды, жиров, белков, углеводов, минеральных солей и микроэлементов.

Молочный жир находится в плазме молока в виде жировых шариков. Отличается высокой пищевой ценностью, хорошей усвояемостью.

Белки молока неоднородны по составу и делятся на две группы: казеин и сывороточные белки. Очень важно то, что белки молока являются полноценными.

Углеводы молока представлены молочным сахаром (лактозой) – это дисахарид, глюкозой и галактозой – это простые сахара.

Способность казеина коагулировать, а молочного сахара сбраживаться под действием кислот, ферментов используется при производстве кисломолочных продуктов, сыра.

Минеральные вещества представлены солями органических и неорганических кислот. В молоке содержатся микроэлементы: марганец, медь, железо, йод и др.

Молочные продукты подразделяют на следующие группы: цельномолочные – молоко, сливки, молочнокислые напитки, сметана, творог; сыры; молочные консервы; масло; мороженое.

Питьевое молоко классифицируют: по способу обработки; по содержанию жира, сухих веществ и добавок; по способу расфасовки.

По способу обработки молоко бывает пастеризованное, топленое, стерилизованное.

По содержанию жира, сухих веществ и добавок – цельное, нормализованное, восстановленное, повышенной жирности, белковое, витаминизированное.

По способу расфасовки – в стеклянных бутылках, бумажной таре, полиэтиленовой пленке, флагах и цистернах.

Вода

Предприятия пищевых производств потребляют большое количество воды для технологических целей. Свойства и состав воды должны соответствовать стандартам.

Вода характеризуется органолептическими, микробиологическими показателями, безвредностью химического состава, т. е. конт-

ролируется содержание алюминия, мышьяка, фтора и т. д., жесткостью. **Жесткость** – это свойство воды, обусловленное содержанием в ней ионов кальция и магния. Различают следующие **виды жесткости**: общая, карбонатная, некарбонатная, устранимая и неустраиваемая.

Дополнительное сырье

В производстве пищевых продуктов кроме основного сырья используют разнообразное дополнительное сырье. Самые распространенные: соль, желирующие, пенообразующие, поверхностно-активные вещества, пищевые красители, ароматизаторы и кислоты, яйца и яйцепродукты.

Желирующие вещества – пектин, агар, агароид и фуцелларан, желатин. Используют для получения изделий студнеобразной структуры.

Пектин – полисахариды второго порядка, содержащиеся в ягодах, фруктах, клубнях и стеблях растений.

Агар – продукт переработки водоросли анфельдии. Это полисахарид, состоящий из остатков галактозы.

Агароид получают из морской водоросли филлофоры.

Фуцелларан получают из морских водорослей фуцеллярии.

Желатин – белок, получаемый из костей, сухожилий и шкур животных.

Пенообразующие вещества – яичный белок, гидролизаты молочного белка и мыльный корень. Используют в производстве зефира, пастилы, восточных сладостей.

Мыльный корень растения мыльнянки используют при изготовлении халвы.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) обладают способностью адсорбироваться на поверхности раздела фаз, снижая поверхностное натяжение, препятствуя сближению и объединению частиц. Природные ПАВ – это фосфолипиды, яичный белок, смолы, воски. Синтетические ПАВ – это моноглицериды и их эфиры. Используют при производстве маргарина, кулинарных жиров, в хлебопечении для увеличения сроков хранения хлеба и замедления процессов черствения.

Пищевые красители используют для подкрашивания кондитерских изделий, безалкогольных напитков. Используют натуральные (энокраситель, кармин) и синтетические (индигокармин и тартразин) красители.

Энокраситель производят из выжимок винограда темных сортов.

Кармин – красный краситель, получают из насекомых, живущих на кактусах.

Ароматизаторы используют в производстве кондитерских изделий, безалкогольных напитков для придания им определенного вкуса. Используют натуральные и синтетические ароматизаторы. Натуральные ароматизаторы извлекают из эфирно-масличных культур: цитрусовых, мяты. Синтетические получают путем органического синтеза.

Пищевые кислоты – лимонная, винная, молочная – добавляют в кондитерские изделия и безалкогольные напитки для придания им кислого вкуса.

Из **яйцепродуктов** широко применяют куриные яйца, мороженые (меланж, желток, белок) и сухие яйцепродукты (яичный порошок, белок, желток).

Яйца бывают *диетические* и *столовые*.

Яичный меланж – замороженная яичная смесь, освобожденная от скорлупы.

Яичный порошок – высушенная яичная масса.

Товароведная классификация сырья

Продовольственные товары удовлетворяют потребности человека в питании и должны обладать определенными потребительскими свойствами: калорийностью, биологической полноценностью состава, пищевой безвредностью, высокой усвояемостью, продовольственной безопасностью.

Товароведение рассматривает товар с точки зрения полезных свойств, характеризующих его потребительскую стоимость. Потребительскую стоимость имеют все продукты труда независимо от того, являются ли они средством производства или предметом личного потребления.

Таким образом, **товароведение** – естественно-техническая дисциплина, предметом которой являются товары, их природа и свойства и способность удовлетворять потребности потребителя.

В основу классификации товаров могут быть положены различные признаки: **происхождение, химический состав, степень обработки сырья, назначение товаров** и т. д.

Так, в зависимости от **происхождения** пищевые продукты подразделяются на продукты животного, растительного и минерально-

го происхождения; **по химическому составу** – на белковые, жировые, углеводные, минеральные; **по степени обработки** – на сырые полуфабрикаты, готовые изделия; **по назначению** – на пищевые и вкусовые.

В товароведении применяют различные классификации: биологическую, производственную, учебную, торговую и др. Наиболее часто пользуются учебной и торговой классификациями.

По учебной классификации пищевые продукты подразделяют на следующие группы:

1) **зерномучные товары** – это зерно, мука, крупа, крупяные, макаронные и хлебобулочные изделия. Эта группа товаров характеризуется высоким содержанием углеводов;

2) **плодоовощные товары** – овощи, плоды, ягоды, грибы и продукты их переработки. Эти товары обладают низкой энергетической ценностью, но высокими вкусовыми достоинствами и большим содержанием витаминов, сахаров, пищевых волокон и минеральных веществ;

3) **вкусовые товары** – это чай, кофе, пряности, вкусовые приправы, алкогольные, слабоалкогольные и безалкогольные напитки, табак и табачные изделия. Эти продукты содержат вещества (кофеин, ванилин, эфирные масла, спирт этиловый, никотин), которые действуют на нервную, пищеварительную и другие системы организма;

4) **крахмал, сахар, мед и кондитерские изделия** (шоколад, карамель, мучные изделия, восточные сладости, конфетные изделия). Эта группа продуктов отличается высоким содержанием углеводов, большой энергетической ценностью, хорошей усвояемостью, но при этом низкой биологической ценностью;

5) **пищевые жиры** – это масла растительные, жиры животные и маргариновая продукция. Эта группа продуктов содержит в основном жир и обладает наиболее высокой питательной ценностью;

6) **молоко и молочные товары** (молоко, сливки, кисломолочные продукты, масло коровье, сыры, молочные консервы) – это основные продукты питания, содержащие все необходимые организму человека и наиболее легко усвояемые вещества;

7) **яйца и яичные товары** (сухой яичный порошок, меланж и др.) также содержат в своем составе все необходимые вещества, благоприятно сбалансированные и легко усвояемые;

8) **мясо и мясные товары** (мясо всех видов убойных животных, домашней птицы и пернатой дичи, субпродукты, полуфабрикаты,

консервы, колбасные изделия, копчености, кулинарные изделия) являются источником полноценных белков, минеральных, экстрактивных и др. веществ. Обладают хорошими вкусовыми качествами и высокой питательной ценностью;

9) **рыба и рыбные товары** (рыба живая, охлажденная, мороженая, рыбные консервы, нерыбные морепродукты) – эти продукты отличаются высоким содержанием полноценных белков, разнообразных минеральных веществ, витаминов и др.

Пищевые продукты кроме подразделения на основные группы делят также на виды, а большинство – и на сорта. Вид продукта определяется происхождением или особенностями приготовления. Например, кофе в зависимости от происхождения может быть следующих видов: арабийский, колумбийский, бразильский. Каждый из видов может быть отнесен к высшему или первому товарному сорту. Например, колбасы в зависимости от способа термической обработки сырья делят на вареные, полукопченые и копченые, а в зависимости от качества сырья вареные и полукопченые колбасы подразделяются на высший, 1-й, 2-й и 3-й сорта, копченые – только на высший и 1-й товарные сорта.

По торговой классификации пищевые продукты делят на следующие группы: 1) **хлебобулочные**; 2) **кондитерские**; 3) **рыбные**; 4) **мясные**; 5) **молочные**; 6) **плодоовощные**; 7) **вино-водочные**; 8) **табачные**.

Кроме того, среди пищевых продуктов условно выделяют **гастрономические и бакалейные товары**.

Гастрономические товары употребляют в пищу без предварительной кулинарной обработки. К ним относятся: **мясные продукты** (колбасы, мяскопчености, мясные консервы); **рыбные продукты** (рыба копченая, рыбные кулинарные изделия, консервы, соленая рыба); **молочные продукты** (молоко фасованное, сливки, молочные консервы, кисломолочные продукты, масло сливочное, сыры); **алкогольные и безалкогольные напитки**.

Бакалейные товары перед употреблением требуют специальной кулинарной обработки – это **крупа, мука, макаронные изделия, сахар, крахмал, чай, кофе, масла растительные, соль, уксус, пряности**.

В товароведении и торговой практике существует понятие ассортимента.

Ассортимент – набор товаров разных видов и разновидностей, объединенных по определенному признаку.

Различают *ассортимент товарной группы* и *ассортимент торгового предприятия*.

Ассортимент товарной группы – это разновидности продуктов с подразделением их на виды и сорта, но относящиеся, как правило, к одной родственной группе товаров, или близкие по своим свойствам и применению товары, например, ассортимент колбасных изделий, масла сливочного, мяскопченостей.

Ассортимент торгового предприятия – набор различных товаров в магазине.

В ассортименте пищевых продуктов различают товары *простого* и *сложного ассортимента*. Товары, не имеющие многообразия сортов и разновидностей, являются товарами простого ассортимента. Они всегда должны быть в продаже, например, сахар, соль. Товары, в пределах одного вида которых имеются различные сорта и разновидности, называются товарами сложного ассортимента. К товарам сложного ассортимента относятся кондитерские изделия.

Полезность пищевых продуктов зависит от их химического состава и от особенностей превращений отдельных пищевых веществ продуктов в организме человека. В связи с этим различают понятия «пищевая», «биологическая», «энергетическая» и «физиологическая ценности» пищевых продуктов.

Пищевая ценность характеризует полноту полезных свойств продукта и его вкусовые достоинства, обусловленные содержащимися в нем разнообразными пищевыми веществами. Она тем выше, чем в большей степени продукт удовлетворяет потребности организма в пищевых веществах.

Биологическая ценность отражает качество белковых компонентов продукта, связанное как с их перевариваемостью, так и со степенью сбалансированности их состава. Биологическая ценность характеризуется наличием в продуктах биологически активных веществ: незаменимых аминокислот, витаминов, макро- и микроэлементов, незаменимой полиненасыщенной линоленовой жирной кислоты. Эти компоненты пищи имеют химические структуры, которые не синтезируются ферментными системами человеческого организма и поэтому не могут быть заменены другими пищевыми веществами. Эти вещества называются *эссенциальными*, незаменимыми факторами питания и должны поступать в организм с пищей.

Энергетическая ценность (калорийность) обусловлена количеством энергии, которая высвобождается из пищевых веществ

продуктов в процессе биологического окисления и используется для обеспечения физиологических функций организма. Энергетическая ценность важнейших пищевых веществ характеризуется следующими данными (ккал на 1 г): белки и углеводы – по 4,0; жиры – 9,0; органические кислоты – 3,0.

Физиологическая ценность характеризует степень усвояемости пищевых продуктов. Организм человека даже при самых благоприятных условиях использует не все вещества, входящие в состав пищи, поэтому продукты характеризуются **степенью усвояемости**, т. е. реальной энергетической ценностью. Для этого теоретическую энергетическую ценность продукта, состоящего из белков, жиров и углеводов, умножают на коэффициент усвояемости белков, жиров и углеводов.

Химический состав сельскохозяйственного сырья

Белки – это органические высокомолекулярные соединения, в состав большинства из которых входят пять элементов: N, C, O, H, S. Белковые вещества построены из *аминокислот – заменимых и незаменимых* (триптофан, лейцин, изолейцин, валин, треонин, лизин, метионин, фенилаланин). Все белки продовольственных товаров условно делят на *полноценные* и *неполноценные*. Белки растительного происхождения считаются менее полноценными, так как хуже усваиваются организмом. Например, белки хлеба из муки усваиваются на 85 %, картофеля – на 70 %, белки яиц и молока – на 96 %. Белки растительного происхождения должны составлять в рационе человека не более 40 % от общего необходимого количества белков.

Белки в организме человека обуславливают:

- 1) процессы обмена;
- 2) способность к росту и размножению;
- 3) защитную функцию;
- 4) создание опорных тканей;
- 5) образование гормонов, ферментов.

Жиры по химическому составу – это сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и жирных кислот, которые имеют разные длины углеродной цепочки и степени насыщенности.

Жирные кислоты подразделяются на *насыщенные (предельные)* и *ненасыщенные (непредельные)*. Насыщенные жирные кислоты – стеариновая, пальмитиновая, миристиновая. Ненасыщенные жирные кислоты (олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая) не

синтезируются организмом человека и поэтому являются *незаменимыми*.

Жиры бывают *животные* (большой частью твердые при комнатной температуре) и *растительные*, или *масла* (как правило, жидкие). Исключение составляет какао-масло.

Жиры выполняют следующие функции:

- 1) являются источником энергии;
- 2) являются носителями жирорастворимых витаминов (А, D, К, Е), которые способствуют нормальному обмену веществ;
- 3) предохраняют организм от переохлаждения, будучи плохими проводниками теплоты;
- 4) предохраняют его от ударов, находясь в соединительных тканях организма;
- 5) являются смазочным материалом кожи.

Источником растительных жиров являются в основном растительные масла (99 %), орехи (53 %), крупы – гречневая и овсяная (3–6 %). Источником животных жиров – шпик свинной (90 %), сливочное масло (80 %), жирная свинина, колбасы, сметана, сыры (20 %).

В суточном рационе для нормального биологического баланса должно содержаться 70–80 % животных жиров и 20–30 % растительных.

Углеводы широко распространены главным образом в растительном мире; состоят из углерода, кислорода и водорода. В зависимости от количества атомов углерода в молекуле углеводы делятся на *моносахариды* (глюкоза, фруктоза) и *полисахариды*. Полисахариды, в свою очередь, делятся на *полисахариды первого порядка* (сахароза, мальтоза, лактоза) и *полисахариды второго порядка* – высокомолекулярные углеводы (крахмал; клетчатка, или целлюлоза; пектиновые вещества и др.). *Моносахариды* и *полисахариды первого порядка* хорошо растворимы в воде, ценятся в основном за сладость. Простые углеводы (моносахара и частично дисахариды), благодаря своей способности сбраживаться ферментами дрожжей или бактерий, используются в производствах, связанных с биохимической переработкой – это брожение теста, получение вина, пива, спирта, дрожжей, пищевых кислот, ацетона.

Целлюлоза и пектиновые вещества – непищевые углеводы, т. е. не усваиваются организмом. Из полисахаридов второго порядка **крахмал** – наиболее важный по своей пищевой ценности, выполняет роль запасного питательного вещества. Используется для производства глюкозы и патоки, применяемой в кондитерской

промышленности. Основная функция **целлюлозы** – способствовать нормальной работе кишечника. **Пектиновые вещества** образуют комплексные соединения с тяжелыми металлами, выводят их из организма. В кислой среде в присутствии сахара и кислоты пектиновые вещества образуют плодово-ягодные студни. На этом свойстве пектиновых веществ основано производство джема, повидла, мармелада, пастилы. Наибольшее количество пектиновых веществ содержится в яблоках, айве, абрикосах, сливе.

Ферменты – это белковые вещества, которые вырабатываются только живыми клетками и ускоряют реакции в организмах, т. е. являются биокатализаторами.

При температуре выше 70 °С ферменты, как и все белковые вещества, свертываются и теряют свою активность. При низкой температуре действие ферментов замедляется. Наиболее благоприятной для действия ферментов является температура 40–60 °С. Действие ферментов прекращают путем кратковременного нагревания (бланширования) продуктов или замедляют, понижая температуру хранения продуктов.

На действии ферментов основано производство чая, спирта, вина, пива. Дозревание яблок, бананов, томатов, дынь в период их хранения также происходит под действием ферментов. Ферменты, выделяемые микроорганизмами, используют при производстве кисломолочных продуктов, квашеных овощей.

Органические кислоты содержатся в основном в свежих плодах, ягодах, где представлены, как правило, яблочной, лимонной, виннокаменной кислотами. В других продуктах органические кислоты образуются в процессе технологической обработки (например, при брожении теста, квашении овощей, в процессе брожения и формирования вин), выполняя роль вкусовых веществ, а иногда и бактерицидных (молочная кислота при квашении). Пищевые органические кислоты можно получать и искусственным путем, добавляя их затем в кондитерские изделия или напитки для улучшения вкуса и аромата.

Витамины, являясь составной частью ферментов, стимулируют их нормальную функцию и активность, т. е. регулярно действуют на обмен веществ. Все витамины делятся:

- на **водорастворимые** (витамин С – аскорбиновая кислота – и витамины группы В);
- **жирорастворимые** (витамин А – ретинол, D – кальциферол, Е – токоферол);

– **витаминоподобные** вещества (К – нафтохинон, Р – биофлавоноиды, незаменимые (полиненасыщенные) жирные кислоты).

Минеральные вещества – вода и различные соли, которые, находясь в растворенном состоянии, распадаются на катионы и анионы.

Вещества, концентрация которых превышает в организме 0,001 %, называются **макроэлементами**. К ним относятся кислород, углерод, водород, кальций, калий, азот, фосфор, сера, магний, натрий, хлор, железо. Вещества, концентрация которых в организме менее 0,001 %, называются **микроэлементами**. К ним относятся марганец, цинк, медь, бор, молибден, кобальт и др. Минеральные вещества входят в состав всех тканей организма человека и постоянно расходуются в процессе жизнедеятельности.

2. Основные процессы пищевых производств

Технологические линии пищевых и перерабатывающих отраслей АПК предназначены для преобразования сельскохозяйственного сырья в пищевую продукцию. На вход любой линии подается исходное сырье, обладающее определенными свойствами, а с линии в результате ее функционирования сходит готовая продукция с другими, новыми показателями. Для пищевых технологий характерно исключительное многообразие свойств сырья, полуфабрикатов и готовых пищевых продуктов.

подавляющая часть видов пищевого сырья – это сложные многокомпонентные системы, состоящие из различных органических и неорганических веществ. Обработка сырья приводит к существенному изменению его состава. Наряду с тем, что обработка способствует накоплению вкусовых и ароматических веществ и повышению усвояемости продукта, она, как правило, сопровождается и потерями и разрушением части биологически активных веществ.

В основе всех многообразных процессов по переработке сельскохозяйственного сырья лежит один из двух возможных видов переноса: **перенос энергии** или **перенос массы**. Такой перенос обусловлен существующим в системе неравновесием: движущей силой могут быть разность температур, концентраций, химических потенциалов, механическое воздействие и другие.

Основные процессы, связанные с производством продуктов питания, в зависимости от характера движущей силы подразделяются следующим образом (табл. 2):

1) механические и гидромеханические, где движущей силой являются **механическая сила и давление**;

2) тепловые, где движущей силой является **разность температур**;

3) массообменные, где движущей силой является **разность концентраций**.

Таблица 2

Классификация основных процессов пищевых производств

| Тип переноса | Движущая сила | Процессы | Технологические операции |
|-----------------------------|-----------------------------|---|--|
| Перенос количества движения | Механическая сила, давление | Механические, гидромеханические | Сортирование, просеивание, перемешивание, очистка, измельчение, прессование, формование, дозирование, размалывание, гомогенизация, разбивка, панирование, фарширование, шпигование, рыхление, фильтрование |
| Перенос теплоты | Разность температур | Тепловые (термические) | Нагревание, охлаждение, выпаривание, конденсация |
| Перенос массы | Разность концентраций | Массообменные | Сушка, экстракция, адсорбция, абсорбция, кристаллизация, растворение, перегонка |
| | | Химические, биохимические, микробиологические | Гидролиз сахаров, жиров; процесс приготовления дрожжевого теста, ферментирования мяса |
| | | Электрофизические | СВЧ-нагрев, ИК-нагрев |

Многие другие процессы – химические, биохимические, микробиологические – могут рассматриваться как частные случаи основных процессов или их комбинации. В зависимости от особенностей протекания процессы могут быть **периодическими** и **непрерывными**.

Механические процессы

Механические способы обработки продукции – это способы, в основе которых лежит механическое воздействие на продукт, в результате чего различные виды сырья превращаются в полуфабрикаты. К этим способам относятся следующие технологические операции: **сортирование, просеивание, перемешивание, очистка, измельчение, прессование, формование, дозирование, размалывание, гомогенизация, разбивка, панирование, фарширование, шпигование, рыхление, фильтрование.**

При механической обработке отделяются несъедобные или малоценные в пищевом отношении составные части. Происходит измельчение основной массы продукта, и вследствие этого в значительной степени облегчается проведение дальнейших операций.

Сортирование. При переработке с/х сырья часто приходится иметь дело с материалами, которые необходимо разделить по размерам, по форме и по плотности. Такое разделение по определенному признаку, связанному с качеством материала, называется **сортированием**. По размерам обычно сортируют картофель и корнеплоды, по форме – плоды, по плотности – томаты. При разделке мясных туш отбирают части, пригодные для жарки, варки, тушения.

На стадии очистки зерновых культур от механических примесей применяют механическое сортирование или **просеивание**. При этом используют сита различных размеров. Просеиваемый материал перемещается вдоль поверхности сита, и частицы, более мелкие, чем размер отверстий, под действием силы тяжести проваливаются сквозь сито.

При приготовлении многих полуфабрикатов используют **перемешивание** – процесс, когда необходимо соединить различные продукты и получить из них однородную смесь. От тщательности перемешивания во многом зависит качество готовых изделий. Для перемешивания используют специальные машины – фаршемешалки, тестомесильные и др.

Очистка. Целью очистки является удаление несъедобных или поврежденных частей продукта (кожура овощей, чешуя рыб, панцири ракообразных). Производится она вручную или при помощи специальных машин (картофелечисток, чешуеочистительных машин). Для ручной очистки используют ножи, скребки, терки и другие приспособления.

Измельчением называют процесс механического деления обрабатываемого продукта на части с целью лучшего его технологического использования. В зависимости от вида сырья и его структурно-механических свойств используют в основном два способа измельчения – **дробление и резание**.

Дроблению подвергают продукты с незначительной влажностью (зерна кофе, некоторые пряности), резанию – продукты, обладающие высокой влажностью (овощи, плоды, мясо, рыба).

Дробление с целью крупного, среднего и мелкого измельчения производят на размолочных машинах, специальных кавитационных и коллоидных мельницах.

В процессе резания разделяют продукт на части определенной или произвольной формы (куски, пласты, кубики), а также приготавливают мелкоизмельченные виды продуктов (фарши).

Измельчение (нарезка) овощей на части определенных размеров и формы производится с помощью овощерезательных машин, рабочими органами которых являются ножи различных типов, разрезающие продукты в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Нарезка овощей на мелкие узкие кусочки называется **шинкованием**. Для измельчения мяса, рыбы применяют мясорубки и куттеры.

Для измельчения твердых продуктов, обладающих высокой механической прочностью (например, кости), применяют пилы.

Измельчают сырье и превращают его в равномерную по структуре массу с помощью либо специальных терочных машин, либо ручную терками. Этот способ применяют при производстве соков, крахмала.

С целью получения пюреобразной консистенции продукты протирают на протирочных машинах, которые оказывают на продукт комбинированное воздействие: раздавливают его лопастями и одновременно продавливают через отверстия сита. Для ручного протирания используют сита с ячейками различного диаметра в зависимости от вида продукта.

Прессование. Прессование продуктов применяют в основном для разделения их на две фракции: жидкую (соки) и плотную (жом, мезга). В процессе прессования происходит разрушение клеток, в результате чего выделяется сок. Выход сока зависит от степени сжатия продукта в процессе прессования. Для выжимания сока используют различные соковыжималки с механическим приводом и ручным.

Прессование, кроме того, используют для придания определенной формы пластичным материалам (тесту, кремам).

Формование. Этот способ механической обработки используют с целью придания изделию определенной формы. Для большей компактности формуют тушки птицы, котлеты, биточки, пироги. Осуществляют этот процесс вручную или с помощью машин: котлетоформовочных, автоматов для приготовления блинчиков, пельменей, вареников.

Дозирование. Для получения кулинарной продукции соответствующего качества необходимо строго соблюдать установленные рецептуры. С этой целью производится дозирование продуктов по массе и объему. Дозирование осуществляется вручную или с помощью инвентаря, весов, а также специальных машин и приспособлений (тестоделители, дозаторы).

Панирование. Это механическая кулинарная обработка, которая заключается в нанесении на поверхность полуфабриката панировки (муки, сахарной крошки). В результате панирования уменьшаются вытекание сока и испарение воды при жарке, а готовое изделие имеет красивую румяную корочку.

Фарширование. Эта механическая кулинарная обработка заключается в наполнении фаршем специально подготовленных продуктов.

Шпигование. Механическая кулинарная обработка, в процессе которой в специальные надрезы в кусках мяса, тушках птицы, дичи, рыбы вводят овощи или другие продукты, предусмотренные рецептурой.

Рыхление. Механическая кулинарная обработка продуктов, заключающаяся в частичном разрушении структуры соединительной ткани продуктов животного происхождения для ускорения процесса тепловой обработки.

Гидромеханические процессы

Гидромеханическое воздействие на продукты состоит в удалении с поверхности загрязнений и снижении микробной обсеменности; в замачивании некоторых видов продуктов (бобовые, крупы) в целях интенсификации процессов тепловой обработки, в вымачивании соленых продуктов; в разделении смесей, состоящих из частей различной удельной массы и др. К этим способам относятся следующие технологические операции: **промывание и замачивание, разделение неоднородных систем, осаждение, перемешивание.**

Промывание и замачивание. Почти все продукты перед их переработкой подвергаются промывке. Корне- и клубнеплоды моют механизированным способом в моечных машинах, а также вручную в ваннах с проточной водой. Мясные туши, полутуши промывают с помощью фонтанирующих щеток. Эффективность моющих устройств зависит от скорости движения воды.

Замачивание продуктов (например, круп, бобовых, овощей) перед тепловой обработкой позволяет ускорить процесс доведения их до готовности.

Разделение неоднородных систем. При смешивании двух и более компонентов получаются однородные или неоднородные системы. Наиболее общий признак неоднородной системы – наличие двух или более компонентов или фаз, которые отделены одна от другой выраженной поверхностью раздела. Этим неоднородные системы отличаются от растворов. Одну из фаз, сплошную, называют **дисперсионной**, а другую, мелко раздробленную и распределенную в первой, – **дисперсной**.

Дисперсионная фаза бывает двух видов – это жидкость и газ. Дисперсная – это твердое тело, жидкость и газ.

В таблице 3 приведена классификация неоднородных систем по виду дисперсной и дисперсионной фаз. В зависимости от размера частиц классифицируют только суспензии.

Таблица 3

Классификация неоднородных систем

| Дисперсионная фаза | Дисперсная фаза | Неоднородная система |
|--------------------|-----------------|---|
| Жидкость | Твердое тело | Суспензии: грубая, тонкая, муть, коллоидный раствор |
| Жидкость | Жидкость | Эмульсия |
| Жидкость | Газ | Пена |
| Газ | Твердое тело | Пыль |
| Газ | Жидкость | Туман |

К процессам разделения неоднородных систем относятся: **осаждение, флотация, фильтрование, перемешивание.**

Процессы осаждения. Процесс, где используется сила тяжести, применяют, когда система составлена из компонентов, плотности которых существенно различаются. Этот способ используют для разделения грубых суспензий. По окончании осаждения отделяют осветленную жидкость от осадка.

Для разделения тонких суспензий и мутей, содержащих мелкие частицы, а также эмульсий применяют прием **сепарации**. В этом случае неоднородная система вращается с большой скоростью, и под действием центробежных сил происходит ее разделение. Этим способом происходит отделение сливок от молока.

Флотация. Это процесс разделения смесей, состоящих из твердых частиц различной удельной массы. При этом способе неоднородную систему погружают в жидкость, при этом более легкие частицы всплывают, а более тяжелые тонут. Например, для отделения камней картофель перед очисткой погружают в 20 %-ный раствор поваренной соли, где клубни всплывают, а камни тонут.

Фильтрация. Это процесс разделения суспензий путем пропускания их через пористую перегородку (ткань, сито), способную задерживать взвешенные частицы и пропускать фильтрат. Этим способом можно полностью освободить жидкость от взвешенных частиц.

Перемешивание. Цель перемешивания – получение однородной смеси из различных компонентов, которые могут быть твердыми, сыпучими, жидкими и газообразными. Например, при производстве мучных изделий смешивают отдельные партии муки.

Перемешивание способствует растворению твердых веществ в жидкостях; получению массы высокой **однородности (гомогенности)**, прохождению химических реакций. Например, при замесе теста в тестомесильных машинах благодаря высокой степени перемешивания получают тесто однородной структуры, при этом в тесте происходят сложные биохимические превращения. Некоторые процессы, например, сушка, связаны с необходимостью непрерывного или периодического перемешивания.

В результате перемешивания получают не только однородные, но и неоднородные системы, например, эмульсии и суспензии.

Эмульсии получают в процессе эмульгирования, т. е. одну жидкость разбивают на мелкие капли в другой жидкости. Для этого соединяют несмешивающиеся жидкости (например, масло и воду) и быстро размешивают их. Однако в результате действия сил поверхностного натяжения отдельные капли могут слиться, что приведет к разрушению эмульсии. Поэтому, чтобы этого избежать, применяют **эмульгаторы**, которые или уменьшают поверхностное натяжение, или вокруг капелек раздробленной жидкости (масла) образуют защитные пленки. Эмульгаторы бывают 2-х типов: **порошкообразные** и **молекулярные**.

Тепловые (термические) процессы

На пути превращения сырья в продукты питания существенное место занимает тепловая обработка, в результате которой изменяется пищевая ценность продуктов, улучшаются их вкусовые качества. К этим способам обработки сырья относят: **нагревание, охлаждение, выпаривание, конденсацию.**

Движущая сила этих процессов – разность температуры. Чем больше разность температуры между телами, тем быстрее переходит теплота, тем больше теплоты получит нагреваемое тело. **Горячее тело или вещество**, участвующее в процессе теплообмена, принято называть **горячим теплоносителем**, а **нагреваемое вещество – холодным теплоносителем**. Процесс теплообмена можно осуществить простым контактом, или перемешиванием теплоносителей. Этот способ используется редко. Чаще теплота передается через стенку, разделяющую теплоносители, – **поверхность теплообмена**.

Способы переноса теплоты внутри тел различны. Наиболее простой способ – за счет **теплопроводности** – реализуется внутри твердых тел, в неподвижных жидкостях и газах. **Конвекция** – перенос теплоты, возникающий в результате перемешивания в жидкостях и газах. Третий способ переноса теплоты – **лучеиспускание**.

Нагревание, или тепловая обработка продуктов, осуществляется следующими способами: **погружением в жидкую среду, обработкой паровоздушной и пароводяной смесями, острым паром, нагревом в поле токов СВЧ, инфракрасным облучением, контактным нагревом.**

Все виды нагрева пищевых продуктов можно разделить на две группы: **поверхностный** – более распространенный – и **объемный нагрев**.

Поверхностный нагрев. В этом случае поверхность продукта нагревается при контакте с водой, паром, нагретым жиром, воздухом или инфракрасными лучами. От нагретой поверхности тепло передается за счет теплопроводности вглубь продукта, и вся его масса постепенно прогревается. Этот вид нагрева может быть контактным или радиационным.

При контактном нагреве продукт помещают на нагретые поверхности или в греющую среду (воду, пар, жир, нагретый воздух). В этом случае продукт нагревается только с одной стороны, и в процессе обработки его надо переворачивать.

При радиационном нагреве продукт облучают потоком инфракрасных лучей (ИКЛ), и он прогревается одновременно со всех сторон. Источником ИКЛ могут быть нагретые поверхности (это стенки жарочных шкафов, электронагревательные элементы) или специальные лампы (трубчатые или конические с зеркальной поверхностью). ИКЛ проникают в продукт на глубину до 1–2 мм, и в этом тонком слое их энергия превращается в тепловую. Поэтому поверхность продукта очень быстро нагревается, и образуется обезвоженная корочка, в которой температура быстро достигает 130–150 °С. Этот способ нагрева используется в гриль-аппаратах и шашлычных печах.

При всех способах поверхностного нагрева создается разность температур (градиент температур) между поверхностью и внутренними частями изделия. Перепад температур вызывает перемещение не только тепла, но и влаги от поверхности к центру изделия (термодиффузию). Это явление называется термомассопереносом или термовлагопереносом. Оно способствует быстрому образованию корочки и уменьшению испарения влаги при жарке.

Объемный нагрев. При этом способе нагрев происходит за счет того, что энергия электромагнитных колебаний или электрического тока превращается в тепловую в самом продукте, и почти вся масса его нагревается практически одновременно. Существует два способа объемного нагрева – *электроконтактный* и *сверхвысокочастотный* (СВЧ-нагрев).

При *электроконтактном* способе через продукт пропускают электрический ток, в результате чего выделяется тепло. Однако при этом в продукте происходит электролиз или разложение веществ, содержащихся в его жидкой фазе (солей, кислот), поэтому такой способ применяют довольно редко.

При *СВЧ-нагреве* продукт помещают в переменное электромагнитное поле. Сущность нагрева состоит в следующем. Во всех продуктах содержатся дипольные молекулы или частицы, т. е. с положительным и отрицательным зарядом, которые пространственно разделены. Например, в молекуле воды один конец заряжен положительно, а другой – отрицательно. Если дипольную частицу поместить в электромагнитное поле, то она повернется так, чтобы расположиться вдоль силовых линий. В переменном электромагнитном поле направление магнитных силовых линий меняется несколько раз в секунду, поэтому диполи начинают колебаться, выделяется энергия в результате движения молекул, и продукт быстро

разогревается. При использовании СВЧ-нагрева сокращаются сроки тепловой обработки, уменьшается расход электроэнергии, снижаются потери массы и растворимых веществ. При этом способе не возникает перепада температур, следовательно, не происходит термомассопереноса, и поэтому не образуется корочка. СВЧ-нагрев можно сравнить с варкой в собственном соку.

При воздействии СВЧ на продукты в последних происходят определенные изменения с входящими в них веществами, и как влияют эти измененные вещества на организм человека, еще недостаточно изучено. Поэтому СВЧ-нагрев рекомендуют использовать в основном для разогрева охлажденных и замороженных блюд, для оттаивания замороженных продуктов.

Охлаждение. Это отдача тепла в окружающую среду. Используются для сохранения качества скоропортящихся продуктов, т. к. пониженная температура подавляет развитие микроорганизмов и замедляет нежелательные биохимические процессы, происходящие в самих продуктах. Охлаждение используют также для создания режимов, необходимых для проведения технологических процессов: студнеобразования, раскатки слоеного теста, взбивания пены.

Выпаривание. При кипении растворов концентрация растворенных веществ увеличивается за счет превращения в пар части растворителя. Этот процесс концентрирования растворов называют **выпариванием**. В пищевой промышленности выпаривают обычно водные растворы, например, свекловичный и томатный соки, молоко и т. д. Образующийся при этом так называемый вторичный пар является насыщенным водяным паром, который может быть использован как горячий теплоноситель в других аппаратах.

Конденсация. Представляет собой процесс превращения в жидкость пара или газа. Конденсация применяется для создания вакуума (выпаривания под вакуумом), обеспечения работы вакуум-фильтра и других вакуумных аппаратов, в технологии разделения жидких однородных смесей – перегонке, в холодильных и сушильных установках.

Массообменные процессы

Массообменные способы характеризуются переносом (переходом) одного или нескольких веществ из одной фазы в другую. Массообменные процессы еще называют диффузионными, так как перенос вещества из области с большей концентрацией в область с меньшей осуществляется в результате диффузии. Например, ко-

гда мелко изрезанную сахарную свеклу (стружку) промывают, сахар, содержащийся в клеточной жидкости, переходит в воду. Этот переход обусловлен разностью концентраций сахара в клеточной жидкости и воде. Вот эта **разность концентраций** и является движущей силой массообменных процессов и называется **диффузией**.

В процессе обработки сырья, продуктов происходят такие массообменные процессы как **растворение, абсорбция, адсорбция, экстракция, кристаллизация, сушка и обезвоживание**.

Растворение – это переход твердой фазы в жидкую. Например, вода может представлять собой твердую фазу – лед. При обычном давлении и температуре выше 0 °С вода из льда переходит в другое свое состояние – в жидкость. При более высокой температуре вода превращается в пар, переходит в паровую фазу. Различные фазы могут вступать во взаимодействие друг с другом. При этом взаимодействии происходит обмен веществами, растворенными в фазах.

Абсорбция – процесс поглощения газов или паров жидкостью. Для большинства случаев этот процесс обратимый, т. е. в определенных условиях, например, при нагревании, можно выделить газ из жидкости. Такой процесс называют **десорбцией**.

В пищевых производствах процессы абсорбции занимают значительное место. Например, при производстве спирта из образующегося в результате брожения диоксида углерода абсорбцией улавливают пары спирта, а затем очищенный газ сжижают для использования в других производствах.

Адсорбция – процесс поглощения одного или нескольких компонентов из смеси газов, паров или жидких растворов поверхностью твердого вещества.

Процесс адсорбции, подобно процессу абсорбции, избирателен, т. е. из смеси поглощаются только определенные компоненты. Как и при абсорбции, поглощенное вещество может быть выделено из адсорбента, например, при нагревании. Этот процесс также называется **десорбцией**.

Процессы абсорбции и адсорбции внешне похожи. Разница между ними заключается в том, что в одном случае вещество поглощается всем объемом жидкости, а в другом – только поверхностью твердого поглотителя – адсорбента.

Адсорбция играет важную роль при хранении пищевых продуктов. Большинство продуктов легко адсорбируют паро- и газообразные вещества, приобретая несвойственные им запахи. Поэтому

многие продукты нужно хранить отдельно. Например, при хранении некоторых продуктов, таких как мука, крупа, макаронные изделия, происходит поглощение ими паров воды, так как эти продукты гигроскопичны. Масса продукта при этом меняется.

Самый распространенный адсорбент – **активированный уголь**. Получают его сухой перегонкой дерева, из костей животных. Активированный уголь лучше поглощает пары органических веществ, чем пары воды. Недостатками активированного угля являются его небольшая механическая прочность и горючесть.

Второй вид адсорбента – **силикагели**. Получают силикагели путем обработки силиката натрия, или жидкого стекла, минеральными кислотами или кислыми растворами их солей. Эффективно поглощают как пары органических веществ, так и пары воды. Широко применяются при упаковке на хранение приборов и материалов, боящихся влаги. В отличие от активированного угля силикагель негорюч и обладает большой механической прочностью.

Третий вид адсорбентов – **цеолиты**. Это пористые водные алюмосиликаты. Они встречаются в природе, и их получают синтетическим способом. Синтетические цеолиты имеют очень мелкие поры, по размеру сравнимые с крупными молекулами, поэтому обладают свойствами микрофильтрационных мембран. Отличаются высокой поглотительной способностью по отношению к воде, поэтому применяются для глубокой осушки газов и воздуха с незначительным содержанием влаги.

Четвертый вид адсорбентов – **иониты**. Действие этих адсорбентов основано на химическом взаимодействии с очищаемыми растворами. Поэтому массообменные процессы с применением ионитов следует отнести не к адсорбции, а к **хемосорбции**. Иониты, обменивающиеся с раствором электролита анионами, называются анионитами. Иониты, обменивающиеся с растворами катионами, называются катионитами.

Наибольшее распространение в промышленности получили ионообменные смолы. Так, в сахарорафинадном производстве с помощью ионообменных смол осуществляют обесцвечивание сиропов. Смолы применяют также при обработке воды. В качестве естественных адсорбентов в пищевой промышленности, например, для осветления вин, используют мелкодисперсные глины: бентонит, диатомит, каолин.

Экстракция. Это процесс избирательного извлечения одного или нескольких растворимых компонентов из растворов или твер-

дых тел с помощью растворителя – **экстрагента**. Если вещества извлекаются из жидких систем, процесс называется **жидкостной экстракцией**. Экстрагент и содержащая извлекаемые компоненты жидкость должны быть взаимно нерастворимыми и иметь различную плотность. Благодаря этим свойствам образуемая при экстракции неоднородная система легко разделяется. В пищевых производствах экстрагированию чаще подвергают сырье растительного происхождения, например, семена масличных культур, сахарную свеклу, фрукты. Растительное сырье перед экстрагированием дробят или нарезают на мелкие кусочки и помещают в экстрагент. При этом часть клеток повреждается и внутриклеточное вещество сразу переходит в экстракт. Из неповрежденных клеток извлекаемое вещество за счет диффузии поступает в экстрагент. Скорость извлечения вещества значительно возрастает при перемешивании. Часто процесс растворения и процесс экстракции отождествляют. Различие между этими процессами состоит в том, что при растворении твердое вещество может перейти в раствор полностью, а при экстрагировании всегда остается существенная часть твердого тела, нерастворимая в экстракте.

Кристаллизация. Так называют выделение твердого вещества из раствора или расплава. Этот процесс обеспечивает получение чистого кристаллического вещества из пересыщенного раствора. Кристаллизацией завершается производство сахара, лимонной кислоты, поваренной соли. Пересыщение раствора достигается различными способами, в частности, выпариванием растворителя в выпарных аппаратах, охлаждением и добавлением веществ, связывающих растворитель или уменьшающих растворимость.

Кристаллизация может привести к снижению качества при хранении отдельных видов сырья, таких как варенье, сгущенное молоко.

Сушка и обезвоживание. Удаление влаги из материалов (продуктов, изделий) при их подготовке к переработке, использованию или хранению называют сушкой. Сушка – наиболее распространенный способ обезвоживания материала. Этот процесс чрезвычайно широко распространен в пищевой промышленности. Сушка обеспечивает сохранность зерна в сельском хозяйстве, увеличивает сроки хранения изделий (сухари, сахар).

Сушка также может быть включена в технологический процесс для придания перерабатываемым полуфабрикатам и изделиям (пастиле, зефиру) определенного качества.

Удаление влаги может быть осуществлено различными способами. Наименее энергоемкий из них – **механический** – это прессование или отжим в центрифугах. При этом способе удаляется так называемая несвязанная влага. Его используют при получении творога, сыров.

Для полного удаления влаги применяют тепловые способы сушки, основанные на превращении влаги, содержащейся в материале, в пар с последующим удалением этого пара.

Имеется 5 видов тепловой сушки:

- **Конвективная** (в потоке нагретого газа) – в качестве сушильного агента применяют нагретый воздух, топочный газ или перегретый пар. Сушильный агент передает материалу теплоту, под действием которой из материала удаляется влага в виде пара, поступающая в окружающую среду. Этот способ сушки является самым распространенным, на нем основана работа подавляющего большинства сушильных установок.

- **Контактная** (при соприкосновении с нагретой поверхностью) – этот способ основан на передаче теплоты материалу при соприкосновении с горячей поверхностью. Воздух при этом способе служит только для удаления водяного пара из сушилки, являясь водопоглотителем. Контактная сушка пищевых материалов осуществляется в вальцевых сушильных установках в результате непосредственного контакта материала с нагретой плоской или цилиндрической поверхностью. Например, молоко при контактной сушке попадает на поверхность вальцов, высушивается в виде тонкого слоя за один их оборот и превращается в сухую пленку.

- **Сублимационная** (в вакууме) – основана на удалении влаги из замороженных продуктов путем испарения (сублимации) льда, т. е. лед, минуя жидкую фазу, превращается в пар. При сублимационной сушке отсутствует контакт материала с кислородом воздуха, т. е. она происходит в условиях глубокого вакуума. Технологический процесс производства продуктов сублимационной сушки включает следующие основные операции: отбор и предварительная обработка сырья, замораживание (температура резко понижается до -17°C), собственно сушка и упаковка.

- **Высокочастотная** (диэлектрическим нагревом) – в этом случае источником теплоты является поле электрического тока высокой (ТВЧ) и сверхвысокой (СВЧ) частот. Пищевые продукты являются диэлектриками, обладают свойствами полупроводников. При этом виде сушки вследствие испарения влаги поверхностные слои

материала обезвоживаются и теряют теплоту. Поэтому температура и влажность материала внутри выше, чем снаружи. В результате идет постоянное перемещение влаги из внутренних слоев к поверхности. При этом испарение идет во всем объеме тела. Преимущество сушки ТВЧ и СВЧ по сравнению с конвективной и контактной – в возможности регулирования и поддержания на определенном уровне температуры материала, значительной интенсификации процесса обезвоживания, улучшении качества сушеных продуктов. Этот способ получает все большее распространение и в сушильной технике. Современные генераторы СВЧ – магнетроны и клистроны.

• **Радиационная** (ИК-излучением) – для сушки растительных пищевых материалов применяют коротковолновые инфракрасные лучи (ИКЛ). Проницаемость ИКЛ в пищевые растительные материалы увеличивается с уменьшением толщины слоя и с понижением влажности материала. Так, например, ИКЛ в сырой картофель проникает на 6 мм, а в сухой – на 15–18 мм.

Химические, биохимические, микробиологические процессы

Цель этих способов обработки продуктов – придание продукции определенных свойств путем воздействия на них химическими реагентами, ферментами, микроорганизмами.

Сульфитация – химическая обработка продукта сернистым ангидридом или растворами солей сернистой кислоты с целью предотвращения потемнения.

Маринование – химическая обработка, которая заключается в выдерживании продуктов в растворах пищевых кислот с целью придания готовым изделиям требуемых вкуса, аромата и консистенции.

Фиксация рыбных полуфабрикатов – выдерживание их в охлажденном солевом растворе для снижения потерь сока при хранении и транспортировании.

Химическое разрыхление теста – использование гидрокарбоната натрия, карбоната аммония и специальных пекарских порошков для придания тесту мелкопористой структуры.

Спиртовое и молочнокислое брожение – использование дрожжей и молочнокислых бактерий при изготовлении дрожжевого теста, квасов.

Ферментирование мяса – использование протеолитических ферментов (гидролизующий белок), размягчающих соединительную

ткань мяса в процессе его нагревания. Ферментные препараты, действующие на белково-углеводный комплекс, довольно широко используются при приготовлении изделий из теста. С их помощью можно приготовить разные виды теста из одной и той же муки.

3. Устройство технологического оборудования

Конструктивная особенность **машины** – наличие движущихся исполнительных органов, которые механически воздействуют на обрабатываемый продукт.

Конструктивная особенность **аппарата** – наличие определенного реакционного пространства (объема) или рабочей камеры (резервуара), в которых происходит воздействие на продукт с целью изменения его свойств. Для работы аппарата применяют различные рабочие жидкости (горячую, холодную, ледяную воду), пар и другие вещества, которые называются тепло- и хладоносителями. Взаимодействие рабочей жидкости и обрабатываемого продукта в аппарате может происходить при прямом и непрямом контакте. Во втором случае взаимодействие, как правило, осуществляется через разделяющую поверхность (металлическую стенку).

Структура оборудования

Любая единица технологического оборудования состоит из следующих частей: **станины** (корпуса, рамы и т. п.), **устройства** или **узлов загрузки (выгрузки)** продукта, **защиты (блокировки)**, **привода** и **исполнительного (передаточного) механизма, исполнительных органов** и **контрольно-измерительных приборов**. Основными частями, взаимодействие которых определяет техническую характеристику оборудования, являются привод, исполнительный механизм и исполнительные органы.

Станина предназначена для крепления всех частей оборудования, в том числе дополнительных устройств (транспортирования, подъема и т. п.), необходимых для работы оборудования. В отдельных видах оборудования (сепараторы и др.) станина кроме основного назначения служит устройством (картером), в котором находится смазка для исполнительного механизма.

Устройство загрузки (выгрузки) осуществляет периодическую или непрерывную подачу продукта в оборудование, а также может обеспечивать его дозирование по объему или массе в зависимости от требований технологического процесса.

Устройство защиты (блокировки) предназначено для предотвращения неправильного или несвоевременного включения или отключения отдельных частей оборудования или предохранения их от разрушения при аварии.

Привод служит для передачи движения через исполнительный механизм или исполнительные органы оборудования. В качестве привода применяют электрические, гидравлические и пневматические механизмы.

Электрический привод получил наибольшее распространение. Его основная часть – **электродвигатель**.

По роду подводимого тока электродвигатели разделяют на три группы:

– **постоянного тока** с постоянным или регулируемым напряжением. У них возможно плавное изменение частоты вращения вала в широких пределах;

– **трехфазные переменного тока** – сравнительно редко используемые синхронные и широко применяемые асинхронные. Синхронные электродвигатели работают с постоянной (нерегулируемой) частотой вращения вала вне зависимости от нагрузки. По сравнению с асинхронными они обладают более высоким коэффициентом полезного действия, выдерживают значительные перегрузки. Асинхронные электродвигатели используют для приведения в действие технологического оборудования, они несложны по конструкции и в обслуживании, их включают в сеть непосредственно, без преобразователей. Трехфазные асинхронные электродвигатели бывают одно- и многоскоростными (максимальное число скоростей – четыре). Многоскоростные электродвигатели выгодны тем, что могут работать с изменяющимися (ступенчато) скоростями. Трехфазные асинхронные электродвигатели выпускают в закрытом (от попадания капель жидкости и пыли) исполнении, в закрытом и обдуваемом исполнении, с повышенным пусковым моментом в закрытом и обдуваемом исполнении, с повышенным скольжением в закрытом исполнении и др.;

– **однофазные асинхронные малой мощности**. Их применяют преимущественно во вспомогательных устройствах.

По конструкции крепления к опоре электродвигатели подразделяют на *фланцевые, вертикальные с нижним выходом вала, на скользящей плите и встраиваемые*. В качестве электрического привода могут служить также *линейные электродвигатели* и *соленоиды* (электромагниты).

Гидравлический привод состоит из насоса, подающего рабочую жидкость (минеральное или касторовое масла, глицерин, воду и др.) в гидросистему и поддерживающего в ней давление и расход; гидродвигателя, передающего движение исполнительному механизму; трубы, соединяющей насос и гидродвигатель; емкости для резервирования (хранения) рабочей жидкости; аккумулятора (сборника) рабочей жидкости; контрольно-регулирующих приборов; устройств для очистки (фильтров) и охлаждения рабочей жидкости. Для подачи рабочей жидкости применяют лопастные, шестеренные, поршневые и другие насосы. Гидродвигатели бывают ротационными, поворотными (сервомоторы) и поршневыми (гидроцилиндры). Первые приводят исполнительный механизм во вращательное, вторые – в поворотное и третьи – в возвратно-поступательное движение.

В **пневматическом приводе** рабочей средой является сжатый воздух. В состав привода входят компрессор, нагнетающий воздух в систему; ресивер (герметичный сосуд) для создания запаса воздуха; фильтр; трубопроводы; пневмодвигатель; приборы контроля и автоматики. Пневмоприводы бывают ротационные, поршневые, мембранные и др. Наибольшее распространение получили поршневые.

Исполнительный (передаточный) механизм предназначен для передачи движения от привода к исполнительным органам технологического оборудования. Этот механизм состоит из ведущего звена, которое связано с приводом, и ведомого звена, соединяемого с исполнительными органами. Основным параметром, характеризующим работу исполнительного механизма, – передаточное отношение (число). Оно представляет собой величину, равную отношению: в зубчатых передачах – числа зубьев ведомой и ведущей к диаметру ведомой и ведущей шестерен; в зубчатых и ременных передачах – частоты вращения ведомой шестерни (шкива) к частоте вращения ведущей шестерни (шкива).

Исполнительный механизм характеризуется условиями работы исполнительных органов. Существуют следующие исполнительные механизмы: **непрерывной работы** – исполнительные органы находятся в постоянном контакте с обрабатываемым продуктом в течение всего цикла движения механизма; **периодической работы** – исполнительные органы находятся в контакте с продуктом в течение части движения исполнительного механизма (рабочее перемещение), остальное время пребывают в нерабочем положении (холостое перемещение).

Исполнительные механизмы (передаточные устройства) бывают жесткие и гибкие. К **жестким исполнительным механизмам** относят зубчатые, червячные, цевочные, храповые, рычажные, кривошипно-шатунные, шарнирные, кулисные, кулачковые, крестовидные, пружинные, планетарные, фрикционные, дифференциальные. **Гибкие передаточные механизмы** (ременные, цепные, ленточные и т. п.) применяют при небольших передаточных отношениях, а также в комбинации с жесткими механизмами.

Исполнительные органы предназначены для непосредственного оказания на обрабатываемый продукт энергетического (механического, теплового) воздействия или создания условий, обеспечивающих взаимодействие продукта с рабочими средами или энергетическими полями. Эти органы разнообразны по конструкции, что обусловлено различием свойств обрабатываемой продукции, способов, режимов и направления воздействия на них.

По конструкции исполнительные органы бывают лопастные, шнековые и винтовые, барабанные, вальцовые, мембранные и шланговые, ленточные, сетчатые, фрикционные, в виде пары «цилиндр–поршень», сопловые, форсуночные и дисковые.

По способу воздействия исполнительные органы можно разделить на очищающие, стирающие, перемешивающие и теплопередающие.

4. Классификация технологического оборудования и технологических линий

Оборудование можно классифицировать, объединив в группы те виды, которые обладают общими признаками:

- 1) **характером цикла работы;**
- 2) **сочетанием в производственном потоке;**
- 3) **степенью механизации и автоматизации;**
- 4) **функциональным назначением** и др.

В зависимости от **характера цикла работы** оборудование бывает **периодического** и **непрерывного действия**. В оборудовании периодического действия продукт подвергается воздействию в течение определенного времени, после чего он выгружается. В оборудовании непрерывного действия загрузка, обработка и выгрузка продукта осуществляются одновременно.

В зависимости от **сочетания технологического оборудования в производственном потоке** различают:

- отдельные единицы (выполняют одну операцию);
- агрегаты (выполняют последовательно различные операции);
- комбинированное оборудование (выполняют законченный цикл операций);
- поточные технологические линии (выполняют все операции в непрерывном потоке).

Степень механизации и автоматизации оборудования зависит от соотношения выполняемых им основных и вспомогательных операций. В зависимости от этого соотношения оборудование подразделяют на **неавтоматическое, полуавтоматическое и автоматическое**. В неавтоматическом оборудовании вспомогательные и частично основные операции выполняют с применением ручного труда. В полуавтоматах основные операции выполняет оборудование, а вспомогательные – человек. В автоматах все операции выполняются оборудованием.

Функциональное назначение оборудования определяет способы и принципы воздействия на обрабатываемый продукт. В данном случае оборудование разделяется по следующим признакам:

- 1) **общность функций, выполняемых в процессе переработки сырья и полуфабрикатов;**
- 2) **характер воздействия на обрабатываемый продукт.**

По **первому признаку** можно выделить три группы оборудования:

- для **подготовительных операций** (например, моечные, калибровочные машины, сепараторы, месильные машины, мясорубки и т. д.);
- для **основных операций переработки и обработки продукта** (например, аппараты для варки и запекания, аппараты для брожения и дображивания пива; ректификационные установки; копильные установки и т. д.);
- для **выполнения отделочных и финишных операций** (например, машины для завертывания штучных изделий; укупорочные, закаточные машины и т. д.).

По **второму признаку** выделяют следующее оборудование:

- **оборудование для ведения механических и гидромеханических процессов** (например, для очистки и сепарирования зерна – сепараторы, просеиватели, калибровочные и сортировочные машины; для измельчения пищевого сырья – вальцовые станки, дробилки, волчки, куттеры, гомогенизаторы и т. д.; для формования пищевых сред – экструдеры, машины для формования штампованием, отливкой и т. д.);

– оборудование для ведения тепло- и массообменных процессов (например, для сушки пищевого сырья – различные зерносушилки; для выпечки и обжарки – различные печи, жаровни, обжарочные аппараты; для охлаждения и замораживания – охладители-дозаторы, камеры охлаждения и морозильные аппараты, льдогенераторы, флюидизационные установки и т. д.);

– оборудование для ведения биотехнологических процессов (например, для спиртового брожения – аппараты для брожения и дображивания пива; агрегаты для брожения опары и теста; для посола мяса и рыбы – смесители для посола мяса, оборудование для посола рыбы; для солодоращения и получения ферментных препаратов – солодорастильные установки, ферментаторы и т. д.);

– оборудование для упаковывания пищевой продукции (например, машины для заворачивания штучных изделий; машины для штучного или группового заворачивания изделий; оборудование для фасовки сыпучих продуктов и штучных изделий; машины для герметизации тары с пищевыми продуктами (различные укупорочные и закаточные машины) и т. д.).

Основные параметры оборудования

Работа технологического оборудования выражается **техническими и технологическими** показателями, составляющими его техническую характеристику. К ним обычно относят:

– производительность, т. е. количество перерабатываемого сырья или вырабатываемой продукции в единицу времени;

– потребляемую энергетическую мощность, выражаемую количеством тепло- или хладоносителя, электричества в единицу времени;

– параметры электрической энергии (напряжение, частота, количество фаз), теплоносителя (температура, давление), хладоносителя (вид, температура);

– параметры сырья и вырабатываемой продукции;

– параметры режима работы оборудования и его отдельных элементов и узлов – давление, температуру, частоту вращения и др.;

– габариты и массу оборудования;

– условия эксплуатации (характеристика производственного помещения, температура и относительная влажность воздуха).

Техническая характеристика оборудования определяет его пригодность для выполнения технологической операции при выработке конкретных видов продукции.

Основные требования к оборудованию

К технологическому оборудованию перерабатывающих предприятий предъявляют как **общие требования**, характерные для всех видов пищевого оборудования, так и **специальные** (санитарные), определяемые особенностями перерабатываемого сырья, а также **требования безопасности**.

Общие требования, предъявляемые к технологическому оборудованию перерабатывающих предприятий:

- 1) необходимая производительность;
- 2) минимальные материало- и энергоемкость;
- 3) трудоемкость и безопасность в обслуживании;
- 4) качество вырабатываемой продукции;
- 5) ремонтпригодность;
- 6) надежность;
- 7) долговечность;
- 8) экологическая безопасность.

Особенность технологического оборудования, перерабатывающего сельскохозяйственное сырье, – это высокие санитарные требования к его конструкции. Исполнительные органы технологического оборудования конструктивно выполняют таким образом, чтобы при самых неблагоприятных условиях эксплуатации исключить возможность проникновения в рабочую зону посторонних предметов, смазочных масел, ржавчины или металлической пыли от износа деталей.

Конструкционные материалы технологического оборудования при контакте с пищевыми продуктами не должны образовывать примесей, загрязняющих пищевую продукцию и снижающих ее качество. Запрещается применять в рабочей зоне детали из свинца, цинка, меди, сплавов и покрытия из них, а также покрытия из кадмия, никеля, хрома, эмалей, пенопластов, пластмасс на основе формальдегида, материалов, содержащих стекловолокно, асбест, изделия из керамики, стекла, лакокрасочные покрытия.

Применяемые материалы должны быть стойкими к химическим, тепловым и механическим воздействиям при систематической мойке, чистке и дезинфекции оборудования. Цвет конструкционных материалов в рабочей зоне не должен влиять на оценку качества пищевой продукции и затруднять выявление загрязнений.

Движущиеся части оборудования – гребенки, выступающие концы валов и элементы их частей (винты, шпонки), питательные

и накатные валики, ролики, открытые передачи, торцы барабанов (роликов) в местах набегания конвейерной ленты (пластин), в местах термо- и ультразвуковой сварки, питательные воронки (бункера) – должны иметь ограждения.

Рабочие места обслуживающего персонала должны находиться вне зоны перемещения механизмов, сырья и готовой продукции.

Токоведущие части оборудования должны быть надежно электроизолированы, ограждены или находиться в недоступных для людей местах. Электрическая аппаратура, установленная на технологическом оборудовании, а также его заземление должны отвечать требованиям правил устройства электроустановок.

Технологическая операция – это часть большого производственного процесса, действия по изменению и последующей фиксации состояния обрабатываемой среды. Объединение как минимум двух технологических операций обеспечивает образование технологической подсистемы, которая соответствует определенному комплексу технологического оборудования или набору оборудования в границах производственного участка. Объединив несколько подсистем, на которых осуществляются все стадии переработки сырья и выпуска готовой продукции, можно сформировать технологическую систему в целом.

В зависимости от выполняемых функций технологические линии подразделяются на несколько видов.

1. Линии для производства пищевых продуктов путем разборки сельскохозяйственного сырья на компоненты.

Таковыми линиями оснащены предприятия по обработке и переработке следующих видов сырья: зерна, масличных семян (подсолнечника, хлопка), сахарной свеклы, картофеля, плодов, овощей, птицы, рыбы и т. д. Основными способами обработки и переработки на этих линиях являются очистка и разборка исходного сырья. В итоге этих операций получается или однопредметная продукция, например, сахар, масло, или побочная непищевая продукция, также обладающая полезными потребительскими свойствами и находящая свое применение в смежных отраслях пищевой промышленности, например, жмых, жом, патока. Если продукция, вырабатываемая на этих линиях, предназначена для реализации через торговые организации, то ее упаковывают малыми дозами в мягкую или твердую тару (пакеты, коробки, банки, бутылки). Если продукция отправляется на дальнейшую переработку, ею

заполняют цистерны или контейнеры и крупногабаритную тару – мешки, бидоны, бочки.

2. Линии для производства пищевых продуктов путем сборки из компонентов сельскохозяйственного сырья.

Эти технологические линии предназначены для вторичной переработки сырья – для производства колбасных, хлебобулочных, макаронных, кондитерских изделий, ликероводочной и пивобезалкогольной продукции и т. д. Здесь выполняется сборка сырья, чтобы образовать многокомпонентные пищевые среды. Главные операции сборки – это дозирование и смешивание рецептурных компонентов, их формование и упаковка.

Продукция, выпускаемая на данных линиях, в основном предназначена для реализации населению, поэтому значительное место в составе линии занимает оборудование для выполнения финишных операций дозирования и упаковки жидких, сыпучих, пастообразных или штучных продуктов.

3. Линии для производства пищевых продуктов путем комбинированной переработки сельскохозяйственного сырья.

В этих линиях сочетается первичная переработка сырья и последующее смешивание разных пищевых сред для получения готовой многокомпонентной продукции (производство шоколада, творога, сыра, сливочного масла и т. д.).

В составе любой линии выделяют три основных комплекса оборудования:

- комплекс А – для изготовления готовой продукции из окончательного полуфабриката;
- комплекс В – для получения окончательного полуфабриката из промежуточных полуфабрикатов;
- комплекс С – для образования промежуточных полуфабрикатов из исходного сырья.

Такое группирование оборудования линии обусловлено различием и особенностями функциональных задач машин и аппаратов, входящих в состав соответствующей группы.

При работе **комплекса А** в результате обработки окончательного полуфабриката, который имеет определенные технологические свойства, получают готовую продукцию, чьи потребительские свойства должны отвечать нормативным значениям.

Комплекс В – наиболее ответственная подсистема любой технологической линии, так как в ней создается окончательный полуфабрикат, строение и состав которого не подлежат в даль-

нейшем пересмотру и корректировке. В противном случае получается дефектная продукция или продукция другого наименования.

Комплекс С предназначен для подготовки исходного сырья к переработке с целью получения промежуточных полуфабрикатов. Задача этой линии – эффективное извлечение полезных веществ из исходного сырья для получения промежуточных полуфабрикатов требуемого состава и строения.

ЛЕКЦИЯ 2. РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЛИНИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ПУТЕМ РАЗБОРКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ НА КОМПОНЕНТЫ

План лекции

1. Характеристика плодов и овощей как сельскохозяйственного сырья.
2. Современные методы переработки плодов и овощей.
3. Рабочие процессы и технологические линии производства замороженных овощей, фруктов и ягод.
4. Характеристика мяса как сельскохозяйственного сырья.
5. Рабочие процессы и технологическая линия первичной переработки крупного рогатого скота.

1. Характеристика плодов и овощей как сельскохозяйственного сырья

Овощеводство и плодово-ягодное производство поставляют растительные продукты, обладающие ценными питательными и целебными свойствами, которые имеют большое значение для обеспечения полноценного питания людей. Овощи, плоды и ягоды содержат в легкоусвояемой форме такие основные энергосодержащие вещества как углеводы и белки. Особая ценность овощей, плодов и ягод как продуктов питания определяется высоким содержанием практически всех видов витаминов. Наиболее богаты они витаминами А, В и С. Невысокая энергетическая ценность плодовоовощной продукции по сравнению с продуктами животного происхождения делает ее особенно важной для обеспечения сбалансированности пищевых рационов при диетическом питании. Считается нормальным, если удельный вес овощной продукции в суточном рационе человека составляет 20–25 % и более.

Плоды и овощи – особая группа растительных пищевых продуктов, отличающаяся специфическими качественными показателями и химическим составом. Основная их особенность – высокое содержание воды (в среднем 80–90 %). В некоторых случаях оно

достигает 93–97 % (огурцы, редис, салат). Из-за высокого содержания воды плоды и овощи выделяют в особую группу «сочных растительных объектов». Этим подчеркивается их отличие от зерновых, бобовых культур и других продуктов. Насыщенность клеток и тканей плодов и овощей водой обуславливает высокую интенсивность обмена веществ, увеличение потерь воды за счет испарения, низкую устойчивость к механическим повреждениям и фитопатогенным микроорганизмам. Эти особенности имеют большое значение в технологии хранения и консервирования плодов и овощей.

Вода в плодах и овощах находится в виде клеточного сока с растворенными питательными и физиологически активными веществами, важными для питания человека. Благодаря высокой степени разбавления и сочетанию многих компонентов усвояемость их организмом высокая, что и обуславливает применение многих видов плодов и овощей в качестве диетических и даже лекарственных средств. Большая часть воды (85–90 %) непрочно связана с тканями плодов и овощей, легко испаряется при сушке и называется «свободной», меньшая часть (10–15 %) – более прочно удерживается гидрофильными коллоидами, входит в состав молекул, трудно удаляется и называется «связанной». Содержание влаги в продуктах переработки плодов и овощей – важный технологический показатель, от которого зависит качество продукта. Так, сушеные плоды должны содержать влаги не более 15–20 %, овощи – 12–14 %. При более высокой влажности эти продукты в процессе хранения повреждаются фитопатогенными микроорганизмами, в результате чего плесневеют, загнивают и приходят в негодность.

Остальную часть химического состава плодов и овощей представляют собой сухие вещества, которые определяют высушиванием навески до постоянной массы. Их содержание колеблется от 4 до 37 %. Сухие вещества подразделяются на растворимые и нерастворимые. В группу растворимых сухих веществ входят сахара, азотистые вещества, кислоты, дубильные вещества, пектины, ферменты, витамины, минеральные соли. Нерастворимые сухие вещества составляют клеточные стенки и механические элементы тканей: клетчатка, полуклетчатка, протопектин, крахмал, жирорастворимые пигменты, витамины. Они определяют главным образом механическую прочность тканей, их консистенцию, иногда цвет кожицы. Содержание нерастворимых сухих веществ невелико – в среднем 2–8 %. По медицинским нормам правильное питание

человека подразумевает употребление в год 110 кг картофеля, овощей – 122 кг, бахчевых – 31, плодов и ягод – 106 кг.

При переработке плоды и овощи претерпевают существенные изменения. В них прекращаются процессы жизнедеятельности, инактивируются ферменты, изменяется химический состав. При некоторых видах переработки повышается калорийность готовых продуктов за счет добавления масла, сахара, изменения концентрации сухих веществ. В результате термической обработки, микробиологических процессов, добавления сахара, кислот, пряностей изменяются вкус, аромат и консистенция продукта. При этом готовый продукт приобретает специфические особенности, оттеняющие и дополняющие его натуральное качество. Но при таком способе переработки не удастся избежать потерь витаминов и других физиологически активных веществ.

Одной из главных целей переработки плодов и овощей является максимальное сохранение этих веществ, а также ценных компонентов пищевого, вкусового и ароматического характера. Для решения этой проблемы современные технологии предусматривают ведение процессов консервирования без доступа воздуха, под вакуумом, при низких отрицательных температурах, в условиях сублимации влаги и т. д.

Все способы переработки сочного растительного сырья, так же как и способы хранения в свежем виде, осуществляют консервированием продукции.

Консервирование – это способ обработки пищевых продуктов, предохраняющий их от порчи, прежде всего микробиологической, и позволяющий удлинить сроки их хранения.

2. Современные методы переработки плодов и овощей

В зависимости от способов воздействия на плодоовощное сырье и происходящих в нем процессов способы переработки условно делятся на следующие группы:

- **физические;**
- **химические;**
- **биохимические;**
- **физико-механические;**
- **физико-химические.**

Физические методы. К ним относят *термостерилизацию, сушку, холодильное хранение, ультрафиолетовые лучи, ультразвук, электрический ток высокой и сверхвысокой частот.*

Термостерилизация. Используется при приготовлении плодово-овощных консервов. Под действием высоких температур прекращают жизнедеятельность клетки микроорганизмов и сырья. В таком виде продукты могут сохраняться длительное время.

В результате тепловой стерилизации продукции в ней происходят необратимые процессы коагуляции белка, изменения в протоплазме клеток, разрыв клеточной оболочки и наступает полная гибель растительных и микробных клеток. Тепловая обработка приводит к инаktivации ферментного комплекса сырья, вследствие чего в растительных тканях прекращаются биохимические процессы.

Плодоовощные консервы в зависимости от вида используемого сырья подразделяются на две группы: овощные и плодовые.

К *группе овощных консервов* относятся: овощные натуральные, обеденные, закусочные, заправочные консервы, маринады овощные, соки овощные, томатопродукты (томатный сок, томатное пюре, томатная паста, томатный соус) и другие.

В *группу плодовых консервов* входят компоты, повидло, джем, желе, консервы из протертых и дробленых плодов и ягод, соки плодовые и ягодные.

Особую группу консервов составляют консервы для детского и диетического питания.

Сушка. Это консервирование плодовоовощной продукции в результате частичного или полного обезвоживания. Сушка плодов и овощей относится к самым старым методам консервирования. Она основана на ограничении роста и развития микроорганизмов путем снижения содержания влаги или ее доступности (активности воды) в перерабатываемом сырье. Ряд растительных продуктов, например, зерно или орехоплодные, уже при уборке содержат небольшое количество влаги, и поэтому способны к длительному хранению. В клетках большинства микроорганизмов содержится до 75–85 % воды; с водой в клетку поступают питательные вещества и из нее удаляются продукты жизнедеятельности. С понижением влажности субстрата интенсивность размножения микробов падает, а при удалении из продукта влаги ниже необходимого для микробов уровня их размножение прекращается. Для микроорганизмов важно не абсолютное значение, а доступность содержащейся в субстрате влаги, которую называют «водная активность», или «активность воды». Понятие активности воды было введено в 1953 г. (В. И. Скотт) и характеризует отношение давления водяного пара в пограничном

слое над продуктом к давлению водяного пара над чистой водой при одной и той же температуре. Рост микроорганизмов наблюдается при значениях активности воды от близких к 1 до 0,65–0,617. Оптимальное значение 0,99–0,98; примерно в этих пределах находится активность воды скоропортящихся пищевых продуктов (мясо, рыба, плоды и овощи). Большинство бактерий не развивается при активности воды субстрата ниже 0,94–0,9. Для дрожжей предельное значение 0,88–0,85, а для плесеней – 0,8. Однако некоторые дрожжи и плесени (преимущественно виды рода *Aspergillus*) растут, хотя и медленно, при активности воды 0,75–0,62. Продукты, у которых активность воды менее 0,7, могут длительно сохраняться без микробной порчи. В связи с этим овощи сушат до остаточной влажности 10–12 %, а плоды – до 18–25 %. Из-за более высокого содержания кислот плоды более пригодны для сушки, чем овощи.

Сушка до более низкой влажности, например, картофеля и овощей до 6–8 %, обеспечивает лучшую сохраняемость, но требует применения герметичной тары и больших затрат энергии.

Существует несколько промышленных технологий сушки.

Конвективная – основана на передаче теплоты продукту, который высушивается за счет сушильного агента (воздух или парогазовая смесь). Недостатки – большие удельные энергозатраты (до 2,5 кВт · ч/кг), неравномерность высушивания по толщине, окисление продукта, наличие остаточной микрофлоры, изменение вкуса и цвета.

Кондуктивная – основана на передаче теплоты продукту, который высушивается путем контакта с нагретой поверхностью. Недостатки – неравномерность влажности конечного продукта, частичное пересушивание, которое приводит к необратимости процессов восстановления.

Сублимационная – основана на удалении влаги из продуктов в замороженном состоянии в условиях глубокого вакуума. Недостатки – большие энергозатраты (до 3 кВт · ч/кг), необходимость высококвалифицированного персонала при обслуживании.

Высокочастотная – сушение токами высокой и сверхвысокой частоты за счет преобразования энергии электромагнитных волн в тепловую энергию. Недостатки – большие энергозатраты (до 3 кВт · ч/кг), недостаточная изученность влияния СВЧ-излучения на человека и на биохимические свойства конечного продукта.

Акустическая – воздействие ультразвуковых колебаний способствует удалению влаги и позволяет ускорить процесс сушки.

Инфракрасная – основана на том, что молекулы воды, находящиеся в продукте, поглощают инфракрасные лучи и, возбуждаясь, нагреваются, т. е. в отличие от всех других видов сушки энергия подводится непосредственно к воде продукта, чем достигается высокий КПД сушильного оборудования. При таком подводе теплоты процесс сушки можно вести при температуре 40–60 °С с высокой скоростью (30–200 мин). При таких температурах в растительных тканях максимально сохраняются целостность клеточных оболочек, биологически активные вещества, естественный цвет, вкус и аромат продуктов, нет потерь теплоты в окружающую среду. Коротковолновые инфракрасные лучи более эффективны за счет большей глубины проникновения и более эффективного воздействия на молекулярную структуру продуктов. Необходимое инфракрасное излучение формируется специальным керамическим покрытием на нагревателях, ресурс которых практически не ограничен. Система экранов и воздухопроводов обеспечивает быстрое и равномерное высушивание продукта. Овощи и фрукты, обработанные инфракрасной сушкой, после восстановления обладают высокими вкусовыми качествами, и их можно хранить год без специальной тары (при низкой влажности окружающей среды). В герметичной таре сухопродукты можно хранить до двух лет. Инфракрасное излучение при температуре 40–60 °С позволяет уничтожить основную массу микрофлоры на поверхности продукта.

Холодильное хранение. В мировой практике применяют три метода холодильного консервирования овощей и фруктов:

– *хранение в охлажденном состоянии* при температуре от –2 до +1 °С в течение 2–4 месяцев (некоторые сорта яблок – поздние сорта – хранятся до 6 месяцев, а в регулируемой газовой среде – до 8–9 месяцев). При этом содержание витаминов снижается в 2–3 раза;

– *быстрое замораживание продукции* и хранение ее при температуре не выше –18 °С. Это самый прогрессивный и перспективный метод консервирования, т. к. при нем сочная продукция сохраняется без значительного снижения качества в течение 10–12 месяцев;

– *сублимационная сушка* с последующей упаковкой продукции в полимерную или металлическую тару.

Замораживание – самый перспективный способ хранения плодов и овощей. Основное отличие замораживания от охлаждения состоит в том, что замороженные продукты являются более стойкими при хранении, чем охлажденные, поскольку вода в них превращается в лед. Его применяют для хранения сырья с целью

последующего его консервирования, или как самостоятельный способ консервирования. Заморозка сохраняет в продукте гораздо больше витаминов и минеральных веществ, чем любой другой вид консервирования. Например, высушенный плод теряет при сушке 70 % витамина С, при варке – более 50 %, при заморозке – 25 %.

Качество продукта зависит от скорости замораживания. В криобиологии в зависимости от скорости понижения температуры объекта замораживания различают охлаждение: медленное (продолжительность охлаждения от 10 мин до 1 ч), быстрое (1–10 мин) и сверхбыстрое (менее 5 с).

При медленном охлаждении образуются крупные кристаллы льда, которые разрывают клеточные оболочки замораживаемого продукта. В результате растаявший продукт теряет свою форму и приобретает «лоскутную» консистенцию, из него утекает большая часть полезных веществ, витаминов и минералов. При быстром замораживании образуются более мелкие кристаллы льда, которые незначительно повреждают клетки, и продукт сохраняет хорошую консистенцию даже при оттаивании.

Замороженный продукт отличается от охлажденного рядом признаков и свойств:

- твердостью – результат превращения воды в лед;
- яркостью окраски – результат оптических эффектов, вызываемых кристаллизацией льда;
- уменьшением удельного веса – следствие расширения воды при замораживании;
- изменением термодинамических характеристик (теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность).

Пригодность плодоовощного сырья для замораживания определяется видовым составом, особенностями сорта, степенью зрелости.

При быстром замораживании в плодоовощной продукции протекают процессы кристаллизации, рекристаллизации и дефростации (при оттаивании), а при сверхбыстром замораживании в жидком азоте – витрификация (застекловывание) и сверхбыстром оттаивании – девитрификация (расстекловывание).

В холодильной технологии наиболее распространены способы, основанные на отводе теплоты от продукта теплопроводностью, конвекцией, радиацией и теплообменом при фазовых превращениях.

Как правило, охлаждающей средой является воздух с различной скоростью движения и температурой чаще всего 30–40 °С ниже нуля.

Замораживание проводят в морозильных аппаратах разной конструкции, в которых воздух движется со скоростью 1–2 м/с и более. Для ускорения замораживания охлаждающие батареи размещают поблизости от замораживаемого объекта. Лучший эффект получают при замораживании фасованной продукции, так как при этом обеспечивается оптимальная толщина. Хороший эффект дает замораживание продуктов малого размера (ягод) россыпью на охлаждающих поверхностях и лучше в «кипящем слое» (метод флюидизации).

Разнообразные способы замораживания в морозильных аппаратах показаны на рисунке 1.

Способ контактного одностороннего замораживания (рис. 1а) на металлической охлаждающей пластине используют в конструкциях ряда морозильных аппаратов. При этом способе наблюдают недостаточный теплообмен поверхности продукта, продолжительное время замораживания, смещение в сторону слабого теплообмена границы раздела между замороженными слоями.

При *контактном двустороннем способе замораживания* (рис. 1б) в активном теплообмене участвует примерно 60–70 % поверхности в зависимости от толщины продукта, а границы раздела располагаются в середине толщины продукта.

При *замораживании* продукта с помощью *жидкого хладоносителя*, подаваемого через форсунки или другие устройства, распределяющие жидкость (рис. 1в), граница раздела между замороженными слоями располагается ближе к той поверхности, где менее интенсивен теплообмен. Лучший эффект достигается, когда продукт омывается хладоносителем с двух сторон или когда продукт погружается в перемешивающийся жидкий хладоноситель. В последнем случае замораживание равномерно и линия раздела проходит по середине объекта.

Если в качестве хладоносителя используют *поток воздуха, подаваемый с одной стороны*, то не вся поверхность продукта участвует в активном теплообмене и трудно достичь равномерного замораживания, а граница раздела между замороженными слоями сдвигается в сторону слабого теплообмена (рис. 1з).

При *замораживании в поперечно-проточном потоке воздуха* с перемещающимся направлением в активном теплообмене участвует вся поверхность продукта (рис. 1д). При использовании низких отрицательных температур и достаточной скорости движения воздуха происходит быстрое замораживание и, самое главное, структура льда образуется равномерно.

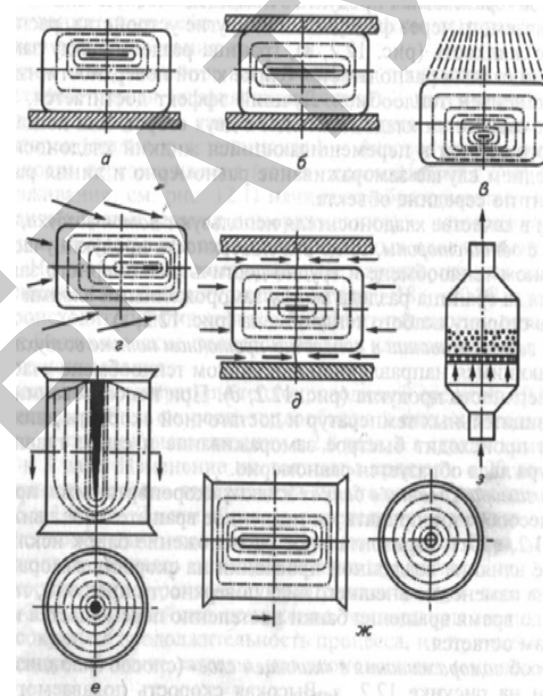


Рис. 1. Способы замораживания в морозильных аппаратах:

а – контактный односторонний; б – контактный двусторонний; в – с помощью жидкого хладоносителя; г – в потоке воздуха, подаваемого с одной стороны; д – в поперечно-продольном воздухе; е и ж – при вращении банок с продуктом; з – в «кипящем слое» (способ флюидизации)

При *замораживании в банках* жидких скоропортящихся продуктов целесообразно придать им медленное вращательное движение (рис. 1е, ж), горизонтальное расположение банок исключает вредное влияние воздушной прослойки на скорость замораживания и на изменение внешнего вида поверхности продукта, так как воздух во время вращения банки постепенно перемещается к центру и там остается.

Способ замораживания в «кипящем слое» (способ флюидизации) показан на рисунке 1з. Высокая скорость подаваемого под давлением холодного воздуха и омывание им всей поверхности взвешенных в потоке частиц продукта обеспечивают наибольший эффект по скорости замораживания и сохранению качества продукта.

К сверхбыстрому способу относится замораживание продукта в кипящих хладоносителях, таких как жидкий азот, фреон и др.

В этом случае вся поверхность продукта участвует в теплообмене, а очень низкие температуры хладоносителя обеспечивают замораживание в течение нескольких минут или секунд.

Разработаны аппараты, в которых продукты замораживают погружением, орошением или комбинированно с использованием низкотемпературной газовой среды, создаваемой в результате испарения жидкого хладоносителя. Наиболее совершенен способ, когда в первой стадии происходит охлаждение и подмораживание газовой средой, а затем замораживание путем орошения и дальнейшего выравнивания температуры по всему объему продукта. В этом случае отсутствует вредное влияние, наблюдаемое при замораживании погружением, т. е. деформация замораживаемого продукта при образовании льда.

Режим замораживания плодоовощной продукции состоит из трех стадий: *первая (стадия охлаждения)* – интенсивный отвод теплоты от продукта и снижение температуры до криоскопической; *вторая (стадия кристаллизации)* – фазовое изменение воды, когда после переохлаждения начинают образовываться и расти кристаллы; *третья (стадия домораживания)* – криоскопическая температура перемещается с периферийных слоев в центр продукта. На этой стадии замораживание характеризуется дальнейшим снижением температуры продукта до 18–20 °С ниже нуля, при которой происходит инактивация всех ферментных систем, останавливаются биохимические процессы во всех клетках тканей и наступает консервация продукта.

Понижение температуры теплопроводящей среды на 10 °С увеличивает в среднем скорость теплообмена на стадии охлаждения в 1,7 раза, на стадии кристаллизации в 2,8 раза, а на стадии домораживания в 3 раза. Изменение же толщины продукта с 20 до 10 мм увеличивает скорость теплообмена по стадиям соответственно в 1,3; 1,5 и 1,8 раза. Таким образом, определяющее значение в процессе теплообмена имеют температура охлаждающей среды и толщина подготовленного к замораживанию продукта.

Замораживание рекомендуют проводить при температуре 30–35 °С ниже нуля. Дальнейшее понижение температуры не позволяет резко сократить продолжительность процесса, но при этом возрастают энергетические затраты, что экономически нецелесообразно.

Время замораживания овощей, плодов и ягод зависит от вида продукта, степени его измельчения (для крупных плодов и овощей), а также от других операций подготовки сырья (очистка, сульфитация, бланширование и др.) к замораживанию.

Продукты транспортируют и хранят при температуре не выше –18 °С не более 9–12 месяцев, при температуре –15 °С – не более 8 месяцев со дня их выработки.

Классификация холодильных установок. Холодильные установки различают по следующим признакам: назначению – стационарные и передвижные с централизованным и децентрализованным охлаждением; производительности – крупные (3 МВт), средние (1 МВт), мелкие (до 60 кВт); температурному режиму – высокотемпературные (от +10 до –10 °С), среднетемпературные (от +5 до –20 °С) и низкотемпературные (от –20 до –120 °С); режиму работы – непрерывные или циклические, нестационарные с аккумулятором тепловой энергии; виду холодильного агента – аммиачные, фреоновые, этановые, пропановые, углекислотные и на смесях холодильных агентов.

Для сохранения качества, снижения потерь и увеличения продолжительности хранения продуктов кроме холодильной обработки применяют дополнительные средства: *регулируемую (РГС) и модифицированную (МГС) газовые среды, ультрафиолетовое и ионизирующее излучения, антисептики* и т. д.

Хранение плодоовощной продукции в регулируемой газовой среде (РГС). Основной формой взаимодействия плодов и овощей с окружающей средой является процесс дыхания. Во время хранения выделяется теплота дыхания. Однако в воздух выделяется не все тепло, так как часть его используется клеткой для обменных реакций и процесса испарения, часть запасается в виде химически связанной энергии. Биологическая роль дыхания состоит в том, чтобы обеспечивать живые ткани плодов и овощей энергией, необходимой для их жизнедеятельности.

Наряду с испарением влаги процесс дыхания неизбежно сопровождается убылью массы плодов и овощей. Поэтому такие потери называются естественными. Их можно снизить путем регулирования интенсивности дыхания и испарения влаги, что имеет важное практическое значение.

Хранение в обычных условиях предполагает обычную воздушную среду с нормальным содержанием в атмосфере кислорода (21 %), углекислого и других газов.

Хранением в регулируемой газовой среде считают хранение плодов в среде с определенной концентрацией CO_2 и кислорода при определенной температуре. При этом тот или иной газовый режим подбирается таким образом, чтобы сохранить нормальный дыхательный газообмен, а также правильное соотношение между температурой и состоянием плодов.

Плоды, помещенные в замкнутую среду, благодаря естественному дыхательному обмену изменяют парциальное давление CO_2 и кислорода в окружающей атмосфере. По мере хранения плодов количество кислорода в атмосфере снижается и соответственно снижается его парциальное давление. В связи с этим дыхание плодов замедляется. Концентрация CO_2 при этом возрастает. Но слишком низкое содержание в окружающей среде кислорода и высокое содержание CO_2 (более 10 %) может вызвать физиологические расстройства.

В регулируемой газовой среде по сравнению с хранением в обычной воздушной среде лучше остается более высоким качество плодов, дольше сохраняется зеленая окраска, замедляются гидролитические процессы распада протопектина (плоды дольше остаются твердыми). Соотношение CO_2 и кислорода влияет также на биосинтез этилена в плодах и его биологическое действие на процессы созревания.

Для образования этилена и активного его воздействия на процессы дозревания необходимо высокое содержание кислорода в окружающей среде (то есть достаточное парциальное давление кислорода). При низком парциальном давлении кислорода плоды не дозревают даже в присутствии этилена, поэтому для нормального дозревания плодов (томатов, бананов и т. д.) должен быть свободный доступ воздуха. Для замедления процессов дозревания и удлинения сроков хранения плодов с одновременным сохранением их высокого качества необходимо создавать соответствующий каждому сорту газовый режим хранения.

Существует несколько способов хранения плодов в регулируемой газовой среде:

- в холодильных камерах с РГС;
- в полимерных пленках;
- в полиэтиленовых контейнерах с диффузионными вставками.

Регулирование состава газовой среды в холодильных камерах может производиться при помощи скрубберов – специальных очистителей, поглощающих избыток CO_2 . В скруббере воздух из камеры может циркулировать по замкнутому кругу, снижая содержание CO_2 , например, до 3–5 %.

Углекислый газ, поглощенный скруббером, замещается почти таким же объемом воздуха, и благодаря этому концентрация кислорода в камере достигает требуемого уровня.

Другой способ регулирования газовой среды в камерах заключается в использовании газообменника (диффузора), устанавливаемого рядом с камерой с РГС в смежном помещении. Основной частью диффузора являются силиконово-каучуковые пленки, обладающие селективной способностью к отдельным газам, то есть большей проницаемостью для CO_2 и меньшей для кислорода и азота. Силиконово-каучуковые пленки образуют параллельно расположенные каналы, через которые циркулирует воздух из камер при помощи встроенных в воздуховоды вентиляторов. Через силиконово-каучуковые пленки благодаря диффузии происходит вывод в атмосферу избытка CO_2 , этилена и вредных пахучих веществ.

Из атмосферы, в свою очередь, в камеру поступает небольшое количество кислорода (воздуха). В результате разной проницаемости отдельных газов через силиконово-каучуковые пленки в герметичной камере создается определенная концентрация CO_2 , кислорода и азота. Для быстрого создания нужного газового режима в камеру иногда сразу вводят большое количество азота, и тогда концентрация кислорода в атмосфере камеры быстро снижается до нужного уровня.

Хранение плодов в камерах с РГС осуществляется при температуре от 0 до +4 °С и относительной влажности воздуха 90–95 %. Содержание CO_2 и кислорода в атмосфере камеры проверяется и регулируется газоанализаторами, которые автоматически управляют работой скрубберов или диффузоров. После достижения необходимой концентрации CO_2 камеры переводятся на заданный газовый режим путем включения установки (скрубберов или диффузоров), при этом избыток CO_2 удаляется, а содержание кислорода продолжают снижать до требуемого уровня. Необходимая газовая смесь CO_2 и кислорода в камере устанавливается спустя 3–4 недели после закрытия камеры.

Содержание углекислого газа в регулируемой среде в большинстве случаев поддерживают на уровне 5 % и выше, кислорода – 10–13 %. Минимальное содержание кислорода в искусственно создаваемой газовой среде – 2 %, а максимальное количество CO_2 – 10 %.

Состав газовой смеси зависит от вида сырья, сорта, условий выращивания и других факторов.

Основные типы регулируемой атмосферы:

– традиционная регулируемая атмосфера (Traditional Controlled Atmosphere) – содержание кислорода в камере – 3–4 %, углекислого газа – 3–5 %;

– с низким содержанием кислорода LO (Low Oxygen) – содержание кислорода – 2–2,5 %, углекислого газа – 1–3 %;

– с ультранизким содержанием кислорода ULO (Ultra Low Oxygen) – содержание кислорода – менее 1–1,5 %, содержание углекислого газа – 0–2 %. Установлено, что при низкокислородном хранении лучше сохраняются твердость, свежесть, кислотность плодов, снижается или полностью устраняется вероятность поражения загаром.

Технологии создания газовой среды и хранения плодов в регулируемой газовой среде:

1. *Технология быстрого снижения концентрации кислорода RCA (Rapid Controlled Atmosphere)*. С момента загрузки камеры концентрация кислорода снижается до 2,5–3 % за 1–3 дня.

2. *ILOS (Initial Low Oxygen Stress)* – сверхбыстрое снижение уровня кислорода в камере за короткий промежуток времени. Снижение содержания кислорода с 21 % до 5 % осуществляется за 8–10 часов с момента загрузки камеры. Состав атмосферы поддерживается на уровне 0,9 % O₂ и 1,2 % CO₂. Управление осуществляется с помощью компьютеризированной системы контроля. После семи месяцев хранения достигаются лучшие результаты по сохранности продукции по сравнению с традиционной газовой средой. На практике реализуется технология ULO + ILOS для хранения яблок.

3. *LECA (Low Ethylene Controlled Atmosphere)*. В данной технологии предусмотрено снижение уровня этилена в камере с помощью каталитического конвертера этилена. Установлено, что снижение уровня этилена и поддержание его на уровне ниже 1 ppm способствует лучшему сохранению твердости и подавляет развитие загара. Эта технология достаточно широко используется для хранения яблок, киви, груш, цитрусовых.

Для создания и поддержания регулируемой газовой среды в настоящее время применяются адсорберы CO₂, генераторы азота и кислорода, каталитические конвертеры этилена. При хранении винограда, цитрусовых применяют адсорберы сернистого ангидрида SO₂.

Модифицированная газовая среда – разновидность РГС. В этом случае газовый состав при хранении плодов и овощей создается в упаковке продукта и выдерживается с меньшей точностью.

При хранении в емкостях из пленок накопление диоксида углерода и снижение концентрации кислорода происходит естественным путем вследствие дыхания плодов. Оно не поддается точному регулированию, однако газовый состав атмосферы внутри упаковок можно частично менять подбором различных пленок, изменением вместимости упаковок и температуры.

Способы хранения плодов в полимерных селективно-проницаемых пленках:

- в мелких упаковках (полиэтиленовых пакетах и мешках);
- в ящиках с полиэтиленовыми вкладышами;
- в контейнерах с полиэтиленовыми вкладышами;
- в контейнерах-мешках с диффузионными вставками;
- под полиэтиленовыми накидками с силиконовыми вставками.

При хранении в мелких упаковках плоды укладывают в узкие полиэтиленовые пакеты вместимостью 1–3 кг, которые затем герметизируют (запаивают). В результате срок хранения яблок и груш увеличивается, потери массы сокращаются. Но плоды некоторых сортов непригодны для хранения в полиэтиленовой упаковке.

Хранение плодов в ящиках с вкладышами из полиэтиленовой пленки отличается от обычной упаковки только большим размером вкладыша, рассчитанного на ящик вместимостью 20–25 кг. Перед нагрузкой плоды охлаждают до температуры 0–2 °С, чтобы избежать запаривания и образования конденсата, затем закрывают вкладыши.

Состав газовой среды в первые три-четыре недели изменяется следующим образом: концентрация диоксида углерода повышается до 3–6 %, содержание кислорода снижается до 6–10 %. Относительная влажность воздуха достигает 90–95 % и более. Способ не требует герметизации помещения, его можно применять в обычных холодильных камерах.

В контейнеры с полиэтиленовыми вкладышами плоды загружают непосредственно в саду. На дно контейнера насыпают небольшой слой стружки, внутрь его помещают полиэтиленовый вкладыш, в который и загружают отсортированную продукцию. Автопогрузчиками контейнеры отвозят в хранилище. Первые три дня вкладыши держат открытыми для лучшего охлаждения и испарения влаги с плодов. Потом пленку плотно заправляют за края контейнера или заклеивают липкой лентой. С помощью электропогрузчиков контейнеры устанавливают в камере холодильника высотой в 3–6 рядов.

В контейнерах чаще всего создается следующая газовая смесь (%): CO₂ – 3–6, O₂ – 7–11, N – 83–90. Температуру в камере поддерживают на уровне 0 °С, в контейнерах она достигает 1 °С. Данный способ экономически выгоден в результате сокращения затрат при упаковывании и транспортировании плодов из сада, лучшего использования объема хранилищ, сокращения потерь массы и повышения качества продукции. Хранение плодов в контейнерах с полиэтиленовыми вкладышами значительно сокращает естественную убыль и сохраняет высокую сортность партии.

Перед реализацией во всех случаях хранения в пленках после выгрузки из холодильника пакеты, ящики или контейнеры с продукцией сразу раскрывают во избежание образования конденсационной влаги.

Плоды хранят в больших полиэтиленовых контейнерах (мешках) с диффузионными вставками (окнами) из специальной силиконо-каучуковой ткани (эластомера), обладающей селективной проницаемостью для газов. Такие контейнеры представляют собой мягкий мешок из полиэтиленовой пленки толщиной 120–200 мкм. В одной из боковых сторон на половине высоты вмонтирована диффузионная вставка. На дно контейнера с помощью электропогрузчика помещают поддон с несколькими ящиками, затем стенки контейнера поднимают и расправляют, после устанавливают второй поддон с ящиками и т. д. Верхнюю, свободную часть контейнера завязывают бечевкой. Загруженные контейнеры устанавливают в штабель высотой в три ряда.

Газовый режим в контейнерах стабилизируется в течение трех-четырех недель после загрузки. Каждые 4–5 суток проверяют состав газовой среды.

Разгружают контейнеры после того, как плоды постепенно приспособятся к естественной атмосфере. Контейнеры развязывают, открывают верхнюю часть и оставляют в камере на 5–7 суток, затем опускают края контейнера до поддона и вновь выдерживают 3–4 сут. После плоды направляют на реализацию.

Плоды, упакованные в ящики с полиэтиленовыми вкладышами и штабеля под полиэтиленовыми накидками, сохраняют более стабильно сухие вещества, сахара, органические кислоты, характеризуются большим количеством витамина С и плотной консистенцией.

По сравнению с обычным хранением в холодильнике данный способ обеспечивает сокращение потерь, в том числе в результате уменьшения естественной убыли массы, в полтора–два раза. Вы-

ход товарной продукции после 7–8 мес. хранения овощей достигает 85–96 %.

Ультрафиолетовые (УФ) лучи (лучевая стерилизация). Они обладают высокой энергией и вызывают фотохимические изменения в поглощающих их молекулах субстрата и клетках микроорганизмов. Наибольшим бактерицидным действием обладают лучи с длиной волны 250–260 нм. Эффективность воздействия УФ-лучей на микроорганизмы зависит от дозы облучения. УФ-облучение рекомендуют использовать для дезинфекции воздуха холодильных камер, производственных помещений, в технологическом процессе при асептическом консервировании, для предотвращения инфицирования извне при розливе, фасовании и упаковке пищевых продуктов; для обеззараживания тары и упаковочных материалов. Для стерилизации плодоовощных консервов его не применяют из-за низкой проникающей способности лучей. Считают возможным применение УФ-лучей при стерилизации плодоовощных соков и вин в тонком слое.

Ионизирующие излучения вследствие высокой энергии способны вызвать ионизацию электрически нейтральных атомов и молекул и стимулировать в облученных материалах однотипные химические реакции.

Обработку продуктов проводят в специальных аппаратах (например, кобальтовых пушках), где происходит радиоактивный распад различных изотопов. При этом в продуктах возникают химические превращения, связанные в первую очередь с ионизацией воды, что вызывает образование свободных радикалов с высокой химической активностью, приводит к изменениям в клетках. При определенной дозировке лучи подавляют жизнедеятельность микроорганизмов.

На практике радиационную обработку проводят в виде:

- радиаптертизации – до полной стерильности продукта;
- радиуризации – до ограниченного подавления микрофлоры;
- радисидации – до выборочного подавления микроорганизмов какого-либо типа для увеличения продолжительности хранения продукта.

Ультразвук (УЗ). Это механические колебания с частотами более 20 кГц, которые находятся за пределом слышимости человека. УЗ-волны могут распространяться в твердых, жидких и газообразных средах и обладают большой механической энергией. Разработаны технологии и оборудование для активизации процессов экст-

ракции биологически активных веществ, ускорения процессов растворения, диспергирования, получения тонкодисперсных суспензий и эмульсий. Применение энергии УЗ позволяет сократить время растворения и купажирования жидких компонентов до нескольких минут. С помощью УЗ можно вызвать распад высокомолекулярных соединений, коагуляцию белков, инактивацию ферментов, разрушать частично или полностью многоклеточные и одноклеточные организмы, в том числе и микроорганизмы.

УЗ находит все большее применение в различных отраслях промышленности, в том числе и в пищевой. Разработаны установки для мойки и стерилизации стеклянной тары, удаления накипи в теплообменных аппаратах. Предложены технологии по стерилизации воды, жидких пищевых продуктов. Ученые предлагают использовать УЗ для интенсификации технологических процессов, в том числе активизации жизнедеятельности микроорганизмов, для обезвоживания и сушки, тонкодисперсной гомогенизации, эмульгирования, осветления и купажирования пищевых продуктов, в том числе пюреобразных консервов для детского питания и соков. Большие успехи достигнуты при испытаниях установок для сублимационной сушки в поле УЗ и атмосфере инертного газа при низких температурах. В настоящее время начато внедрение УЗ-технологий в процесс производства консервов и других продуктов питания.

Кавитационные технологии. Явление кавитации известно в науке и технике более 100 лет, в 1894 г. это явление впервые описал английский ученый Рейнольд, изучая эрозию на миноносцах.

Кавитация (от лат. *cavitas* – пустота) – образование в капельной жидкости полостей, заполненных газом, паром или их смесью (кавитационных пузырьков, каверн). Кавитационные пузырьки образуются в тех местах, где давление жидкости становится ниже некоторого критического значения $p_{кр}$ (в реальной жидкости $p_{кр}$ приблизительно равно давлению насыщенного пара этой жидкости при данной температуре). Если давление понижается вследствие больших местных скоростей в потоке движущейся капельной жидкости, то кавитацию называют *гидродинамической*, а если вследствие прохождения акустических волн – *акустической*.

Гидродинамическая кавитация возникает в результате того, что в реальной жидкости всегда присутствуют мельчайшие пузырьки газа или пара. Двигаясь с потоком и попадая в область давления ниже критического, пузырьки теряют устойчивость и приобретают способность

к неограниченному увеличению. После перехода в зону повышенного давления рост пузырька прекращается и он начинает сокращаться. Так, в трубе с местным сужением создается четко ограниченная «кавитационная зона», заполненная движущимися пузырьками. Сокращение (схлопывание) кавитационного пузырька происходит с большой скоростью и сопровождается звуковым импульсом (своего рода гидравлическим ударом), тем более сильным, чем меньше газа содержит пузырек. Если происходит захлопывание множества пузырьков, то явление сопровождается сильным шумом со сплошным спектром от нескольких сотен герц до тысяч килогерц.

Гидродинамическая кавитация может сопровождаться рядом физико-химических эффектов, например, искрообразованием и люминесценцией. Установлено влияние электромагнитных факторов (электрического тока, магнитного поля и др.) на гидродинамическую кавитацию.

Акустическая кавитация возникает при излучении в жидкость звука с амплитудой звукового давления, превосходящей некоторое пороговое значение, при этом во время полупериодов разряжения возникают кавитационные пузырьки на так называемых кавитационных зародышах, которыми чаще всего являются газовые включения, содержащиеся в жидкости и на колеблющейся поверхности акустического излучателя. Пузырьки захлопываются во время полупериода сжатия, создавая кратковременные импульсы давления, способные разрушить весьма прочные материалы. Захлопывание пузырьков сопровождается адиабатическим нагревом газа в пузырьках до температуры 10^4 °С, чем, по-видимому, вызывается свечение пузырьков при кавитации (звукolumинесценция). Кавитация сопровождается ионизацией газа в пузырьках.

Акустическая кавитация и связанные с ней физические явления вызывают ряд эффектов. Некоторые из них, например, разрушение и диспергирование твердых тел, эмульгирование жидкостей, очистка поверхностей, обязаны своим происхождением ударам при захлопывании пузырьков и микропотокам вблизи них. Другие эффекты, например, инициирование и ускорение химических реакций, связаны с ионизацией газа в пузырьках.

Благодаря этим эффектам акустическую кавитацию все шире используют для создания новых и совершенствования известных технологических процессов. Большинство практических аспектов применения ультразвука или других электрофизических волновых эффектов основано на явлении кавитации.

Акустическая кавитация имеет большое значение в биологии и медицине. Импульсы давления, возникающие в кавитационных пузырьках, обуславливают мгновенные разрывы микроорганизмов и простейших, находящихся в водной среде, подвергаемой действию ультразвука.

Наиболее распространенными способами создания эффекта кавитации являются облучение жидкости ультразвуковым полем, возбуждаемым излучателями ультразвука с разными параметрами излучения, либо использование приборов для гидродинамической кавитации (кавитаторов, гомогенизаторов высокого давления, роторных импульсных аппаратов и др.).

Гидродинамические кавитаторы рекомендуют для использования при производстве соков, кетчупов из овощей, фруктов и ягод, которые содержат мелкие трудноотделяемые семена, при этом семена диспергируются до пенной составляющей продукта размером 5 мкм, а также в технологических процессах, требующих гомогенизации или эмульгирования продукции. Гомогенизаторы высокого давления могут найти широкое применение в пищевой, косметической, фармацевтической и химической промышленности (гомогенизированные соки, пюре, эмульсии, увеличение вязкости, стабилизация, предупреждение процесса разделения фаз, улучшение сенсорного качества продуктов, степень дисперсии до 1 мкм и менее). Роторные импульсные аппараты используют для обработки таких систем как «жидкость–жидкость», «жидкость–твердое тело» и «газ–жидкость». Наиболее существенными факторами воздействия являются гидродинамическая и гидроакустическая кавитации в комплексе с механическим воздействием на частицы гетерогенной среды.

Акустическую кавитацию в технологических процессах с применением ультразвуковых генераторов используют в различных отраслях: пищевой промышленности для снижения обсемененности микроорганизмами, экспресс-эмульгирования, осветления и стабилизации соков, растительных масел и других жидких пищевых продуктов для активации и адаптации хлебопекарных дрожжей, интенсификации экстракции, дезинтеграции твердых частиц, гомогенизации, экстракции растительного сырья, обеспечения самоочистки фильтрующих элементов оборудования, мойки и очистки тары и оборудования и сточных вод. Разрабатываются комбинированные технологии использования эффекта совместно с УЗ, ИК, сублимационной или распылительной сушкой, несомненно перспективна новая комбинированная технология УЗ и мембранных процессов, на основе которой

в перспективе смогут создавать линии для крупнотоннажных производств по получению высококонцентрированных экстрактов, соков, натуральных красителей и др.

В теории кавитации С. Д. Шестаковым и другими учеными были разработаны технологии, основанные на феномене *синпериодической кавитации* – процесса одновременного возникновения и схлопывания с последствиями в жидкости микроскопических пузырьков. Явление возникает под воздействием принудительно распространяемых в жидкой среде колебаний ультразвуковой частоты заданной амплитудой. Процесс напоминает кипение, но не сопровождается значительным повышением температуры. Такая вода является сильным растворителем солей, вступает в реакции гидратации биополимеров, является сильным экстрагентом. Эти свойства воды обусловлены тем, что кластеры молекул воды под влиянием эффекта синпериодической кавитации разрушаются, а вода нагревается. Вода переходит в термодинамическое неравновесное состояние, которое продолжается, пока вода постепенно не отдаст полученную энергию в виде теплоты в процессе восстановления своей кластерной структуры. При этом вода, получившая порцию энергии за счет возмущений давления, не изменив при этом температуру, вдруг начинает постепенно заметно нагреваться. В результате активизируются реакции гидратации, растворения, ионизации. Освоены некоторые области применения данной технологии. Например, рекомендуется осуществлять кавитационную обработку воды, используемой для увлажнения зерна перед его помолотом, при этом время подготовки зерна к помолу сокращается в 3 раза, а энергозатраты – на 3 кВт · ч/т. Данная технология, по данным авторов, позволяет получать муку высокого качества из низкосортного зерна. При приготовлении теста использование данного вида кавитации сопровождается структуризацией белков клейковины и повышает пористость и эластичность хлеба при сокращении количества использованных хлебопекарных улучшителей. Данная технология позволяет получать высокие результаты в процессе эмульгирования, осуществлять гидролиз белков и жиров, снижать содержание консервантов, красителей и других пищевых добавок, увеличивать срок годности при производстве мясопродуктов, осуществлять процессы пастеризации и стерилизации жидких сред. Она перспективна при предпосевной обработке зерна, поении скота на откорме, при обработке продукции в процессе ее охлаждения, замораживания и размораживания.

Электрический ток высокой (ВЧ) и сверхвысокой частот (СВЧ). Сверхвысокочастотным называют нагрев объекта энергией электромагнитного поля сверхвысоких частот. Электромагнитная волна, проникая в объект, взаимодействует с заряженными частицами. Совокупность таких микроскопических процессов приводит к поглощению энергии поля в объекте, а энергия преобразуется в теплоту не на поверхности, а в его объеме, и потому можно добиться более интенсивного нарастания температуры при большей равномерности нагрева по сравнению с традиционными способами нагрева.

СВЧ-термообработка обладает рядом преимуществ:

– отсутствие традиционного теплоносителя обеспечивает стерильность процесса и безынерционность регулирования нагрева;

– изменяя частоту, можно добиться нагрева различных компонентов объекта;

– продолжительность тепловой обработки продуктов СВЧ-энергией значительно сокращается;

– потери массы продуктов снижаются на 10–30 % при сохранении витаминов, органических и минеральных веществ, естественного цвета и вкусовых качеств.

СВЧ-устройства для технологических целей работают на частотах, установленных международными соглашениями. Для термообработки в диапазоне СВЧ наиболее часто используют электромагнитные колебания на частотах 433, 915, 2375, 2450 МГц.

СВЧ-технологии многофункциональны. СВЧ-нагрев – один из наиболее прогрессивных способов тепловой обработки продуктов, так как увеличиваются объемы производства и продажи замороженных полуфабрикатов и сырья. Поэтому внедрение СВЧ-размораживателей перспективно. Продукты в СВЧ-поле размораживаются быстрее благодаря их объемному нагреву, при этом лучше сохраняется пищевая ценность продуктов. Основная проблема, стоящая перед проектировщиками СВЧ-приборов для широкомасштабного внедрения данных технологий в производство, – необходимость обеспечения равномерного нагрева продуктов, особенно при их размораживании; с этой целью разрабатывают дополнительные технологические приемы. Например, предложен «автоматический цикл размораживания», который предусматривает периодический режим работы СВЧ-генератора на более низком уровне выходной мощности. Паузы между кратковременной работой генератора служат для выравнивания температуры внутри

нагреваемого продукта путем передачи теплоты нагретых участков в менее нагретые.

СВЧ-сублимация считается одной из перспективных технологий сушки пищевого сырья. Сублимированные продукты лучше, чем сушеные или термообработанные, сохраняют питательные вещества, присущую им форму, цвет, запах. Упакованные в полиэтиленовую упаковку сублимированные продукты можно несколько лет хранить в обычных условиях, они легко восстанавливаются в воде. Процесс сублимационной сушки продуктов заключается в том, что влага из продукта испаряется после предварительного замораживания.

К быстрозамороженному продукту при температуре ниже $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ подводят теплоту или СВЧ-энергию. Происходит испарение (сублимация) влаги, находящейся в твердом состоянии (лед), без перехода в жидкое состояние. Конструктивно СВЧ-сублиматоры представляют собой соединение морозильника и СВЧ-печи.

Разрабатываются технологии, позволяющие использовать СВЧ-энергию для стерилизации пищевых продуктов. При СВЧ-обработке физические свойства продукта, размеры банки и другие параметры стерилизуемой продукции мало влияют на режим генератора микроволновой энергии. Для стерилизации консервов ученые предлагают также использовать ВЧ-обработку продукции при радиочастотном диапазоне 20–30 МГц, однако более эффективен сверхчастотный нагрев, при котором можно проводить непрерывную стерилизацию в потоке. По сравнению с обычной паровой стерилизацией значительно сокращается время нагревания (1–3 мин) и лучше сохраняются потребительские свойства готового продукта: аромат, вкус, консистенция, цвет и пищевая ценность. Внедрение указанных видов обработки сдерживается из-за сложности оборудования и трудности контроля температурных параметров технологического процесса. Механизм воздействия на микрофлору ВЧ- или СВЧ-энергии до конца не изучен. Клетка гибнет в результате теплового эффекта, но некоторые ученые считают, что существует специфическое воздействие электромагнитных волн. Для каждого вида продукта должны быть разработаны свои режимы стерилизации, так как микрофлора по составу и чувствительности сильно различается.

Химические методы. К ним относятся *маринование* и *химическая стерилизация*.

Маринование – повышение кислотности среды в продукции за счет введения уксусной кислоты. Жизнедеятельность каждого вида микроорганизмов возможна лишь в определенных границах рН сре-

ды, больше и меньше которых она угнетается. Для большинства плесневых грибов и дрожжей наиболее благоприятна слабокислая среда с рН 5–6. Большинство бактерий лучше растет при рН 6,8–7,3, т. е. в нейтральной или слабощелочной среде. Губительное действие на микроорганизмы некоторых органических кислот, в том числе уксусной, может быть обусловлено не только неблагоприятной концентрацией водородных ионов, но и токсичностью недиссоциированных молекул кислоты.

Зная отношение микроорганизмов к кислотности среды и регулируя ее, можно подавлять или стимулировать развитие микрофлоры, что имеет практическое значение. Неблагоприятное действие кислой среды на гнилостные бактерии положено в основу хранения некоторых пищевых продуктов в маринованном виде.

Консервирующего действия только в результате повышения кислотности достигают при производстве острых маринадов, содержащих не менее 1,5–1,8 % уксусной кислоты. Для получения менее острых маринадов, слабокислых (0,4–0,6 % уксусной кислоты) или кислых (0,61–0,90 %), сырье дополнительно подвергают воздействию высоких температур (пастеризации или стерилизации).

Химическое консервирование предусматривает применение химических веществ, обладающих в той или иной степени бактерицидными и фунгицидными свойствами, для предотвращения развития микроорганизмов в плодоовощных продуктах. Действие химических консервантов основано на их способности проникать в микробную клетку и инактивировать ферментную систему и белки микроорганизмов, тем самым прекращая их жизнедеятельность.

Химическое консервирование наиболее часто используют, во-первых, для продления периода переработки продукции и, во-вторых, для хранения пюреобразных консервов и соков, расфасованных в тару, не выдерживающую обработки высокими температурами (стерилизацию).

Вещества-антисептики, обладающие антимикробными свойствами, а их получают химическим путем, должны:

- 1) *подавлять жизнедеятельность микроорганизмов при небольших концентрациях;*
- 2) *не оказывать токсического действия на организм человека;*
- 3) *не образовывать токсичные соединения при взаимодействии с материалами технологических емкостей;*
- 4) *не оказывать влияния на органолептические показатели продукта;*

5) *легко удаляться из продукта при необходимости.*

Основные антисептики, имеющие мировое признание, – это *муравьиная, сорбиновая, бензойная кислоты и диоксид серы*. В разных странах существуют различные законы, которые регламентируют применение консервантов, особенно в продукции, не подлежащей дальнейшей переработке.

Биохимические методы (квашение, соление, мочение). Основаны на образовании естественных консервантов – молочной кислоты и спирта, которые образуются в результате сбраживания сахаров молочнокислыми бактериями или дрожжами.

Фрукты и овощи содержат достаточное количество углеводов в легкодоступной форме и все необходимые биологически активные вещества для развития комплекса молочнокислых бактерий, повышающих кислотность продукции до уровня, препятствующего развитию гнилостных бактерий, дрожжей и плесеней. Дополнительно при квашении и солении вносят осмофильный агент – поваренную соль, вызывающую плазмолиз клеток, диффузию клеточного сока в рассол и препятствующую развитию гнилостных микроорганизмов на первых этапах брожения.

Данным методом получают 4 группы продукции:

- овощи квашеные (капуста, морковь, свекла);
- овощи соленые (огурцы, томаты, перец, баклажаны);
- плоды и ягоды моченые;
- виноградные вина.

Физико-механический способ (обеспложивающая стерилизация). Этот метод основан на пропускании под давлением жидкого продукта через фильтры, размер пор которых меньше размера клеток микроорганизмов. Следовательно, происходит механическое отделение клеток микроорганизмов. Отсутствие тепловой обработки позволяет максимально сохранить все биологически активные вещества. Однако при использовании бестемпературной стерилизации в продукте остаются активные комплексы ферментов, которые влияют на его цвет, вкус и аромат при хранении. Поэтому продукт перед стерилизацией все равно подвергают обработке, направленной на инактивацию ферментов.

Физико-химический способ (консервирование сахаром или солью). Консервирование происходит в результате повышения осмотического давления субстрата. В природе микроорганизмы встречаются в субстратах с разным содержанием растворенных веществ, следовательно, и с разным осмотическим давлением. Многие микро-

организмы чувствительны даже к небольшому повышению концентрации среды. Концентрация среды, превышающая определенный предел, вызывает обезвоживание клеток, при этом поступление в них питательных веществ приостанавливается. В таком состоянии одни микроорганизмы могут длительно сохраняться, другие же быстро погибают. Производство варенья, джема, повидла и цукатов, засоленной зелени и др. основано на способности сахара и соли повышать осмотическое давление в клетках, что приводит к плазмолизу растительных тканей и частичной гибели микроорганизмов. Последние, устойчивые к высоким концентрациям сухих веществ в субстрате, обычно переходят в анаболическое состояние и теряют способность к размножению. Однако при хранении указанных видов продуктов они могут и заплесневеть, и забродить за счет развития осмофильных дрожжей и плесеней. Поэтому наиболее эффективно комбинированное консервирование путем применения осмофильного воздействия сахара и температуры (пастеризации).

3. Рабочие процессы и технологические линии производства замороженных овощей, фруктов и ягод

Замораживание овощей и фруктов методом флюидизации (рис. 2)

Производство замороженных овощей и фруктов начинается с высыпания сырья из деревянных лотков в приемный бункер элеватора 1. При этом из сырья ручным способом удаляются посторонние предметы (ветки, камни, земля и т. д.). Элеватором 1 качественные плоды поднимаются до приемного бункера машины 2 для удаления плодоножек. Плоды, которые поступили в бункер, проходят между вращающимися роликами, которые захватывают плодоножки и листья и вытаскивают их из плодов. Очищенные плоды продолжают двигаться по наклонной площадке и попадают в выходную воронку, а плодоножки с водой попадают в отдельную емкость, размещенную под машиной.

В зависимости от качества и количества плодов с плодоножками регулируется угол наклона рабочей площадки. Для обслуживания и регулирования на определенный вид продукции предназначена платформа 3.

Мойка плодов осуществляется с помощью моечной машины-барботера 4. Плоды из машины 2 попадают в приемную ванну мо-

ежной машины 4, которая заполнена водой и имеет двойное дно с маленькими отверстиями, в котором размещена трубная система, через которую подводится сжатый воздух. При барботировании воздуха через воду осуществляется интенсивная мойка плодоовощей. Количество подводимого воздуха регулируется клапанами в зависимости от сорта и качества сырья.

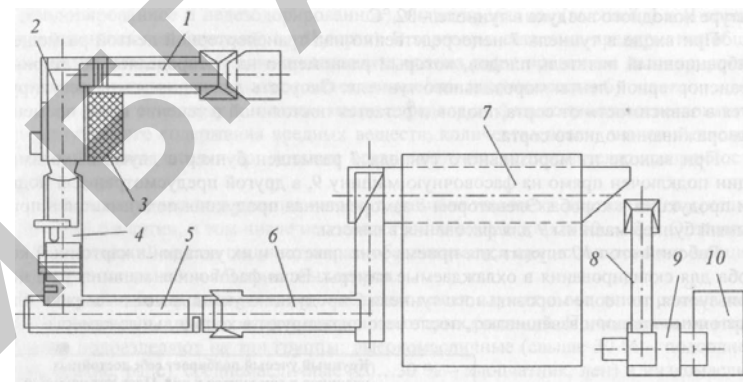


Рис. 2. Машинно-аппаратурная схема линии производства замороженных овощей, фруктов и ягод:

1, 6, 8 – элеватор; 2 – машина для удаления плодоножек; 3 – платформа; 4 – моечная машина-барботер; 5 – инспекционный конвейер; 7 – морозильный туннель; 9 – фасовочная машина; 10 – рабочий стол

После мойки плоды удаляются из ванны отдельным элеватором, над которым размещены распыливающие устройства для ополаскивания сырья. Скорость ленты элеватора регулируется в зависимости от производительности.

На инспекционном конвейере 5 производится окончательная инспекция и удаление бракованных плодов перед их поступлением в морозильный туннель 7. Элеватор 6 служит для подъема сырья до вибрационного питателя, размещенного на входе морозильного туннеля. Заморозка плодов производится в морозильном туннеле непрерывного действия 7 сначала в зоне предварительного замораживания во флюидизированном слое, а затем в зоне окончательного замораживания при температуре холодного воздуха в туннеле -32°C .

При входе в туннель 7 непосредственно над транспортной лентой размещен вибрационный питатель плодов, который равномерно их распределяет по ширине транспортной ленты морозильного туннеля. Скорость движения ленты регулируется в зави-

симости от сорта плодов и остается постоянной в течение всего времени замораживания одного сорта.

При выходе из морозильного туннеля 7 размещен бункер с двумя выходами: один подключен прямо на фасовочную машину 9, а другой предусмотрен для подачи продукции в короба. Элеватором 8 замороженная продукция поднимается в приемный бункер машины 9 для фасования в пакеты.

Рабочий стол 10 служит для приема этих пакетов и их укладки в картонные короба для складирования в охлаждаемые камеры. Если фасовочная машина 9 не используется, то после морозильного туннеля 7 продукцию укладывают в тележки или картонные ящики и взвешивают, после чего складывают в холодильные камеры.

Замораживание ягод погружным методом в кипящей жидкости (рис. 3)

Ягоды (землянику, малину, черную смородину и т. д.) готовят по схеме: подготовка сырья, калибрование и резервирование по фракциям, очистка, мойка, инспекция, резка, бланширование. Затем их фасуют и упаковывают в пакеты из полимерной пленки толщиной 45 мкм (полиэтилена низкого давления марки У и повидена). Масса одной упаковки – 0,5 кг. Пакеты с ягодами герметизируют термосвариванием. Поштучно упаковки ягод замораживают погружным методом в 26 %-м растворе хлорида кальция в морозильном аппарате Я1-ФЗВ. Температура некипящей жидкости (раствора хлорида кальция) составляет $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Герметизированные упаковки с ягодами омываются жидким хладоносителем и, быстро отдавая теплоту, замерзают. После выхода упаковки из скороморозильного аппарата остатки раствора с поверхности смывают водой в течение 2 с, а затем обдувают воздухом 1–2 с. Обсушенные упаковки с замороженными ягодами укладывают в ящики из гофрированного картона. Ящики с продукцией заклеивают лентой, маркируют и отправляют на хранение или транспортирование при температуре не выше $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Погружной метод производства быстрозамороженных ягод с использованием жидкого хладоносителя позволяет интенсифицировать процесс замораживания по сравнению с воздушным методом при одинаковой температуре охлаждающей среды. Кроме того, при этом методе лучше сохраняется витаминная ценность ягод, значительно сокращаются потери сока при размораживании и лучше

микробиологическое состояние ягод как сразу после замораживания, так и в течение 6 мес. хранения.

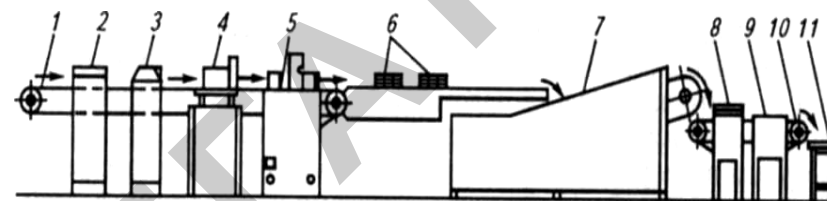


Рис. 3. Схема технологической линии производства быстрозамороженных ягод с использованием морозильного аппарата Я1-ФЗВ:

- 1 – конвейер; 2 – машина для мойки ягод; 3 – камера удаления ягод;
4 – весы электронные; 5 – термосварочный аппарат; 6 – корзины с пакетами ягод;
7 – морозильный аппарат; 8 – устройство для смыва; 9 – вибротранспортер;
10 – камера обдува упаковки ягод; 11 – стол упаковки в коробки

4. Характеристика мяса как сельскохозяйственного сырья

В мясной промышленности под термином «мясо» понимается туша или ее часть, представляющая собой совокупность мышечной, жировой, соединительной тканей и костей или без них. Основной и наиболее ценной частью мяса является мышечная ткань (скелетная мускулатура). В зависимости от степени отделения от нее других тканей различают три категории мяса:

- 1) мясо на костях – мясные туши, полутуши и четвертины;
- 2) обваленное мясо – отделенное от костей;
- 3) жилованное мясо – обваленное мясо, частично или полностью освобожденное от жировой и соединительной тканей и рассортированное.

В зависимости от возраста, породы и упитанности мышечная ткань занимает 40–65 %, соединительная ткань – 6–14 %, жировая ткань – от 1 до 40 %, костная ткань или кости – 11–20 %. Наиболее ценными тканями мяса являются мышечная и жировая. С повышением содержания соединительной и костной тканей качество мяса ухудшается. Наиболее ценным считается мясо с внутримышечным отложением жира (между мышечными пучками). Такое мясо на поперечном срезе имеет «мраморность», что указывает на высокие кулинарные и пищевые качества продукта.

По своей биохимической природе мясо представляет собой сложный коллоид, основной средой которого является вода. Кроме воды в него входят белок, жир, экстрактивные и минеральные ве-

щества, ферменты, витамины. В мясе наиболее подвержено изменениям содержание **жира и воды**. С повышением упитанности животных содержание воды в мясе уменьшается. Это связано с тем, что в жировой ткани воды значительно меньше. В мясе молодняка воды содержится больше, чем в мясе старых животных.

Основную часть органических веществ мяса составляют **белки**, на долю которых приходится около 20 %. С повышением упитанности животного количества белка в мясе уменьшается за счет увеличения массовой доли жира в нем. В связи с этим повышается энергетическая ценность мяса.

Второй важнейшей частью мяса является **жир**. Его количество значительно колеблется в зависимости от вида, породы, возраста и упитанности животного. Например, с увеличением возраста животного содержание жира в мясе увеличивается.

Экстрактивные вещества мяса подразделяются на *азотистые* (свободные аминокислоты, мочевины и др.) и *безазотистые* (гликоген, глюкоза, молочная кислота и др.). Общее их содержание в мышечной ткани составляет 2 %. Больше их содержится в мясе старых животных.

Общее количество **углеводов** находится в пределах 0,4–1 %. Из них около половины приходится на долю *гликогена* (животный крахмал). Животные высокой упитанности содержат в мышечной ткани вдвое больше гликогена, чем истощенные животные.

Мясо животных содержит много **витаминов**: группы В, РР, Н (биотин); **ферментов**: липаза, амилаза, пепсин.

Минеральные вещества представлены в мясе макро- и микроэлементами, играющими большое физиологическое значение в питании человека. Они входят в состав гормонов, ферментов и дыхательных пигментов.

На химический состав мяса оказывают влияние **условия кормления и содержание животных**. Так, в мясе крупного рогатого скота, откормленного на жоме и барде, воды содержится больше, чем у откормленного на силосе и траве. Мясо скота, откормленного на пастбище, по качеству лучше, чем мясо животных со стойловым содержанием.

Потребительские свойства мяса: уровень усвояемости, пищевая ценность, энергетическая ценность, биологическая ценность, органолептические показатели.

На качество мяса влияют различные факторы: порода животных, транспортировка, предубойное содержание, первичная переработка

мяса, соблюдение ветеринарно-санитарных и технологических правил, хранение мяса и мясопродуктов.

Убой и переработку скота производят на **предприятиях мясной промышленности**, которые подразделяются на следующие типы: *мясокомбинаты, птицекомбинаты, скотобойные пункты, полевые убойные пункты, кроликобойни*.

Основным типом предприятий мясной промышленности является **мясокомбинат**. Он имеет: скотобазу, основные производственные цеха, вспомогательные объекты.

Скотобаза, или *цех предубойного содержания животных*, предназначена для приема, ветеринарного осмотра, сортировки, размещения животных с целью предоставления им отдыха и выдержки перед убоем. На территории скотобазы находятся также карантинное отделение, изолятор и санитарная бойня.

К *основным производственным цехам* относятся: цех первичной переработки (убойно-разделочный), субпродуктовый, жировой, кишечный, шкурпосолочный, колбасный, сублимационный, консервный, утилизационный, холодильный.

Ветеринарно-санитарные мероприятия и экспертизу выпускаемых продуктов осуществляет отдел производственно-ветеринарного контроля (ОПВК).

К *вспомогательным объектам мясокомбината* относятся котельная, очистные сооружения, мастерские, склады, административные помещения, столовая.

Птицекомбинаты предназначены для первичной переработки птицы и выработки различных изделий из мяса (колбаса, консервы) и яиц (меланж, яичный порошок).

Кроликобойни организуют в кролиководческих хозяйствах. Кроме того, при мясо- и птицекомбинатах оборудуют специальные цехи для убоя и переработки кроликов.

Скотобойные пункты сооружают в сельской местности. Здесь производят убой и первичную переработку скота. Иногда устраивают полевой убойный пункт – временную площадку для убоя и переработки животных.

Предварительная подготовка скота необходима для уменьшения отрицательного влияния перевозок на организм. Животные и птица должны быть направлены на убой не позже 5 часов после приемки, если они доставлены автотранспортом на расстояние до 100 км, не имеют признаков утомления, а перед отправкой на мясокомбинат выдержаны в хозяйстве без кормления: КРС, овцы – 15 часов, сви-

ньи – 5, кролики – 12, птица – 4–8 часов в зависимости от вида. Предубойная выдержка после доставки на мясокомбинат должна составлять для КРС – не более 12 часов, для телят и поросят – 6 часов.

Предубойное содержание животных необходимо для освобождения желудочно-кишечного тракта, что облегчает процесс первичной переработки, исключает возможность загрязнения продуктов убоя при случайном нарушении целостности стенок желудка и кишечника. В этот период животные должны быть защищены от прямых солнечных лучей, низких температур и стрессовых ситуаций, так как все это может привести к снижению качества мяса.

Изменения в мясе после убоя и при хранении. Все биохимические и физико-химические процессы, происходящие в мясе после убоя животного и влияющие на кулинарные свойства и пищевую ценность, называются **созреванием мяса**.

Процесс созревания мяса условно подразделяют на три фазы: посмертное (послеубойное) окоченение, собственно созревание и глубокий автолиз.

Мясо, полученное после убоя животного (его называют *парное*), имеет мягкую, нежную консистенцию, очень слабый аромат, отличается хорошими вкусовыми качествами. Спустя 3–5 часов, в зависимости от температуры окружающей среды, мясо теряет нежную консистенцию, становится жестким, имеет низкие вкусовые и кулинарные качества. Этот процесс называется **окоченением**. Причина его – в распаде АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты) и образовании в дальнейшем основного сократительного элемента мышц – актомиозинового белкового комплекса, который является причиной сокращения мышц, они укорачиваются, становятся упругими и жесткими. В этом состоянии мясо непригодно в пищу.

Через 24–72 часа после убоя, в зависимости от внешних условий, наступает фаза **собственного созревания мяса**. Она происходит под воздействием ферментативных процессов, которые вызывают распад актомиозинового белкового комплекса, мышцы расслабляются, и мясо снова приобретает нежную консистенцию, сочность, специфический аромат.

Созревшее мясо имеет корочку подсыхания на поверхности туши, слегка кисловатый запах, упругую консистенцию, с разреза его выделяется мясной сок.

При хранении созревшего мяса в незамороженном состоянии в нем протекают процессы, характерные для **фазы глубокого**

автолиза. При этом образующиеся при распаде белков и жиров вещества изменяют цвет и консистенцию, ухудшают вкус и запах мяса.

Методы консервирования мяса: **физические** (использование низких температур – охлаждение и замораживание; высоких температур – варка, жаренье, стерилизация; ультрафиолетовых и инфракрасных лучей, ионизирующего облучения, сублимационной сушки); **химические** (посол и маринование); **физико-химические** (копчение, изготовление колбасных изделий, вяление, тепловая сушка мяса); **биологические** (использование антибиотиков немедицинского назначения).

Субпродукты – внутренние органы, головы, хвосты, ноги, вымя, мясная обрезь. В зависимости от вида животного их подразделяют на говяжьи, бараньи и свиные. Различают пищевые и технические субпродукты.

Пищевые субпродукты подразделяют на две категории. К первой категории относятся язык, мозги, печень, сердце, почки. Ко второй категории – рубец, желудок, легкие, селезенка, уши, ноги и т. д.

К **техническим** относятся рога и другие части тела, не имеющие пищевой ценности.

Субпродукты в зависимости от морфологического строения также подразделяют на шерстные, слизистые, мякотные и мясокостные.

К **шерстным субпродуктам** относят головы, хвосты свиные, уши, бараньи шкуры и др. Переработка шерстных субпродуктов включает: промывку холодной водой, шпарку в горячей воде (65–68 °С) в течение 8–10 мин, снятие волосяного покрова, опаливание, очистку от нагара, промывку холодной водой.

Слизистые субпродукты – рубец, свиной и конский желудок – обезжиривают снаружи, освобождают от содержимого, выворачивают и шпарят в горячей воде в течение 7–10 мин. После этого удаляют остатки жира и слизистую оболочку, очищают от загрязнений и охлаждают. После обработки слизистые субпродукты должны иметь розоватый, желтоватый или серовато-белый цвет.

К **мякотным субпродуктам** относится ливер – сердце, легкие, печень, язык, почки и т. д.

К **мясокостным** относятся головы и хвосты (кроме свиных).

5. Рабочие процессы и технологическая линия первичной переработки крупного рогатого скота

Стадии технологического процесса:

1. **Оглушение, убой и обескровливание.** Крупный рогатый скот перед убоем оглушают с целью обездвижения животных и полноты обескровливания, а также из гуманных соображений. Оглушенное животное теряет способность двигаться, у него прекращается деятельность высших нервных центров, нарушаются рефлексы и дыхание, но сердце еще продолжает работать. При правильном оглушении животное находится в состоянии шока в течение времени, достаточного для наложения путовой цепи на ноги, для подъема животного на путь обескровливания и для перевязывания пищевода (наложения лигатуры). Для оглушения крупного рогатого скота применяют электрический ток (электрооглушение), механическое воздействие на головной мозг (удар) или газовую анестезию (газовые смеси, содержащие не менее 60 % углекислого газа).

Крупный рогатый скот обескровливают через 1,5 мин после оглушения. Полнота обескровливания определяется выходом крови, вытекающей в течение 6 мин после вскрытия кровеносных сосудов. Часть крови, оставшейся в туше, удаляется при извлечении внутренних органов в виде сгустков.

2. **Забеловка и съёмка шкур.** После обескровливания с головы туши животного вручную снимают шкуру, а затем отсекают голову. Шкуры крупного рогатого скота должны быть сняты пластом. Для этого вскрывается шкура продольным разрезом по белой линии живота. Операции по съёмке шкур делят на забеловку и окончательное снятие шкуры. **Забеловка** – совокупность ручных операций по предварительному отделению шкуры с отдельных участков туши (главным образом в местах, где сила сцепления тканей кожных покровов и туши максимальна, а также на анатомических участках со сложным рельефом). При забеловке шкуру необходимо отделять только по линии подкожной клетчатки, не затрагивая поверхностный жировой слой туши и не повреждая шкуру. Площадь шкуры, снимаемой при забеловке крупного рогатого скота, в среднем достигает 25 % от общей ее площади.

3. **Извлечение внутренних органов (нутровка) и распиловка туш.** Внутренние органы животного в полости тела разделены мышечной перегородкой (диафрагмой) на две части: грудную и брюшную. В грудной полости находятся сердце и легкие, в брюшной –

желудок, кишечник, печень, почки и селезенка. Желудок крупного рогатого скота имеет четыре отдела: рубец, сычуг, книжку и сетку. Процесс удаления внутренних органов у туши называют *нутровкой*. При переработке скота на подвесных путях нутровку проводят в вертикальном положении туш. Растяжку туш осуществляют при продольной распиловке на подвесных путях. Внутренние органы должны быть извлечены из туши не позднее чем через 45 мин после обескровливания. Туши распиливают по хребту со стороны спины на две продольные половины, не затрагивая спинного мозга. Распиловка необходима для быстрого охлаждения туш, удобства их транспортировки и экономного использования емкости холодильных камер.

4. **Сухая и мокрая зачистка туш.** Для придания тушам товарного вида и обеспечения стойкости мяса при хранении их поверхности зачищают. При сухой зачистке с полутуш удаляют острым ножом абсцессы и побитости, снимая с туши оставшиеся кусочки шкуры и отделяя мясокостный хвост. Собранный при зачистке жир передают в жировой цех. По окончании сухой зачистки полутуши моют теплой (35–40°C) или холодной водой.

5. **Клеймение и взвешивание.** После клеймения полутушки взвешивают для определения парной массы мяса и направляют их в камеры охлаждения.

Устройство и принцип действия линии первичной переработки крупного рогатого скота (рис. 4). Электрооглушение скота выполняют в боксе 1, представляющем собой устройство для фиксации животных в определенном положении. Удерживаемое фиксаторами животное поступает к месту выгрузки, а в это время оглушают следующее животное.

У места выгрузки фиксаторы опускаются, животное с помощью отражателя сбрасывают на пол цеха 2 для подъема на путь обескровливания. Здесь происходит наложение путовых цепей и подъем туш на подвесной путь с помощью лебедки.

Для получения пищевой крови полый нож 3 вводят в шею животного с правой стороны трахеи и ведут его по направлению снизу вверх, пока он не войдет в правое предсердие. Конец шланга ножа держат опущенным в сосуд 4 для сбора крови. Когда обильное вытекание крови прекращается, полый нож извлекают из туши и перерезают простым ножом шейные кровеносные сосуды, чтобы стекла оставшаяся кровь, используемая для технических целей. Кровь стекает в поддоны, расположенные под подвесным путем конвейера.

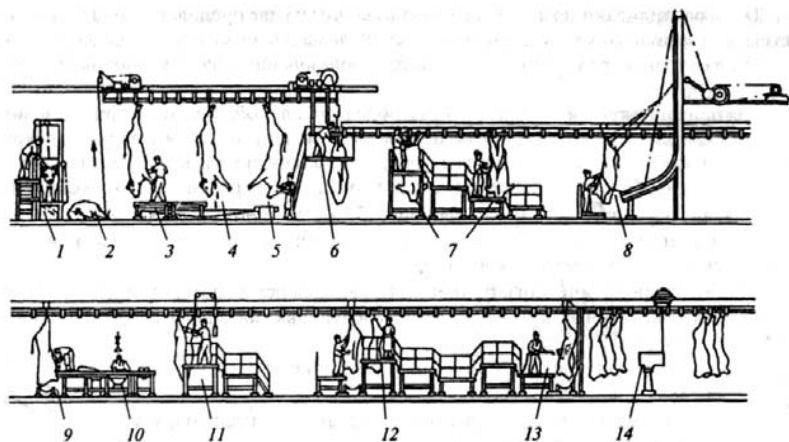


Рис. 4. Машинно-аппаратурная схема линии первичной переработки крупного рогатого скота:

1 – бокс; 2 – пол цеха; 3 – полый нож; 4 – сосуд для сбора крови; 5, 9, 12 – нож; 6 – конвейер забеловки; 7 – подвесной путь участка забеловки; 8 – установка для механической съемки; 10 – конвейер нутровки; 11 – электропила; 13 – моечная машина; 14 – весоизмерительное устройство

Голову после съемки шкуры отделяют ножом 5. Затем для дальнейшей обработки тушу пересаживают на конвейер забеловки 6. Высота подвесного пути на участке обескровливания – 4,6 м, а на участке забеловки и последующих участках – 3,35 м.

В процессе пересадки снимают шкуру с задних ног, отделяют путовый сустав, цевку и под ахилловы сухожилия обеих ног вставляют крючки, оканчивающиеся роликами, которые сажают на подвесной путь участка забеловки 7.

Шкуру вручную снимают с конечностей, шеи, а также с грудной и брюшной частей туши. Забеловку проводят для подготовки туш к механической съемке шкуры. Установка для механической съемки 8 работает на принципе отрыва. Шкуру от туши отделяют по подкожной клетчатке, которая наименее прочна. При забеловке и механической съемке шкур могут возникнуть прирезы мышечной и жировой тканей на шкурах. Целесообразно после отделения шкуры от туши проводить удаление прирезей со шкуры (эта операция называется *обрядкой* шкуры).

Извлечение внутренних органов (нутровку) необходимо осуществлять как можно быстрее после убоя животного (не позднее чем

через 30 мин). Вначале тушу разрезают по белой линии живота ножом 9, удаляют сальник, извлекают желудочно-кишечный тракт, ливер, печень, легкое, сердце, пищевод, трахею и диафрагму. Здесь же извлекают железы внутренней секреции для производства гормональных препаратов и ферментов. На конвейере нутровки 10 производят ветеринарный осмотр внутренностей. Далее туши распиливают электропилой 11 на две половины, слегка отступив от линии верхних остистых отростков в сторону, чтобы не повредить спинного мозга.

При сухой зачистке ножом 12 извлекают спинной мозг, удаляют почки, хвосты, остатки диафрагмы, внутренний жир, травмированные участки туш и механические загрязнения.

Мойка туш водой в моечной машине 13 способствует удалению с поверхности не только механических, но и микробных загрязнений. Воду для мойки подают струями под значительным давлением.

Клеймение и взвешивание туш осуществляют с помощью клейм и весоизмерительных устройств 14.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите классификацию плодов и овощей.
2. Перечислите и охарактеризуйте способы консервирования плодов и овощей.
3. Опишите принципы работы технологических линий замораживания плодов и овощей.
4. Дайте характеристику мяса как сельскохозяйственного сырья.
5. Перечислите стадии технологического процесса первичной переработки крупного рогатого скота и охарактеризуйте их.
6. Перечислите оборудование, которое используется в технологической линии первичной переработки крупного рогатого скота.

ЛЕКЦИЯ 3. РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЛИНИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ПУТЕМ СБОРКИ ИЗ КОМПОНЕНТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ

План лекции

1. Рабочие процессы и технологическая линия производства пшеничного хлеба.
2. Рабочие процессы и технологическая линия производства пива.
3. Рабочие процессы и технологическая линия производства вареных колбас.

1. Рабочие процессы и технологическая линия производства пшеничного хлеба

Характеристика сырья, полуфабрикатов и готовой продукции

Хлеб вырабатывают в виде штучных изделий, выпеченных из мучного теста, которое подвергнуто брожению. Хлеб, приготовленный из различных сортов пшеничной и ржаной муки, содержит 40–50 % влаги 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. Хлебобулочные изделия обеспечивают одну треть суточной потребности организма в белке и значительную часть потребности в углеводах и витаминах группы В. Вместе с тем белки хлеба не являются полноценными, в них мало незаменимых аминокислот лизина и метионина, для этого в процессе производства хлеба повышают его белковую ценность путем обогащения молочными продуктами, белками бобовых и масличных культур (сои, подсолнечника) и пищевой рыбной мукой.

Для производства пшеничного хлеба используют следующие виды сырья: основное – пшеничная мука, питьевая вода; дополнительное сырье – дрожжи, соль, сахар, жиры, различные пищевые добавки. Используемое сырье должно соответствовать требованиям стандартов.

Для выпечки хлеба используют муку, которая прошла отлежку или созревание в благоприятных условиях на мелькомбинатах в течение 1,5–2 мес. При этом меняется влажность муки; цвет ее становится светлее в результате окисления каротиноидов; увеличивается кислотность в основном за счет разложения жира и образования жирных кислот, а также в результате накопления других кислотореагирующих веществ (кислых фосфатов, продуктов гидролиза белков и др.). Следствием возрастания кислотности являются глубокое изменение белков, укрепление структурно-механических свойств клейковины, уменьшение ее растяжимости и увеличение упругости. Слабая непосредственно после помола клейковина при отлежке приобретает свойства средней; средняя становится сильной, а сильная – очень сильной. Созреванию подвергают только пшеничную муку; ржаная мука при отлежке свои хлебопекарные свойства не изменяет, поэтому в созревании не нуждается.

На каждом хлебозаводе должен быть запас холодной воды, рассчитанный на 8 ч работы предприятия, и запас горячей воды на 4 ч работы. Для приготовления теста на 100 кг муки расходуют от 35 до 75 л питьевой воды. Количество воды в тесте зависит от вида муки и изделий. Наименьшую влажность имеет тесто, предназначенное для бараночных изделий, наибольшую – для ржаного хлеба из обойной муки. Чем суше мука, тем больше воды она поглощает при замесе. При внесении значительных количеств сахара и жира, которые как бы разжижают тесто, нужно сократить количество воды, добавляемой при замесе.

Поваренная соль входит в рецептуру хлебобулочных изделий в количестве от 1 до 2,5 % к массе муки, за исключением диетических бессолевых сортов. Она улучшает вкус изделий, существенно влияет на физические свойства теста, укрепляя его клейковину. Состояние же дрожжей в присутствии соли ухудшается, так как соль задерживает процессы спиртового и молочнокислого брожения в тесте. Соль доставляют на хлебозавод в мешках или насыпью и хранят в отдельных помещениях.

В хлебопечении применяют **прессованные, сушеные, жидкие дрожжи и дрожжевое молоко**. Влажность прессованных дрожжей составляет до 75 %, поэтому они являются скоропортящимся продуктом и требуют хранения при температуре 0–4 °С в течение не более 12 сут. Важным показателем качества дрожжей является их подъемная сила, или быстрота подъема теста, характеризующая способность дрожжей разрыхлять тесто. Хорошие дрожжи подни-

мают тесто за 60–65 мин. Расход прессованных дрожжей для приготовления пшеничного теста составляет 0,5–3 % к массе муки.

Сушеные дрожжи применяют в тех случаях, когда невозможно доставить на завод или сохранить прессованные дрожжи. Сушеные дрожжи могут храниться продолжительное время (при температуре не более 10 °С до 1 года). Они имеют светло-желтый или светло-коричневый цвет с дрожжевым запахом, подъемная сила их составляет до 90 мин.

На хлебозаводах, расположенных недалеко от дрожжевых предприятий, могут применять дрожжевое молоко. Дрожжевые клетки в этом продукте находятся в более активном биологическом состоянии, чем в прессованных дрожжах. Дрожжевое молоко доставляют на завод в термоизолированных цистернах – молоковозах, из которых оно поступает в приемные металлические емкости, оборудованные мешалками, где хранится в течение 1,5–2 сут. при температуре 6–10 °С.

Жидкие дрожжи готовят непосредственно на хлебозаводах. Они применяются для разрыхления пшеничного теста в количестве 20–35 % к массе муки.

Сахар-песок улучшает вкус, аромат, окраску хлеба, повышает его энергетическую ценность. Добавление сахара в небольшом количестве (до 10 % к массе муки) ускоряет брожение теста, а при повышенной дозировке – угнетает. Поэтому если по рецептуре требуется большое количество сахара-песка и жира, то их вносят в тесто в конце брожения. Эта операция называется *отсдобкой*. На хлебозаводе, как правило, хранят 15-суточный запас сахара-песка, который обычно поступает в мешках. Возможно поступление сахара на завод в виде сахарного сиропа.

Жир вносят в тесто в количестве до 20–30 %. Для приготовления большинства изделий используется маргарин, для некоторых видов сдобных изделий – животное масло, для горчичного хлеба и горчичных баранок – растительное (горчичное) масло. Растительные масла применяются также при разделке теста, для смазки форм и листов. Жиры повышают энергетическую ценность изделий, улучшают их вкусовые качества, увеличивают объем хлеба, повышают пластичность теста, несколько укрепляют клейковину. В то же время они снижают интенсивность брожения теста. Желательно, чтобы жиры, применяемые в хлебопечении, были безводными и хорошо эмульгировались в воде, имели пластичную структуру и невысокую температуру плавления.

Срок хранения хлеба без специальной упаковки не превышает 1–2 суток.

Стадии технологического процесса

1. Подготовка сырья к производству.

Подготовка муки заключается в смешивании отдельных партий, просеивании и магнитной очистке. Для просеивания муки с целью отделения посторонних примесей применяют *бураты*, *вибросита* или *просеиватели разных конструкций*. Для очистки муки от металломагнитных примесей в выходных каналах машин для просеивания устанавливают *магнитные ловители* или применяют *электромагнитные сепараторы*.

Отдельные партии муки могут значительно отличаться по своим хлебопекарным качествам, поэтому перед подачей на производство принято составлять смесь различных партий муки в пределах одного сорта. Муку со слабой клейковиной смешивают с сильной; муку, которая темнеет в процессе переработки, – с нетемнеющей и т. п. Смешивание проводят на специальных машинах – *мукосмесителях*.

Раствор соли готовят в солерастворителе, который представляет собой бак из двух отделений. Одно заполнено слоем соли, в который поступает вода, образуя насыщенный раствор 26 %-й концентрации; второе служит отстойником раствора соли после фильтрации. В настоящее время применяют новый (мокрый) способ хранения соли, для этого ее ссыпают в металлический или бетонный бункер – растворитель, к которому подведена вода. В хранилище образуется раствор соли плотностью 1,16–1,2 кг/л. Перед подачей на производство раствор соли фильтруют и перекачивают в расходные баки.

Прессованные дрожжи освобождают от упаковки, грубо измельчают и готовят однородную суспензию в воде температурой 30–35 °С.

Сахар растворяют в воде в бачках с мешалками при температуре около 40 °С до концентрации раствора 55 %, после чего перекачивают в сборники.

Твердые жиры растапливают в бачках с водяной рубашкой и мешалкой. Температура маргарина при этом не должна превышать 40–45 °С, иначе произойдет расслоение массы, что нарушит равномерное распределение жира в тесте. Жир (растительное масло, маргарин) улучшит качество, если его вносить в тесто в виде предварительно приготовленной тонкодисперсной эмульсии с применением пищевого эмульгатора, например, фосфатидного кон-

центра (ФК) следующего состава (%): маргарин – 50, фосфатидный концентрат – 5–7, вода – 45. Такая эмульсия устойчива, она не расслаивается в течение 2–3 сут., хорошо транспортируется по трубам. Внесение эмульсии позволяет значительно улучшить качество хлеба, задерживая его черствение.

2. Приготовление теста.

Цель замеса – получить однородную массу теста с определенными структурно-механическими свойствами. Слипание частиц в сплошную массу, происходящее в результате механического перемешивания, приводит к образованию теста. Длительность замеса для пшеничного теста составляет 7–8 мин. Замес теста проводится в *тестомесильных машинах непрерывного и периодического действия*.

Приготовление пшеничного теста на опаре состоит из двух этапов – приготовления опары и теста. Для опары берут часть муки и воды и все количество дрожжей (0,5–1 %). По консистенции опара более жидкая, чем тесто. Длительность ее брожения 3,5–4,5 ч. На готовой опаре замешивают тесто, добавляя оставшуюся часть муки, воды и остальное сырье (соль и т. д.). Тесто бродит 1–1,5 ч. В процессе брожения тесто из сортовой муки подвергают одной или двум обминкам, перед последней производят отсдобку (добавление жира, сахара, яиц в тесто в период брожения).

Для разрыхления теста используют прессованные дрожжи, жидкие дрожжи, жидкие закваски. 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. Брожение теста охватывает период с момента его замеса до деления на куски. Тесто проходит 2 вида брожения: спиртовое, вызываемое дрожжами, и молочнокислое, вызываемое молочнокислыми бактериями. В пшеничном тесте преобладает спиртовое, а в ржаном – молочнокислое брожение.

Комплекс процессов, одновременно протекающих на стадии брожения и взаимно влияющих друг на друга, объединяют под общим понятием *созревание теста*.

Обминка теста. В процессе брожения тесто, которое готовится порционно, подвергается обминке, т. е. кратковременному повторному помесу в течение 1,5–2,5 мин. Цель обминки – равномерное распределение пузырьков диоксида углерода в массе теста, улучшение его качества, приобретение мякишем хлеба мелкой, тонкостенной и равномерной пористости.

3. Приготовление продукции.

Разделка пшеничного теста включает в себя деление теста на куски, округление, расстойку.

Деление теста на куски. Цель – обеспечить получение заданной массы хлеба. Деление осуществляется на *тестodelительных 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.

Округление кусков теста. Цель – придание кускам теста шарообразной формы. Округление необходимо для сглаживания неровностей на поверхности кусков и создания пленки, которая препятствует выходу газов из теста в процессе расстойки. Округление ведут в *тестоокруглительных машинах* различных видов: с конической, цилиндрической и плоской рабочей поверхностью.

Расстойка. Цель этого процесса – брожение, которое необходимо для восполнения диоксида углерода, удаленного в процессе деления, округления и формования теста. В процессе расстойки формируется структура пористости будущего изделия. Поверхность тестовых заготовок становится гладкой, эластичной и газонепроницаемой. Чтобы ускорить брожение и предотвратить заветривание наружных слоев теста, расстойку проводят в атмосфере воздуха определенной температуры (35–40 °С) и относительной влажности (75–85 %).

Длительность расстойки колеблется от 25 до 120 мин в зависимости от массы кусков, условий расстойки, свойств муки, рецептуры теста и ряда других факторов.

На современных тестораздаточных поточных линиях эта операция проводится в *конвейерных шкафах окончательной расстойки* и в *расстойных универсальных агрегатах*.

При разделке теста возможно его прилипание (адгезия) к рабочим органам тесторазделочного оборудования. Для избежания этого оборудование посыпают мукой. В настоящее время с целью экономии муки рабочие органы соответствующих машин обдувают горячим воздухом или покрывают их поверхность полимерами, обладающими антиадгезионными свойствами. Сочетание обдувки воздухом и покрытия поверхностей полимерными материалами позволило полностью устранить прилипание теста.

Кроме основных этапов разделка 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.

Оборудование для разделки может быть укомплектовано в тесторазделочные линии применительно к определенному виду хлебобулочных изделий, что позволяет механизировать и автоматизировать процесс.

Выпечка хлеба. Режимы 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. Продолжительность выпечки колеблется от 8–12 мин для мелкоштучных изделий до 1 ч для ржаного хлеба массой 1 кг. Выпечка проводится в *хлебопекарных печах*. Они классифицируются по ряду признаков.

1. Технологический признак, определяющий ассортимент вырабатываемых изделий. По этому признаку печи бывают универсальными (для выработки широкого ассортимента хлебобулочных изделий) и специальными (для производства одного или нескольких сортов изделий).

2. Способ обогрева пекарной камеры. По этому признаку печи подразделяют на канальные, в которых теплота в пекарную камеру от продуктов сгорания топлива – дымовых газов – передается излучением через стенки каналов (они наиболее распространены); с пароводяным обогревом и передачей теплоты через стенки нагревательных трубок; с обогревом пекарной камеры паром высокого давления, движущимся по паропроводам; с газовым обогревом, в которых газ сжигается в пекарной камере; электрические (наиболее перспективные) и др.

3. Конструкция пекарной камеры. Печи по этому признаку делятся на тупиковые, в которых посадка тестовых заготовок и выгрузка хлеба идут с одной стороны, и сквозные (тоннельные), в которых эти операции осуществляются с разных сторон.

4. Производительность. Определяется площадью пода. Печи малой производительности имеют площадь пода до 10 м², средней – до 25 и большой – более 25 м².

5. Конструкция пода. Наиболее распространенные – печи с конвейерным подом, выполненным в виде металлической сетки (ленты), а также в виде цепных конвейеров с подвешенными к цепям люльками-подиками (наиболее перспективные сетчатые поды). Под печи может быть стационарным и выдвижным.

Для большинства пшеничных 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 °С) и длится 2–3 мин. За это время тестовая заготовка увеличивается в объеме, а пар, конденсируясь, улучшает состояние ее поверхности. В конце первого периода необходим интенсивный подвод теплоты для повышения температуры до 240–280 °С. Второй период идет при высокой температуре и несколько пониженной относительной влажности газовой среды. При этом образуется корка, закрепляются объем и форма изделий. Третий период – это завершающий этап выпечки. Он характеризуется менее интенсивным подводом теплоты (180 °С), что приводит к снижению упека. *Упек хлеба* – это потери массы теста (%) при выпечке, которые выражаются разностью между массами теста и горячего хлеба, отнесенной к массе теста. Около 95 % этих потерь приходится на влагу, а 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.

4. Хранение и реализация готовой продукции.

После выпечки хлеб направляют в хлебохранилище для охлаждения, а затем в экспедицию для отправки в торговую сеть. В процессе остывания происходит перераспределение влаги 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 этого понижают температуру и относительную влажность воздуха хлебохранилища, уменьшают плотность укладки хлеба, обдувают хлеб воздухом температурой 20 °С. 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.

В хлебохранилище хлеб из печи подается ленточными транспортерами на циркуляционные столы, с которых его перекладывают на

вагонетки-стеллажи. На вагонетках хлеб хранится до отправки в торговую сеть. На большинстве существующих хлебозаводов внутривозовое транспортирование готовых изделий в хлебохранилище и экспедицию осуществляется на вагонетках с ручной укладкой продукции в лотки и перегрузкой их в специализированные фургоны автомашин.

В последнее время внедряется способ хранения хлеба на лотках в специальных контейнерах, в которых хлеб охлаждается. Затем хлеб загружается в автомашину и поступает в торговый зал магазина.

Устройство и принцип действия линии производства хлеба (рис. 5)

Муку доставляют на хлебозавод в автомуковозах, принимающих до 7–8 т муки. Автомуковоз взвешивают на автомобильных весах и подают под разгрузку. Для пневматической разгрузки муки автомуковоз оборудован воздушным компрессором и гибким шлангом для присоединения к приемному щитку 8. Муку из емкости автомуковоза под давлением по трубам 10 загружают в силосы 9 на хранение.

Дополнительное сырье – раствор соли и дрожжевую эмульсию – хранят в емкостях 20 и 21. Раствор соли предварительно готовят в специальной установке.

При работе линии муку из силосов 9 выгружают в бункер 12 с применением системы аэрозольтранспорта, который кроме труб включает в себя компрессор 4, ресивер 5 и воздушный фильтр 3. Расход муки из каждого силоса регулируют при помощи роторных питателей 7 и переключателей 11. Для равномерного распределения сжатого воздуха при различных режимах работы перед роторными питателями устанавливают ультразвуковые сопла 6.

Программу расхода муки из силосов 9 задает производственная лаборатория хлебозавода на основе опытных выпечек хлеба из смеси муки различных партий. Такое смешивание партий муки позволяет выравнивать хлебопекарные качества рецептурной смеси муки, поступающей на производство. Далее рецептурную смесь муки очищают от посторонних примесей на просеивателе 13, снабженном магнитным уловителем, и загружают через промежуточный бункер 14 и автоматические весы 15 в производственные силосы 16.

В данной линии для получения хлеба хорошего качества используют двухфазный способ приготовления теста. Первая фаза – приготовление опары, которую замешивают в тестомесильной машине 17.

В ней дозируют муку из производственного силоса 16, также температурную воду и дрожжевую эмульсию через дозировочную станцию 18. Для замеса опары используют от 30 до 70 % муки. Из машины 17 опару загружают в шестисекционный бункерный агрегат 19.

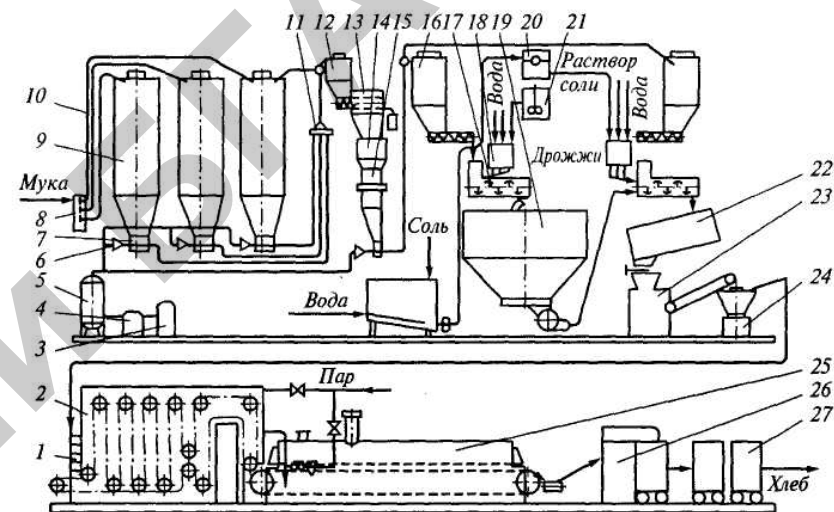


Рис. 5. Машинно-аппаратурная схема линии для производства подового хлеба из пшеничной муки:

- 1 – маятниковый укладчик; 2 – расстойный шкаф; 3 – воздушный фильтр;
- 4 – компрессор; 5 – ресивер; 6 – ультразвуковые сопла; 7 – роторные питатели;
- 8 – приемный щит; 9 – силосы; 10 – трубы; 11 – переключатели; 12 – бункер;
- 13 – просеиватель; 14 – промежуточный бункер; 15 – автоматические весы;
- 16 – производственные силосы; 17 – тестомесильная машина; 18 – дозировочная станция; 19 – шестисекционный бункерный агрегат; 20, 21 – емкости для хранения;
- 22 – емкость; 23 – приемная воронка тестоделительной машины; 24 – округлительная машина; 25 – печи, укладчик; 27 – контейнеры

После брожения в течение 3,0–4,5 ч опару из агрегата 19 дозируют во вторую тестомесильную машину с одновременной подачей оставшейся части муки, воды и раствора соли. Вторую фазу приготовления теста завершают его брожением в емкости 22 в течение 0,5–1,0 ч.

Готовое тесто стекает из емкости 22 в приемную воронку тестоделительной машины 23, предназначенной для получения порций теста одинаковой массы. После обработки порций теста в округли-

тельной машине 24 образуются тестовые заготовки шарообразной формы, которые с помощью маятникового укладчика 1 раскладывают в ячейки люлек расстойного шкафа 2.

Расстойка тестовых заготовок проводится в течение 35–50 мин. При относительной влажности воздуха 65–85 % и температуре 30–40 °С в результате брожения структура тестовых заготовок становится пористой, объем их увеличивается в 1,4–1,5 раза, а плотность снижается на 30–40 %. Заготовки приобретают ровную гладкую эластичную поверхность. Для предохранения тестовых заготовок от возникновения при выпечке трещин-разрывов верхней корки в момент перекладки заготовок на под печи 25 их подвергают надрезке или наколке.

На входном участке пекарной камеры заготовки 2–3 мин подвергаются гигротермической обработке увлажнительным устройством при температуре 105–110 °С. На среднем и выходном участках пекарной камеры заготовки выпекают при температуре 200–250 °С. В процессе движения с подом печи тестовые заготовки последовательно проходят все тепловые зоны пекарной камеры, где выпекаются за промежуток времени от 20 до 55 мин, соответствующий технологическим требованиям на выпускаемый вид хлеба.

Выпеченные изделия с помощью укладчика 26 загружают в контейнеры 27 и направляют через отрывочное отделение в экспедицию.

2. Рабочие процессы и технологическая линия производства пива

Характеристика сырья, полуфабрикатов и готовой продукции

Пиво – умеренный по содержанию этилового спирта алкогольный напиток, получаемый спиртовым брожением солодового сусле с помощью пивных дрожжей, обычно с добавлением хмеля. Содержание этилового спирта в большинстве сортов пива составляет 3–6 % (иногда и выше, крепкое содержит, как правило, 8 %, иногда даже до 12 %), сухих веществ (в основном углеводов) – 7–10 %, углекислого газа – 0,3–0,4 %. В пиве кроме воды, этилового спирта и диоксида углерода содержится значительное количество питательных и биологически активных веществ: белков, углеводов, микроэлементов и витаминов.

В настоящее время не существует единой системы классификации пива во всем его разнообразии. Мнения американских и европейских авторов несколько расходятся в вопросах классификации.

Согласно классификации, существующей в США и большинстве стран Европы, сорта пива по способу брожения можно отнести к *лагеру* или *элю*.

Однако некоторые сорта пива в Европе не вписываются в такую классификацию и выделяются в самостоятельные группы: *ламбик*, *пшеничное пиво*, *гибридные* и *особые сорта*.

По цветам различают *темное*, *светлое*, *красное* и *белое пиво*.

При приготовлении темного пива используется обжаренный солод.

Цветность пива определяется степенью обжаренности солода и количеством темного солода, используемого при варке. Наиболее темные сорта солода не могут использоваться самостоятельно без светлых сортов, так как при обжаривании теряют ферменты, необходимые для осахаривания сусле.

Наиболее распространенные сорта темного солода: Мюнхенский, Венский, Карамельный, Шоколадный, Жженный.

Четкого сопоставления цветов и классификации по способу брожения нет: темным может быть как эль, так и лагер.

В некоторых сортах пива ячменный солод частично заменяется на другие зерновые (солод или непророщенные зерна). Такое пиво имеет следующие названия: пшеничное, ржаное, рисовое, кукурузное (например, тесгуино).

Для большинства видов пива содержание алкоголя находится в пределах 3–5,5 %. Есть и более крепкие сорта пива с содержанием 6–8 %. В 1994 году самым крепким пивом был двойной бок «Феттер 33» из Германии крепостью 10,5 %. «Феттер 33» попал в книгу рекордов Гиннеса, но вскоре рекорд был побит австрийским «Самихлаусом» крепостью 11,8 %. В настоящее время самыми крепкими видами пива в Европе являются австрийский «Самихлаус» и чешский «X-BEER 33» с содержанием алкоголя 14 %. Эти же сорта пива являются самыми крепкими видами пива в мире, сваренными традиционным способом. Есть и более крепкие виды пива, сваренные нетрадиционным способом – при помощи шампанских дрожжей. Это американские «Utopias» (27 %) и «Dave» (29 %), в прошлом изготавливавшиеся пивоваром «Hair of the Dog Brewing Company».

Несмотря на название, в *безалкогольном пиве* содержится 0,2–1,0 % спирта, полностью от него избавиться не удастся. Существует несколько технологий получения безалкогольного пива. Спирт, содержащийся в обычном пиве, убирают при помощи *вакуум-дистилляции* (используя низкую точку кипения спирта) и при

помощи *диализа* (мембранный способ). Также избегают от спирта путем подавления брожения, для чего применяют особые дрожжи, не превращающие мальтозу в алкоголь, либо останавливают процесс брожения, понижая температуру. Мембранный способ считается лучшим, поскольку используется традиционная технология производства и вкус пива менее всего отличается от обычного. Но из-за малого содержания спирта вкус безалкогольного пива при любой технологии получается другим, так как спирт оказывает существенное влияние на вкус пива. Из-за более сложной технологии производства безалкогольного пива его стоимость выше, чем у обычного. В безалкогольном пиве присутствуют фитоэстрогены и сивушные масла (*все положительные и отрицательные свойства пива остаются, просто не наступит алкогольное опьянение из-за малого содержания спирта*).

Солод и несоложеное сырье. Основным сырьем для производства пива является ячменный пивоваренный солод (светлый, темный и специальные сорта). Основные сортовые особенности пива (цвет, вкус, запах) во многом зависят от качества солода и соотношения его видов в рецептуре. Допускается использование несоложеного ячменя, рисовой сечки, пшеницы, обезжиренной кукурузной муки. Главные требования к заменителям солода – чистота и соответствие требованиям на продовольственное сырье. Применение несоложеного сырья экономически выгодно и технологически обосновано. Поэтому при приготовлении светлого пива крепостью 10–11 % следует обязательно применять не менее 20 % несоложеного сырья без использования ферментных препаратов. При использовании свыше 20 % несоложеного ячменя применение ферментных препаратов обязательно.

Вода. Вода для приготовления пива должна отвечать всем требованиям, предъявляемым к питьевой воде. Она должна быть прозрачной, бесцветной, приятной на вкус, без запаха, с общей жесткостью 2–4 мг-экв/л и рН 6,8–7,3.

Вода считается оптимальной для производства пива, если отношение концентрации ионов кальция к общей щелочности воды не менее 1, а количество ионов магния в 1–3 раза меньше, чем кальция.

Для удаления неприятного запаха воду дезодорируют путем пропускания через колонку, заполненную активированным углем.

Хмель и хмелепродукты. Хмель – традиционное и наиболее дорогостоящее сырье пивоваренного производства. Он придает пиву специфический горький вкус и аромат, способствует удалению из

суслу некоторых белков, служит антисептиком, подавляя жизнедеятельность нежелательной микрофлоры, и повышает пеностойкость пива. Различают два основных вида хмеля: горький и ароматический. В пивоварении используют преимущественно женские соцветия ароматического хмеля – хмелевые шишки, содержащие лупулин. В состав последнего входят ароматические и горькие вещества, которые включают кислоты, смолы, эфирные масла, дубильные вещества.

По назначению хмель разделяют на две группы:

– Тонкие сорта с содержанием горьких веществ около 15 % используются для производства пива по классической технологии.

– Грубые сорта с содержанием горьких веществ 20 % – для изготовления порошков, гранул и экстрактов.

В пивоварении используют высушенные хмелевые шишки, молотый, гранулированный или брикетированный хмель, а также различные хмелевые экстракты.

Хмель и хмелепродукты хранят в темном помещении с температурой от 0 до 2 °С и относительной влажностью воздуха не выше 70 %.

Ферментные препараты используют при применении более 20 % несоложеного сырья в количестве от 0,001 до 0,075 % от массы перерабатываемого сырья.

Применяют: *амилолитические, протеолитические, цитолитические* ферментные препараты, а также их смеси в виде мультиэнзимных композиций.

Цель применения – повышение выхода экстракта за счет перевода нерастворимых крахмала и белков, содержащихся в зернопродуктах, в растворимое состояние, а также улучшение качества суслу и стойкости пива.

Стадии технологического процесса

1. Подработка и дробление солода и несоложеного сырья.

Основная цель – облегчение и ускорение физических и биохимических процессов растворения зерна для обеспечения максимального перехода экстрактивных веществ в сусло.

А. Подработка зернопродуктов. Перед измельчением солод и несоложеное сырье очищают от посторонних включений. Солод для удаления пыли и остатков ростков пропускают через полировочную машину. Несоложеное сырье очищают на воздушно-ситовом аппарате и полировочной машине. Для удаления металлопри-

месей зернопродукты пропускают через электромагнитный сепаратор.

Б. 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 виде. Для измельчения сухого солода применяют 4- и 6-вальцовые дробилки, работающие с одинаковой частотой вращения валцов. Состав помола зависит от качества солода, способов его затирания и фильтрования. Составные части помола: шелуха, крупка и мука. При мокром помоле солод предварительно увлажняют в бункере до содержания влаги 18–32 % путем орошения водой температурой 35–50 °С. При этом повышается эластичность оболочки, которая практически не измельчается на вальцовых станках, что приводит к созданию рыхлого и пористого фильтрующего слоя дробины.

В. Дробление несоложенных зернопродуктов. Ячмень, пшеницу, рис дробят на двухвальцовом станке с нарезными вальцами, которые вращаются навстречу друг другу с разной скоростью.

2. Получение пивного сусла (затирание).

Цель – 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, называются *экстрактом*.

Затирание включает три стадии:

- 1) смешивание измельченных зернопродуктов с водой;
- 2) нагревание;
- 3) выдерживание полученной смеси при заданном температурном режиме.

Количество одновременно обрабатываемых измельченных зернопродуктов называют *засыпью*, объем применяемой воды – *наливом*, полученный продукт – *заторм*.

На первых стадиях затирания в раствор переходят углеводы, частично белки, пектиновые, дубильные и горькие вещества, ферменты и минеральные соли, составляющие 10–15 % сухих веществ солода. Основные же компоненты зернопродуктов – крахмал и белки – являются нерастворимыми, поэтому их перевод в растворимое состояние осуществляется в результате направленного действия соответствующих ферментов.

В результате гидролиза крахмала, который начинается при солодоращении, накапливаются в среде декстрины, мальтоза и глюкоза. При правильном проведении затирания из крахмала должно образоваться 20–30 % декстринов и 70–80 % мальтозы.

Под воздействием ферментов происходит гидролиз и некрахмальных полисахаридов – это гемицеллюлоза и гумми вещества, входящие в состав клеточных стенок зернового сырья. Продукты гидролиза некрахмальных полисахаридов повышают выход экстракта, снижают вязкость раствора, благоприятно влияют на вкус пива, образование пены и ее устойчивость.

Белки, как и крахмал, начинают гидролизываться в процессе солодоращения, и ферментное расщепление белков заканчивается образованием аминокислот. При затирании в сусло должно перейти не менее 35 % белков от общего содержания в сырье.

Основные факторы, влияющие на выход экстракта и его состав:

- 1) соотношение фермент – субстрат;
- 2) продолжительность процесса;
- 3) температура и pH затора.

С увеличением концентрации затора ферментативные реакции замедляются. Поэтому концентрация затора чаще всего не превышает 16 %. Обычно на затирание 100 кг зернопродуктов расходуют 350–500 л воды.

Оптimum кислотности для действия ферментов зависит от температуры среды. С повышением температуры повышается и pH-оптимум. Так, при температуре затора 65 °С pH-оптимум составляет 5,6.

Важнейшими температурными паузами при затирании являются 50–52, 60–65, 70 °С.

Приготовление затора начинают со смешивания дробленых зернопродуктов с водой при температуре 37–40 °С, которое осуществляется в заторном аппарате при включенной мешалке. **Затирание** ведут *настояным* или *отварочным* способом.

Настойный способ заключается в постепенном нагреве всего затора от 40 до 70 °С со скоростью 1 °С/мин и выдерживании при температурах 40, 52, 63 и 70 °С по 30 мин. Далее затор нагревают до 72 °С и выдерживают до полного осахаривания по пробе на йод. (Как вы знаете, процесс осахаривания контролируется по йодной реакции, т. к. крахмал и декстрины дают различный цвет с йодом: крахмал – синий, эритродекстрины – красный, другие продукты гидролиза цвет йодного раствора не изменяют. Поэтому термин

«осахаривание» в бродильном производстве означает не процесс превращения крахмала в сахара, а исчезновение окраски йодного раствора.) Затем осахаренный раствор подогревают до 76–77 °С и фильтруют. Полученное этим способом сусло богато ферментами, содержит много мальтозы и аминокислот, мало декстринов, и поэтому сильно сбраживается.

Однако при **отварочном способе** выход экстракта выше, чем при настойном. Это обусловлено тем, что при отварочных способах затор подвергают не только ферментативному, но и физическому воздействию – кипячению.

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 °С. При кипячении крахмальные зерна из крупных частиц дробленых зернопродуктов переходят в раствор, клейстеризуются и подвергаются действию ферментов.

Различают следующие варианты отварочных способов: с одной, двумя, тремя отварками или кипячением всей густой части. Наиболее распространенные – одно- и двухотварочные способы. При отварочных способах затирание ведут в двух заторных аппаратах, один из которых используют для кипячения отварки.

Несоложеное сырье затирают в смеси с солодом или подрабатывают отдельно, а затем смешивают с солодом и готовят общий затор. Затирание дробленого солода и несоложеного сырья проводят в заторных аппаратах (рис. 6).

Типовой заторный аппарат имеет стальной, цилиндрической формы корпус 1 со сферическим дном и крышкой. Для обогрева паром он снабжен паровой рубашкой 5 и защищен термоизоляцией 9. Дробленый солод и теплая вода поступают в аппарат через патрубков 10. С помощью пропеллерной мешалки 7, имеющей окружную скорость 3–4 м/с, затор интенсивно перемешивается. Для проведения отварок часть затора отбирается через заборную трубку 4 во второй заторный аппарат для кипячения. Возврат отварок осуществляется через патрубок 2. Осахаренный затор выводится из аппарата через патрубок 8. Нагревание и кипячение частей затора (отварок) производятся в заторном котле. Наиболее распространен котел цилиндрической формы со сферическим дном. Для удобства в эксплуатации заторный котел должен быть одинаковых размеров и формы с заторным чаном, так как их часто используют для одной операции. Для нагрева заторного котла применяют пар, полученный

в паровом котле и подаваемый в паровую рубашку, давление в которой можно регулировать от 0,35 до 0,6 МПа.

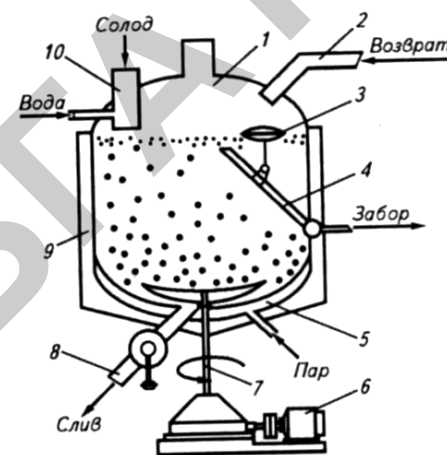


Рис. 6. Заторный аппарат:

- 1 – корпус; 2, 8, 10 – патрубки возврата, сливной, загрузки; 3 – поплавок; 4 – заборная труба; 5 – паровая рубашка; 6 – привод мешалки; 7 – пропеллерная мешалка; 9 – термоизоляция

3. Фильтрация затора.

Осахаренный затор представляет собой суспензию, состоящую из двух фаз: жидкой (пивное сусло) и твердой (пивная дробина). Цель фильтрации – отделение пивного сусла от дробины. Фильтрация затора подразделяется на две стадии: собственно фильтрация 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.

Фильтрация первого сусла представляет собой в основном физический процесс. При выщелачивании дробины водой происходят диффузия и различные химические процессы, главным образом обменные реакции. На скорость фильтрации влияют состав и высота фильтрующего слоя. Фильтрующим слоем является слой дробины, образующийся при отстаивании затора. Солод хорошего растворения, имеющий рекомендуемый состав помолы, дает рыхлый, легкопроницаемый слой.

На скорость фильтрования существенно влияет температура, которая должна быть не выше 78 °С, чтобы избежать инактивации ферментов (ималазы). При более высокой температуре увеличивается растворимость продуктов гидролиза белка, полифенольных и др. веществ, что влияет на стойкость пива.

Наиболее распространены периодические способы фильтрования с использованием фильтрационного аппарата или фильтр-пресса. Непрерывные способы фильтрования (вакуум-фильтрование, центрифугирование) не нашли пока широкого применения.

На первой фазе фильтрования затор перекачивают в фильтрационный аппарат, где он отстаивается для формирования фильтрующего слоя высотой 30–40 см. Затем начинают фильтрование, причем первое мутное сусло возвращают в фильтр-аппарат. По окончании фильтрования первого сусла приступают ко **второй фазе фильтрования** – дробину промывают водой температурой 70–80 °С. Промывание ведут до содержания сухих веществ в промывной воде в количестве 0,5 %. Дальнейшее вымывание экстракта нежелательно, т. к. ведет к выщелачиванию веществ, ухудшающих вкус пива, и перерасходу топлива на выпаривание избытка воды. При фильтровании затора механически теряется значительная часть экстрактивных веществ, поэтому конструкции и принципу работы фильтрационного чана придают большое значение.

Фильтрационный аппарат (рис. 7) – это стальной цилиндр 1 с плоским дном и сферической крышкой. На расстоянии 10–15 мм от дна расположено разборное фильтрационное сито 12, изготовленное из бронзы и состоящее из отдельных сегментов. Оно служит основанием для фильтрующего слоя дробины. Через выходные отверстия в дне чана сусло попадает в отводные трубки 9, в которых имеются краны 11 для регулирования скорости стока сусла. Под кранами установлен сборный медный лоток 10, соединенный трубой с сусловарочным котлом. Для облегчения и ускорения процесса выщелачивания в чане имеется рыхлитель 6, вращение которого обеспечивается электромеханическим приводом 5, подъем-опускание – гидроцилиндром 7.

Рыхлитель представляет собой мешалку с вертикальными ножами 13, закрепленными на поперечных плечах 14. Над разрыхлителем укреплен промывной аппарат 2. Приток промывной воды регулируется: он должен соответствовать скорости стока сусла из кранов, что, в свою очередь, обусловлено качеством фильтруемого солода. После фильтрации дробина удаляется через выгрузной патрубок 4.

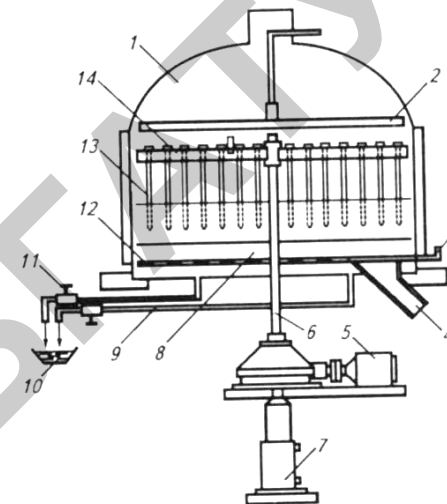


Рис. 7. Фильтрационный аппарат:

1 – корпус; 2 – промывной аппарат; 3 – заслонка; 4 – выгрузной патрубок; 5 – привод; 6 – вал рыхлителя; 7 – гидроцилиндр; 8 – фильтрующий слой дробины; 9 – отводная труба; 10 – лоток; 11 – кран; 12 – сито; 13 – нож; 14 – плечо

От скорости истечения сусла зависит скорость фильтрации. Поэтому аппарат снабжен также регулятором фильтрации, показывающим фильтрационное давление и позволяющим довольно просто управлять процессом.

Более прогрессивны аппараты, в которых затор на сусло и дробину разделяется центробежным методом.

Солод более тонкого дробления обрабатывают на различных заторных фильтрах-прессах, которые, однако, достаточно сложны в обслуживании.

Отфильтрованное сусло и промывные воды собирают в сусловарочном аппарате и кипятят с хмелем.

4. Кипячение сусла с хмелем.

Цель кипячения – стерилизация сусла, стабилизация и ароматизация его состава горькими веществами хмеля. Стерилизация сусла происходит уже через 15 мин кипячения. При этом в сусло переходит значительная часть углеводов, белковых, горьких, дубильных, ароматических и минеральных веществ. Ароматизация сусла происходит в результате растворения в нем специфических составных частей хмеля. Кипячение сусла с хмелем сопровождается снижением его

вязкости и повышением цветности. На процессы, происходящие при кипячении сусла с хмелем, существенное влияние оказывают его продолжительность, pH и состав воды, концентрация сусла.

При длительном кипячении раствор насыщается горькими кислотами, что приводит к изменению pH сусла и выпадению в осадок этих кислот.

При работе с мягкой водой образующиеся кислоты способствуют осаждению горьких веществ, тем самым снижая ощущение горечи.

При высокой концентрации сусла в среде возрастает количество коагулируемого белка, который при осаждении выводит из раствора горькие вещества.

Сусло с хмелем кипятят в сусловарочных аппаратах. Поступающее в сусловарочный аппарат сусло должно иметь температуру 63–75 °С, чтобы предохранить от инфицирования и продлить активность ферментов. Сусло кипятят только после заполнения аппарата. Продолжительность кипячения не должна превышать 2 ч. Наиболее интенсивно сусло кипятят в середине варки. В начале варки избегают сильного вспенивания, в конце – стараются гарантировать хорошее образование хлопьев.

Хмелепродукты в сусло вносят в два, три или четыре приема. На 1 дал пива в зависимости от сорта хмеля и вида пива расходуют 20–60 г хмеля.

Конец кипячения сусла определяют по содержанию сухих веществ в нем, свертыванию белково-дубильных веществ, образованию хлопьев и прозрачности горячего сусла.

5. 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 сусловарочном аппарате.

6. Осветление и охлаждение сусла.

Цель этих мероприятий – подготовить сусло к сбраживанию путем понижения температуры до 6–16 °С, насыщения его кислородом воздуха и осаждения взвешенных частиц.

Сусло температурой 20–40 °С является благоприятной средой для инфицирующей микрофлоры. Поэтому его охлаждают в две стадии:

- 1) с 90 до 69 °С;
- 2) с 60 до 6–16 °С.

Для охлаждения до 60 °С используют холодильные тарелки, отстойный и гидроциклонный аппараты. После достижения 60 °С сусло перекачивают на вторую ступень охлаждения в пластинчатые теплообменники.

В охлаждаемом сусле имеются скоагулированные белки, т. е. свернувшиеся, которые находятся в состоянии тонких взвесей (суспензий), но при понижении температуры они осаждаются в виде тонкого слоя. Этот белковый отстой содержит значительное количество сусла, поэтому его фильтруют или сепарируют, стерилизуют и добавляют в сусло, которое идет на брожение.

В течение всего процесса охлаждения сусло поглощает кислород воздуха, который расходуется на окисление органических веществ сусла, что приводит к потемнению сусла, снижению хмелевого аромата и хмелевой горечи. После охлаждения до 6–16 °С сусло аэрируют воздухом непосредственно в трубопроводе или аппарате предварительного брожения.

Начальная концентрация охлажденного пивного сусла, его кислотность и цветность должны соответствовать виду пива.

7. Сбраживание пивного сусла и дображивание пива.

Процесс, в результате которого сусло превращается в пиво, – спиртовое брожение. Химический состав сусла при этом существенно меняется, благодаря чему оно превращается во вкусный ароматный напиток. *Сбраживание сусла проходит в две стадии:*

- 1) главное брожение;
- 2) дображивание.

На первой стадии происходит интенсивное сбраживание сахаров сусла, в результате которого образуется молодое (мутное) пиво, имеющее своеобразный вкус и аромат, но еще непригодное к употреблению.

На второй стадии 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. Осветление пива обусловлено выпадением в осадок дрожжей, которые адсорбируют на себе белковую мусть и другие взвеси; происходит также коагуляция и осаждение хмелевых смол, белковых и дубильных веществ.

Дрожжи, используемые для производства пива, должны отвечать следующим требованиям: иметь высокую бродительную активность,

хорошо образовывать хлопья и осветлять пиво в процессе брожения, придавать пиву чистый вкус и приятный аромат. Дрожжи используют в виде чистой культуры и в виде семенных дрожжей, которые осели в конце главного брожения. Семенные дрожжи могут использоваться до 10 генераций.

Наряду с основными продуктами брожения – этиловым спиртом и оксидом углерода – образуются вторичные и побочные продукты, которые в значительной степени определяют органолептические показатели пива.

Образование пива сопровождается выделением в среду теплоты, которую необходимо отводить.

Наибольшее влияние на ход брожения оказывают температура и количество дрожжей. Различают холодное (7–9 °С) и теплое (12–14 °С) брожение. Норма введения дрожжей зависит от способа брожения и колеблется от 0,4 до 1 л на 1 гл сусла. Сусло должно быть осахаренным, содержать достаточное количество азотистых веществ, которые ассимилируются дрожжами, правильное соотношение сахаров и несахаров. рН сусла не должно превышать 5,8, начальная концентрация сусла должна составлять 10–12 %.

Главное брожение проводят в открытых или закрытых бродильных аппаратах периодическим и полунепрерывным способами.

При *периодическом брожении* пивное сусло температурой 5–7 °С направляют в бродильный аппарат, туда поступают и семенные дрожжи. Пивное сусло сбраживается в течение 7–11 суток в зависимости от концентрации начального сусла.

Полунепрерывное брожение проводят только в закрытых бродильных аппаратах, которые комплектуются в батареи, состоящие из разбраживателя и пяти бродильных аппаратов. Разбраживатель заполняют суслом температурой 6–8 °С, добавляют дрожжи, перемешивают в течение 30 мин и сбраживают 24 часа, потом половину объема данного раствора 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.

Дображивание пива проводят при температуре от 0 до 2 °С в закрытых аппаратах при избыточном давлении. При этом контролируют давление в аппарате, органолептические показатели и степень осветления пива. Продолжительность дображивания зависит от сорта пива и колеблется от 21 до 90 суток.

Существует технология совмещения процессов брожения и дображивания в одном аппарате. Это позволило сократить продолжительность этих двух этапов до 14–18 суток в зависимости от концентрации начального сусла.

8. Осветление и розлив пива.

После дображивания и созревания для придания товарного вида и желаемой прозрачности пиво осветляют с помощью сепарирования или фильтрации. При этом из пива удаляют находящиеся во взвешенном состоянии дрожжевые клетки, белковые вещества, хмелевые смолы, соли тяжелых металлов и различные микроорганизмы.

Лучшие результаты получают при фильтрации пива на кизелькуровых фильтрах. Для придания прозрачности, блеска, повышения стойкости при хранении пиво дополнительно фильтруют на фильтр-прессах с использованием специальных сортов картона.

При фильтрации 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, затем направляют на розлив. Пиво разливают в бутылки вместимостью 0,33 и 0,5 л из темного стекла на автоматических розливных линиях, на которых после мойки бутылок последовательно осуществляют операции розлива пива, этикетирования, бракеража, укладки в ящики или контейнеры. Температура пива при розливе не должна быть выше 3 °С. Так как пиво содержит углекислый газ, его разливают под некоторым избыточным давлением и укупоривают стальными колпачками с упругой пробкой или синтетическими прокладками.

Устройство и принцип действия линии производства пива

(рис. 8)

Очищенный солод измельчается в вальцовой дробилке 1 в целях получения максимального количества мелкой однородной крупки и сохранения шелухи. Дробленый солод взвешивают весами 2 и ссыпают в бункер 3. Отлежавшийся дробленый солод проходит магнитную очистку в магнитоуловителе 4 и подается в заторный аппарат 5, где смешивается с теплой водой (около 37–40 °С) и перемешивается. По окончании перемешивания (затираания) часть заторной массы (около 40 %) перекачивают в другой заторный аппарат 6, где нагревают до температуры осахаривания (около 70 °С),

а по окончании осахаривания – до кипения. При кипячении крупные частицы солода развариваются, после чего первую отварку возвращают в аппарат 5. При смешивании кипящей части затора с затором, оставшимся в аппарате 5, температура всей массы достигает 70 °С. Затор оставляют в покое для осахаривания.

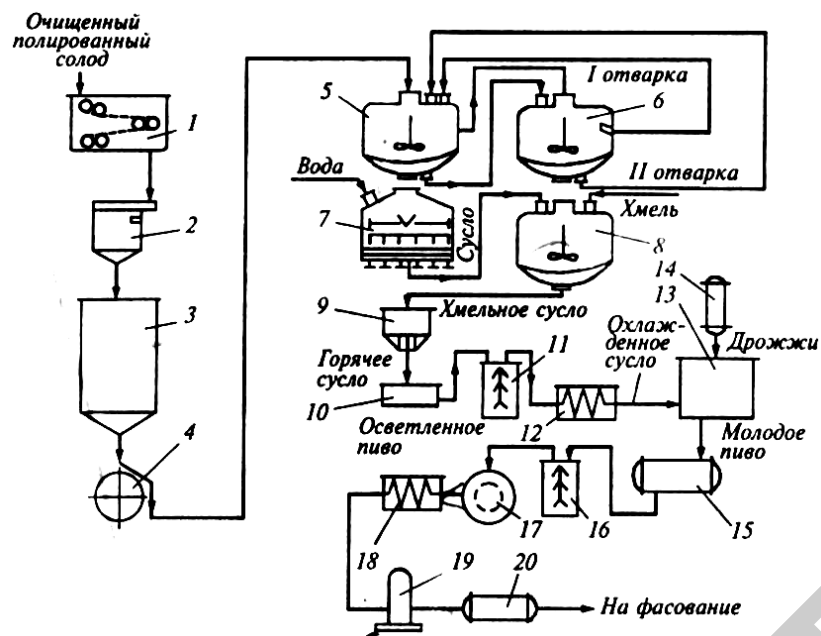


Рис. 8. Машинно-аппаратурная схема линии производства пива:
 1 – дробилка; 2 – весы; 3 – бункер; 4 – магнитоуловитель; 5, 6 – заторный аппарат;
 7 – фильтрационный аппарат; 8 – сушеварочный аппарат; 9 – хмелеотделитель;
 10 – сборник горячего сусла; 11 – центробежный тарельчатый сепаратор;
 12 – пластинчатый теплообменник; 13 – бродильный чан; 14 – чан для хранения дрожжей; 15 – танк для дображивания; 16 – сепаратор-осветлитель; 17 – фильтр;
 18 – теплообменник; 19 – карбонизатор; 20 – танк для хранения пива

По окончании осахаривания часть затора снова перекачивают в аппарат 6 (вторая отварка) и нагревают до кипения для разваривания крупки. Вторую отварку возвращают в аппарат 5, где после смешивания обеих частей затора температура его повышается до 75–80 °С. Затем весь затор перекачивают в фильтрационный аппарат 7. Прозрачное сусло стекает в сушеварочный аппарат 8.

В аппарате 8 сусло кипятится с хмелем. При кипячении сусла выпаривается некоторое количество воды, происходит частичная денатурация белков сусла и его стерилизация. Горячее охмеленное сусло спускают в хмелеотделитель 9, где вываренные хмелевые лепестки задерживаются, а сусло перекачивается в сборник горячего сусла 10.

Горячее сусло из сборника 10 подается в центробежный тарельчатый сепаратор 11, в котором оно очищается от взвешенных частиц коагулированных белков. Из сепаратора 11 сусло нагнетается в пластинчатый теплообменник 12, где охлаждается до 5–6 °С. Охлажденное сусло сливают в бродильный чан 13 вместе с дрожжами из чана 14. Брожение длится 6–8 сут. По окончании главного брожения молодое пиво отделяют от дрожжей и перекачивают в танк 15 для дображивания в течение 11–90 сут. По окончании дображивания пиво под давлением диоксида углерода нагнетается в сепаратор-осветлитель 16 и фильтр 17, где оно освобождается от взвешенных в нем дрожжей, других микроорганизмов и мелкодисперсных частиц. Осветленное пиво охлаждается рассолом в теплообменнике 18, насыщается (при необходимости) диоксидом углерода в карбонизаторе 19 и сливается в танк 20. Отфильтрованное пиво из танка 20 под давлением подается в отделение упаковывания в потребительскую и торговую тару.

3. Рабочие процессы и технологическая линия производства вареных колбас

Характеристика сырья для производства вареных колбас

Вареная колбаса – это колбаса, которую подвергают обжарке с последующей варкой. Вырабатывают следующий ассортимент вареных колбасных изделий:

- высший сорт – докторская, диабетическая, любительская, молочная, столичная и др.;
- первый сорт – московская, восточная, шахтерская, отдельная, свиная и др.;
- второй сорт – чайная и прочие.

Колбасные изделия готовят на основе мясного фарша с солью, специями и добавками, в оболочке или без нее и подвергают тепловой обработке до готовности к употреблению.

Для выработки вареных колбас используют говядину, свинину, баранину, мясо птицы и другие виды мяса в парном, остывшем, ох-

лажденном, подмороженном и замороженном состояниях, субпродукты 1-й и 2-й категорий, отпрессованную мясную массу, белковые препараты (кровь, плазму крови, казеинаты, изолированные и концентрированные соевые белковые препараты), пшеничную муку, крахмал, молоко, яйцепродукты.

Вареные колбасы должны иметь упругую, плотную, некрошливую консистенцию. На разрезе продукта фарш монолитный, для структурных колбас кусочки шпика или грудинки равномерно распределены, имеют определенную форму и размеры. Цвет продуктов на разрезе равномерный, розовый или ярко-розовый, без серых пятен. Колбасные изделия должны иметь приятный запах с ароматом пряностей, без посторонних привкуса и запаха.

В зависимости от состава сырья содержание влаги в вареных колбасах составляет 55–75 %, соли – 2–2,5 %. Выход готовых колбас – 100–120 % к массе основного сырья.

Стадии технологического процесса

1. Подготовка сырья и вспомогательных материалов.

Обваленное мясо жилуют и нарезают в зависимости от группового ассортимента на куски массой до 1 кг. Подготовка шпика, заранее охлажденного до температуры -2 ± 4 °С, состоит в измельчении на шпигорезках на кусочки с размером сторон от 4 до 8 мм в зависимости от рецептуры вырабатываемой колбасы. Соленый шпик перед подготовкой выдерживают в помещении при 0 °С.

При подготовке вспомогательных материалов (сахар, нитрит натрия, соль, пряности и т. д.) осуществляют расфасовку их соответственно рецептуре колбасных изделий.

Для каждого вида вареных колбас соответственно технологическим условиям подбирают оболочку определенного типа, диаметра и длины. Подготовку перед ее использованием в колбасном производстве проводят в соответствии с технологическими инструкциями для каждого вида и типа оболочек.

2. Посол.

При посоле мяса, предназначенного для приготовления вареных колбас, вносят в среднем 1,75–2,9 кг соли на 100 кг сырья. Посол осуществляют сухим (сухая поваренная соль) или мокрым способом (раствор поваренной соли).

Для быстрого и равномерного распределения посолочных веществ мясо перед посолом измельчают на волчках с диаметром отверстий решетки 2–6, 8–12 или 16–25 мм (шрот).

Измельченное мясо взвешивают, загружают в мешалку, прибавляют рассол или сухую соль, тщательно перемешивают на протяжении 3–5 мин в зависимости от степени измельчения.

После этого мясо поступает на созревание в посоле. Продолжительность посола зависит от степени измельчения мяса. Выдерживают мясо при температуре 0–4 °С.

3. Приготовление фарша.

Перед составлением фарша кусковое и шротированное мясное сырье после выдержки в посоле измельчают вторично на волчке с диаметром отверстий решетки 2–6 мм.

В зависимости от рисунка на разрезе готовых колбасных изделий изготавливают *структурные* (шпигованные) и *неструктурные* (нешпигованные) колбасы.

Для неструктурных вареных колбас приготовление фарша заканчивается тонким измельчением на куттере или эмульсаторе.

Для структурных колбас после тонкого измельчения всю массу фарша соответственно рецептуре перемешивают с измельченным шпиком в мешалках.

4. Шприцевание.

Шприцевание вареных колбас осуществляют на шприцах разной конструкции с применением вакуума или без него. Мясные фарши группы вареных колбас шприцуют с наименьшей плотностью. Оптимальная величина давления шприцевания мясных фаршей вареных колбас составляет $(5-6) \cdot 10^5$ Па.

Нашприцованные натуральные оболочки, которые имеют значительную длину (кольца, пузыри, синюги), а также искусственные оболочки перевязывают. Искусственные оболочки с заранее нанесенной на поверхность литографическим методом необходимой информацией о готовой продукции вяжут шпагатом или накладывают клипсы только на концы батонов. Вареные колбасы большого диаметра перевязывают через каждые 3–5 см, что препятствует разрыванию оболочки при термической обработке.

Батоны навешивают на палки с интервалом не менее 10 см для равномерного обжаривания и варки. Палки с батонами колбас цепляют на раму.

5. Термическая обработка.

Осадка. Продолжительность осадки для вареных колбас – 2–3 ч.

Рекомендованные режимы осадки: относительная влажность воздуха 80–85 %, температура в камере осадки 2–8 °С.

Обжарка. Поверхность вареных колбас обрабатывают горячими дымовыми газами температурой 80–120 °С от 30 мин до 3 ч в зависимости от диаметра батонов и вида мясопродуктов.

Процесс проводят в две фазы:

- подсушивание оболочки при 50–60 °С;
- собственно обжарка при максимальных температурах.

Контрольный эффект обжарки – покраснение поверхности батона и температура внутри батона для изделий маленького диаметра 40–45 °С; для мясопродуктов в широкой оболочке – 30–35 °С.

Основными параметрами режима обжарки являются также влажность греющей среды – 12–15 % и скорость движения – 2 м/с. В зависимости от рецептуры и диаметра оболочки масса вареных колбас при обжарке уменьшается на 4–7 %.

Варка. В зависимости от вида оболочки, диаметра изделия и вида мясопродукта варку проводят в таких режимах:

- температура среды 75–85 °С;
- продолжительность от 30 мин до 3 ч;
- относительная влажность среды 90–100 %;
- скорость движения среды 1–2 м/с.

Потери массы вареных колбас при варке составляют 0,5–1 %. Процесс варки заканчивается при температуре внутри батона 70–72 °С.

Охлаждение. Вареные колбасы охлаждают в две стадии: сначала холодной водой, затем в соответствии с режимами, указанными ранее, холодным воздухом. Использование холодной воды при охлаждении зависит от типа оболочек.

6. Хранение и реализация вареных колбас.

Вареные колбасы высшего сорта (диабетическая, докторская, любительская, столичная, останкинская, прима, молочная и др.) имеют срок реализации при температуре 0–8 °С и относительной влажности воздуха 75–85 % не более 72 ч, а колбасы 1, 2, 3 сортов – 48 ч с момента окончания технологического процесса при использовании обычных колбасных оболочек. Срок реализации может быть увеличен при использовании специальных формулирующих материалов из полимерных пленок.

При маркировке тары указывают вид продукта, предприятие-изготовитель, дату изготовления, массу брутто, нетто, стандарт, сроки и условия хранения, информационные данные о пищевой и энергетической ценности.

Фасовку и упаковывание колбасных изделий можно производить на механизированных линиях.

На линии предусмотрена подача на конвейер алюминиевых ящиков, которые заполняют колбасными изделиями, закрывают крышками и пломбируют. С конвейера ящик попадает на площадку для весов. Счетная машина выдает чек с указанием массы брутто и массы тары. По наклонному рольгангу ящик скатывается в приемный лоток напольного цепного конвейера, подается им на эстакаду к автомашине и укладывается в штабель при помощи автопогрузчика.

Некоторую часть продукции – в основном деликатесные изделия и сосиски – фасуют в нарезанном порционном либо сгруппированном виде в прозрачные газопроницаемые полимерные пакеты.

Устройство и принцип действия линии производства вареных колбас (рис. 9)

После разделки и обвалки мясо направляют на жиловку – отделение соединительной ткани, кровеносных и лимфатических сосудов, хрящей, мелких косточек и загрязнений.

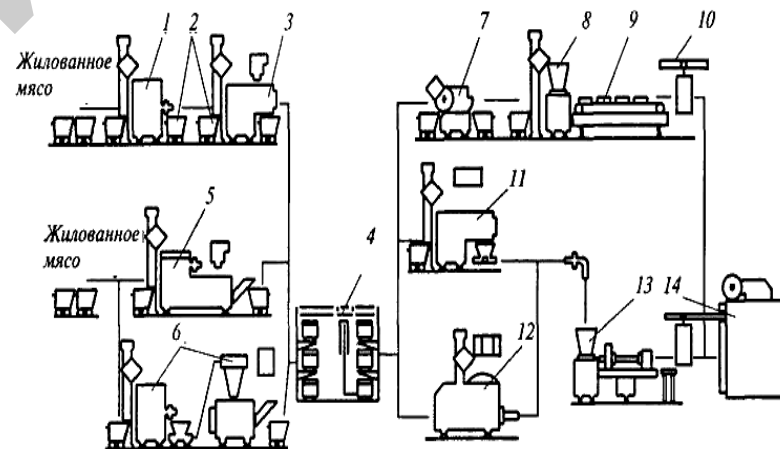


Рис. 9. Машинно-аппаратурная схема линии производства вареных колбас:
1 – волчок; 2 – напольная тележка; 3 – смеситель; 4 – камера созревания;
5 – посолочный агрегат; 6 – комплекс оборудования для посола мяса;
7 – чашечный куттер; 8 – шприцующая машина; 9 – конвейерный стол;
10 – колбасные рамы; 11 – смеситель-измельчитель; 12 – комбинированные машины для приготовления фарша; 13 – колбасный агрегат; 14 – термокамера

Жилованное мясо на предприятиях малой мощности измельчают в волчке 1 и с помощью напольных тележек 2 транспортируют

к смесителю 3, где производят посол. Посоленное мясо выгружают из смесителя 3 в напольную тележку и транспортируют в камеру созревания 4.

На предприятиях средней и большой мощности измельчение и посол мяса осуществляют с помощью посолочного агрегата 5 или комплекса оборудования для посола мяса 6. В первом агрегате измельченное мясо самотеком попадает в смеситель, а во втором – фаршевым насосом перекачивается по трубопроводу от волчка в весовой бункер смесителя. Посолочные вещества подают автоматические дозаторы в количестве, пропорциональном массе измельченного мяса в деже смесителя. После перемешивания и выгрузки сырья в тележках направляют в камеру созревания 4.

При использовании чашечного куттера 7 для тонкого измельчения и приготовления фарша к шприцующей машине 8 фарш транспортируют в напольных тележках, которые с помощью подъемника разгружаются в приемный бункер шприца. В этом случае формование колбасных батонов производят вручную в отрезную оболочку с одним заделанным концом с последующей ручной вязкой батонов шпагатом на конвейерном столе 9 и разгрузкой их в колбасные рамы 10.

Для приготовления вареных колбас с более высокой степенью механизации применяют комбинированные машины для приготовления фарша 12 и автоматы для формования колбасных изделий. Смеситель-измельчитель 11 предназначен для смешивания выдержанного в посоле измельченного мяса с рецептурными ингредиентами и последующего его тонкого измельчения. Формование вареных колбас с изготовлением оболочки из рулонного материала осуществляют на колбасном агрегате 13.

После вязки или наложения петли батоны навешивают на палки, которые затем размещают на рамы 10, и направляют в термокамеру 14 для термической обработки (осадки, обжарки, варки и охлаждения).

Вопросы для самоконтроля

1. Химический состав хлеба и его особенности.
2. Основное и дополнительное сырье для производства хлеба.
3. Какие дрожжи применяются при производстве хлеба? Дайте определение видам дрожжей.
4. Назовите технологические операции производства хлеба.

5. Как проводится подготовка сырья к производству?
6. Что такое отсдобка теста?
7. Что такое обминка теста?
8. Как проводится замес теста?
9. Что такое процесс брожения, какие виды брожения проходят в тесте?
10. Описать процесс разделки теста.
11. Выпечка хлеба, температурные и влажностные режимы.
12. Оборудование, используемое при производстве хлеба.
13. Описать работу технологической линии по производству пшеничного хлеба.
14. Перечислите и охарактеризуйте сырье для производства пива.
15. Опишите технологические операции производства пива.
16. Опишите устройство и принцип действия технологической линии производства пива.
17. Перечислите технологические операции производства вареных колбас.
18. Опишите принцип действия технологической линии производства вареных колбас.
19. На каком оборудовании происходит измельчение мясного сырья?

ЛЕКЦИЯ 4. РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЛИНИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ПУТЕМ КОМБИНИРОВАННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ

План лекции

1. Характеристика картофеля как сельскохозяйственного сырья.
2. Рабочие процессы и технологическая линия производства хрустящего картофеля.
3. Характеристика молока как сельскохозяйственного сырья.
4. Рабочие процессы и технологическая линия производства сычужного сыра.

1. Характеристика картофеля как сельскохозяйственного сырья

Картофель относится к числу широко распространенных сельскохозяйственных культур. В мировом производстве растительного сырья он занимает одно из первых мест наряду с пшеницей, кукурузой, рисом.

Ткани клубней картофеля состоят из воды (70–80 %) и сухого вещества (20–30 %), соотношение между которыми может существенно изменяться в зависимости от условий выращивания и применяемых технологий. Высокая насыщенность клеток и тканей водой обуславливает высокую интенсивность ферментативных реакций и всего обмена веществ, что приводит к повышенному расходу пластического материала на дыхание и к увеличению потерь воды за счет испарения. Следствием этого является уменьшение массы и ухудшению качества картофеля, в результате чего снижается устойчивость к фитопатогенным микроорганизмам.

Вода играет важную роль в жизнедеятельности продукции. Она определяет интенсивность биохимических процессов в клетках, обуславливает их тургорное состояние, что непосредственно связано с качеством продукции. Вода находится в продукции в свободном (клеточный сок) и связанном (входит в состав растительных коллоидов) состояниях. Количество свободной воды

составляет 80–85 % от общего содержания, и она легко испаряется при сушке.

Сухие вещества в клубнях картофеля представлены растворимыми и нерастворимыми соединениями. К растворимым веществам, которые находятся в клеточном соке, относятся углеводы, азотистые вещества, кислоты, дубильные и другие вещества фенольной группы, растворимые формы витаминов, ферментов и пектинов, минеральные соли и др. Основная часть нерастворимых сухих веществ представлена крахмалом (14–25 %). Углеводы являются основным энергетическим материалом клетки. С содержанием крахмала связаны кулинарные свойства картофеля. Чем больше в клубнях содержится крахмала, тем выше мучнистость вареного картофеля. После длительного хранения картофеля изменяются развариваемость и мучнистость вареного картофеля.

В клубнях картофеля сравнительно немного белка (1,0–3,0 %). От представлен в основном туберином. На долю основных фракций альбуминов, глобулинов, проламинов приходится около 10 %. При переработке клубней белки могут подвергаться ферментативному и кислотному гидролизу с образованием разнообразных кислот, которые распадаются с выделением аммиака и аминов. При дальнейшем их разложении образуются продукты конечного распада, которые обладают неприятным запахом (аммиак, сероводород, меркаптан). Образование этих продуктов свидетельствует о далеко зашедших процессах разложения белков и аминокислот, т. е. о гнилостных процессах и порче продуктов. Аминокислоты и белки при взаимодействии с восстанавливающими сахарами могут образовывать темноокрашенные продукты – меланоидины.

Важную роль в переработке картофеля играют ферменты. Под действием окислительных ферментов может происходить образование темноокрашенных веществ. Гидролитический фермент амилаза расщепляет крахмал с образованием сахаров, что наблюдается при пониженной температуре хранения картофеля. В результате этого у клубней появляется сладковатый привкус. Технологические качества такого картофеля ухудшаются. Из него, например, получают темноокрашенные чипсы. Но если после охлаждения клубни выдержать некоторое время при температуре 15–18 °С, то накопившиеся сахара снова переходят в крахмал. Происходит ресинтез крахмала.

В клубнях картофеля содержатся витамины С, В (В1, В2, В6), РР и К. Особенно богаты витаминами молодые клубни. Большинство

витаминов разрушается при термической обработке сырья, а также окисляется в присутствии воздуха и на свету.

В клубнях картофеля содержится около 1 % минеральных соединений. Из минеральных веществ наиболее часто встречаются соли натрия, фосфора, железа. Ни один продукт питания, кроме сухофруктов, не содержит столько калия, как картофель. Поэтому продукты питания, получаемые из картофеля, особенно полезны лицам, страдающим заболеваниями почек и сердечно-сосудистой системы.

Нерастворимые сухие вещества представлены главным образом теми, которые входят в состав клеточных стенок, являются механическими элементами тканей (клетчатка, протопектин), а также нерастворимыми азотистыми и минеральными веществами, крахмалом и др. Они определяют механическую прочность тканей.

Некоторые из них практически не усваиваются организмом, но это не уменьшает их значимость. Так, например, клетчатка не переваривается, но она необходима для нормальной деятельности желудочно-кишечного тракта и соковыделения. Благодаря этому улучшается усвоение других компонентов пищи.

Химическая стойкость клетчатки высока. Она не растворяется в воде даже при кипячении, но может гидролизироваться под действием сильных кислот при нагревании под давлением. Этот процесс используется для получения спирта из непищевого сырья. Биологической особенностью клубней картофеля является зарубцовывание покровных тканей в местах повреждений. Образование суберина и перидермы происходит в результате интенсификации обмена веществ клубня, которая выражается в усилении дыхания, и повышении активности окислительно-восстановительных ферментов.

Картофель используется для пищевых, кормовых и технических целей. В среднем из общего мирового производства 52 % картофеля идет на питание, 34 % – на кормовые цели, 10 % расходуется на семенной фонд, 4 % – на производство крахмала и спирта.

Клубни картофеля являются ценным сырьем для производства спирта, крахмала, глюкозы, картофелепродуктов.

2. Рабочие процессы и технологическая линия производства хрустящего картофеля

Характеристика продукции

Хрустящий картофель является готовым к употреблению обжаренным продуктом и вырабатывается из свежего картофеля в виде

ломтиков, соломки и пластинок. Это высококачественный продукт, удобный для употребления в пищу «на ходу», а также в качестве сухого завтрака, гарнира к мясным и рыбным блюдам, закуски к различным сокам, пиву и другим напиткам. Один килограмм хрустящего картофеля эквивалентен примерно 3 кг свежего картофеля. В 100 г хрустящего картофеля в среднем содержится (в г): жира – 34, углеводов – 44,8, белка – 4,44; витаминов (в мг): С – 3,3, В1 – 0,55, В2 – 0,181, РР – 1,945; энергетическая ценность – 491,8 ккал (2057,7 кДж).

Для производства хрустящего картофеля используются:

- картофель мытый, сортированный;
- масло растительное рафинированное;
- соль;
- вкусовые добавки.

Рекомендуется использовать для производства картофеля сортов: Лорх, Лошицкий, Детскосельский, Октябренок и другие с содержанием редуцирующих сахаров не более 0,4 % и сухих веществ в период с августа по сентябрь не менее 17 %, в остальное время года не менее 20 %.

Стадии технологического процесса производства хрустящего картофеля

Подготовка сырья. Для производства хрустящего картофеля поступает мытый и сортированный картофель. Подготовка сырья включает в себя: замачивание перед чисткой и ревизию на наличие камней и больных клубней. Для замачивания картофель засыпается в специальную емкость объемом 200 л, из которой с целью ревизии вручную перебирается в пластмассовые лотки.

Чистка картофеля. Вымытый и отобранный картофель для чистки от кожуры засыпается из пластмассового лотка в машину периодического действия МОК-300 или аналог. Разовая загрузка в МОК-300 – 10 кг картофеля. Чистка производится при постоянной подаче воды в течение 3–5 минут. Очищенный картофель сыпается в пластмассовые лотки, наполненные водой, и передается на этап ревизии чистки.

Ревизия чистки. После чистки проводится ревизия на наличие кожуры и глазков на очищенных клубнях. Ревизия осуществляется вручную на рабочем столе при помощи ножей для чистки. Окончательно очищенные клубни накапливаются в пластмассовом лотке с водой и направляются на резку.

Резка картофеля. Резка картофеля производится на машине периодического действия МПР-350 или аналоге, в процессе резки в машину постоянно подается вода. Очищенный картофель из пластмассового лотка загружается в приемный бункер МПР-350, разовая загрузка – 1–3 кг, и нарезается на ломтики-кружочки толщиной 2 мм в течение 10 минут. Нарезанный картофель из разгрузочного канала машины сыпается в пластмассовый лоток, наполненный водой.

Отмывка крахмала. После нарезки с поверхности картофеля необходимо отмыть частицы свободного крахмала. Для этого в баке для отмывки крахмала, заполненном водой, закрепляется корзина, в нее пересыпается нарезанный картофель из пластмассового лотка в количестве 1–1,5 кг. Для отмывки крахмала нарезанный картофель, находящийся в корзине, необходимо тщательно перемешивать и встряхивать в течение 2–3 минут. Отмытый картофель остается в корзине для стекания, на рабочем столе или подставке. При необходимости продукт пересыпается в пластмассовый лоток с водой.

Бланширование. С целью повышения клеточной проницаемости, что является одним из условий качественной обжарки картофеля, картофель подвергается бланшированию. Бланширование производится в ванне для бланширования следующим образом. Отмытому картофелю в количестве 1–1,5 кг, находящемуся в корзине, дают стечь в течение 1–2 минут и затем помещают в ванну для бланширования. Далее картофель бланшируется в ней при температуре воды 70–90 °С в течение 3–7 минут. Точное время бланширования для используемого картофеля устанавливается опытным путем. Готовность может быть определена визуально: картофель приобретает матово-белый цвет при обсыхании.

Обсушка. По истечении времени бланширования картофель подвергается обсушке. Для этого корзины с картофелем размещаются на приставке № 1 к ванне для бланширования, приставка расположена под углом к ванне и позволяет излишкам воды стекать обратно в ванну. Обсушка картофеля производится естественным путем до полного стекания воды и образования пленки на поверхности ломтиков, длительность обсушивания – 5–10 минут.

Обжарка. Обжаривается картофель во фритюрнице. Обсушенный картофель в корзине опускается во фритюрницу с рафинированным растительным маслом температурой 160–200 °С и обжаривается в течение 2,5–3 минут до появления золотистой корочки. Расход масла составляет 5–10 л на 100 кг исходного сырья. Далее

обжаренный картофель в корзине вынимается, стекает на подставке и высыпается в лоток для охлаждения.

Уровень масла во фритюрнице поддерживается за счет добавления новой порции масла. Качество фритюра определяется через каждые 1–2 часа его использования. Масло в процессе обжаривания изменяется под влиянием высокой температуры, водяного пара, выделяющегося при обжаривании продукта, света, воздуха, частиц оставшегося в масле обуглившегося продукта. О качестве масла судят по органолептическим показателям и химическому составу, в частности по цвету, прозрачности, кислотному числу.

Кислотное число свежего подсолнечного рафинированного масла не должно превышать 4. При нормальной работе оно не поднимается выше 3. При кислотном числе 4,5 масло необходимо сменить полностью. Масло, начавшее портиться, не следует смешивать со свежим, так как это может вызвать порчу свежего масла. Чтобы кислотное число масла во фритюрнице было невысоким, надо заменять его свежим до того, как начнется процесс разложения. Скорость замены масла во фритюрнице определяется коэффициентом сменяемости масла:

$$K = W/d,$$

где W – суточный расход масла, кг;

d – среднее количество масла, одновременно находящееся во фритюрнице, кг.

Для сохранения кислотного числа масла на низком уровне коэффициент сменяемости масла должен быть не ниже 1,2.

Охлаждение. Охлаждение картофеля осуществляется за счет теплообмена с окружающей средой. Сетчатые лотки размещаются на приставке № 2 к фритюрнице, излишки масла при охлаждении стекают обратно во фритюрницу. Охлаждение длится 10–15 минут.

Накопление готовой продукции, внесение соли и специй. Охлажденная продукция помещается в пластмассовый лоток для готовой продукции. На этом этапе происходит добавление соли и специй вручную или дозаторами, количество соли – 5–15 г на 1 кг продукта, специй – 5–20 г на 10 кг. Введение соли и специй рекомендуется проводить при температуре в массе продукта 40–50 °С с целью удаления избыточного масла.

Фасовка. Фасовка производится при помощи дозатора весового «Д-03» и упаковочной машины РТ-УМ-01 или аналогов. Готовый продукт засыпается в приемный бункер дозатора, фасуется соглас-

но описаниям «Принцип работы» в паспортах на агрегаты, далее готовый пакетик принимается оператором на выходе из упаковочной машины и укладывается в гофротару.

Хранение. Гарантийный срок хранения хрустящего картофеля при соблюдении условий, предусмотренных стандартом (ГОСТ 18-335-78), составляет с момента изготовления:

- обжаренного в подсолнечном и арахисовом маслах без добавок – не более 15 дней;
- обжаренного в хлопковом масле с добавками или без них – не более 30 дней;
- обжаренного во всех видах масел с добавками – не более 30 дней.

Устройство и принцип действия линии производства хрустящего картофеля (рис. 10)

Для производства хрустящего картофеля его моют, инспектируют, очищают на корнеклубнеочистках с абразивной поверхностью. Очищенный картофель режут на картофелерезке или с помощью овощерезок «Гамма-5А» или МПР-350 на лепестки, соломку или пластинки.

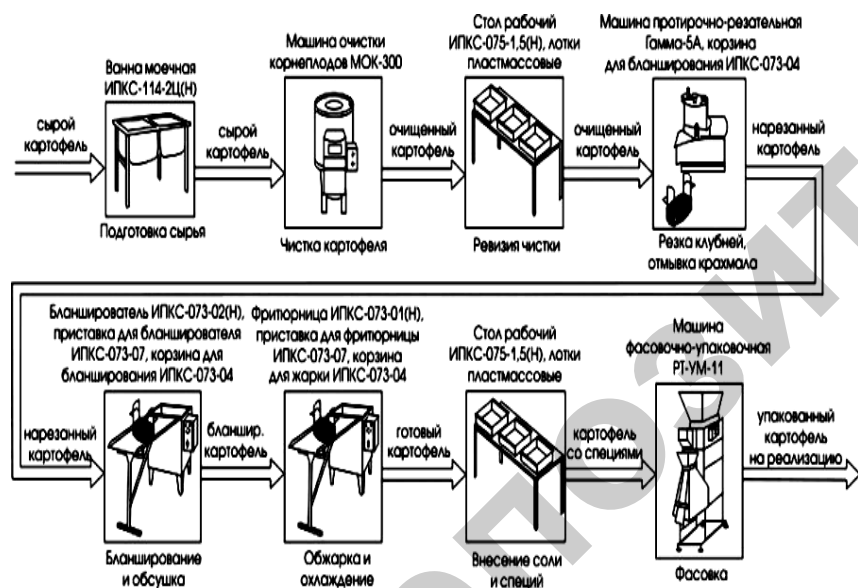


Рис. 10. Машинно-аппаратурная схема линии производства хрустящего картофеля

Затем промывают для удаления поверхностного крахмала и сахара, бланшируют и пропускают между специальными валками, покрытыми упругой резиной или другими материалами для удаления влаги с поверхности картофеля, или обсушивают тепловентилятором. Обжаривают в подсолнечном, хлопковом, кукурузном, арахисовом или соевом масле. Лепестки обжаривают при температуре 140–170 °С в течение 2–5 мин, соломку – при 130–160 °С в течение 5–12 мин, пластинки – при 130–170 °С в течение 2–6 мин.

Кислотное число масла в печи не должно быть выше 2,5 мг КОН. Избыток масла с обжаренного картофеля удаляют на выносном сетчатом транспортере.

При выходе из обжарочной печи (или фритюрной ванны) продукты должны быть золотисто-желтого цвета, хрустящей консистенции. Соль или смесь соли с пряностями (чесноком, луком, перцем, тмином) наносят на поверхность готового картофеля с помощью дозатора, затем фасуют и упаковывают.

3. Характеристика молока как сельскохозяйственного сырья

Молоко представляет собой сложную полидисперсную систему. Дисперсионной средой является вода, на долю которой приходится 85–89 %. Дисперсная фаза представлена минеральными солями и лактозой, которые находятся в растворенном состоянии; белками и фосфатами кальция, которые образуют коллоиды; и жиром, находящимся в грубодисперсном состоянии.

Химический состав молока непостоянен. Он зависит от периода лактации животных, породы скота, условий кормления и других факторов. Наибольшим изменениям подвергается количество и состав жира.

Молочный жир в виде шариков представлен в основном триглицеридами. Сопутствуют молочному жиру жироподобные вещества: фосфолипиды и стеарины.

Белки молока неоднородны по составу, содержанию, физико-химическим свойствам и биологической ценности. В молоке различают две группы белков, которые имеют разные свойства: казеин и сывороточные белки. Первая группа при подкислении молока до рН 4,6 при 20 °С выпадает в осадок, другая – при таких же условиях остается в сыворотке.

Белок казеин находится в молоке в виде коллоидных частиц, его содержание составляет от 78 до 85 %. Сывороточные белки присут-

ствуют в молоке в растворенном состоянии, их количество составляет от 15 до 22 %. Они представлены альбумином и глобулином.

Углеводы молока представлены молочным сахаром – лактозой – это дисахарид, глюкозой и галактозой – это простые сахара.

Молочный сахар содержится в молоке в растворенном виде, менее сладкий, чем сахароза, по пищевой ценности не уступает ей и почти полностью усваивается организмом.

Минеральные вещества представлены солями органических и неорганических кислот. Преобладают соли кальция и фосфора. Кроме того, в молоке содержатся микроэлементы: марганец, медь, железо, йод и др.

Содержание витаминов в молоке зависит от породы животных, периода лактации.

К физико-химическим свойствам молока относятся: плотность, вязкость, поверхностное натяжение, осмотическое давление, температуры кипения и замерзания, электропроводность, теплоемкость, теплопроводность и температуропроводность, кислотность.

Технологические свойства молока – это такие его физико-химические показатели, которые позволяют вырабатывать разнообразные молочные продукты высокого качества. К ним относят **термостойкость** и способность образовывать сгустки под действием сычужных ферментов (**сычужная свертываемость**).

Термостойкость молока характеризует его пригодность к высокотемпературной обработке. Она зависит от кислотности и солевого баланса. Так, повышение кислотности молока вследствие жизнедеятельности молочнокислых бактерий снижает его термостойкость.

Сычужная свертываемость молока определяет его пригодность для производства сыра. Продолжительность образования сычужного сгустка и его плотность зависят от величины кислотности и концентрации ионов кальция и казеина в молоке. Оптимальным для сыроделия считается молоко с высоким содержанием кальция и казеина.

Одним из важных показателей качества молока является отсутствие в нем антибиотиков, пестицидов, тяжелых металлов. Их наличие ведет к нарушению процессов переработки молока, появлению пороков в готовых продуктах. В связи с этим необходимо осуществлять строгий контроль качества поступающего на предприятия молока.

4. Рабочие процессы и технологическая линия производства сычужного сыра

Характеристика сырья, полуфабрикатов и готовой продукции

Сыр – высококалорийный пищевой продукт, вырабатываемый из молока путем коагуляции белков, обработки белкового сгустка и последующего созревания сырной массы. Белковый сгусток удерживает воду, жировые шарики и другие составные части молока. При обработке сгустка часть воды, молочного сахара, минеральных веществ, витаминов и ферментов переходят в сыворотку. Обработка завершается формованием сырной массы и последующей посолкой полученных головок сыра. Специфические свойства сыр приобретает лишь после длительного процесса созревания в сырных подвалах, где созданы условия для накопления в сырной массе вкусовых и ароматических веществ.

По технологическим признакам натуральные сыры делят на сычужные и кисломолочные. Сычужные сыры производят свертыванием молока сычужным ферментом, а кисломолочные вырабатывают путем сквашивания молока заквасками.

Сыры сычужные подразделяют на пять групп, из них четыре – сыры твердые, полутвердые, мягкие и рассольные – относят к **натуральным**, а пятую группу – сыры плавленые – к **переработанным**.

Натуральные сыры по внешним признакам делят на три группы:

- твердые сыры (сычужные с плотной или твердой консистенцией);
- мягкие сыры (сычужные или кисломолочные с мягкой консистенцией);
- рассольные сыры (созревают в рассоле и содержат повышенную массовую долю поваренной соли).

К твердым сычужным сырам относятся: российский, пошехонский, швейцарский, костромской, калачеевский, голландский, ярославский, эмментальский, эдамский, чеддер и др. К мягким сычужным и сычужно-кислым относятся: русский камамбер, смоленский, дорожный, пятигорский, рокфор, чайный, сливочный и др. К рассольным сычужным сырам относятся брынза, адыгейский, тушинский, сулугуни, чечиль и др.

Сыры содержат 15–30 % белка, 10–32 % жира, 30–80 % влаги, около 1 % кальция и 0,8 % фосфора. Энергетическая ценность 100 г голландского брускового сыра составляет 1510 кДж, советского – 1674 кДж.

Стадии технологического процесса

1. Приемка и сортировка молока.

Сыр можно вырабатывать только из сыропригодного молока, которое характеризуется определенными органолептическими и физико-химическими показателями. Так, оно должно иметь характерные для молока вкус, запах, цвет и консистенцию, титруемую кислотность 16–18 °Т; плотность не менее 1027 кг/м³, массовую долю жира не менее 3,2 %; белка не менее 3,1 % (в том числе казеина не менее 2,6 %); соотношение между жиром и белком – 1,1–1,25; содержать оптимальное количество кальция (125–130 мг%). Молоко должно иметь оптимальную способность свертываться под действием сычужного фермента и быть хорошей средой для развития молочнокислых бактерий.

Высокие требования предъявляют к молоку по гигиеническим показателям – степени чистоты, бактериальной обсемененности, наличию ингибирующих веществ, количеству соматических клеток. Из белков молока в сыроварении в основном используют казеин. От нормального содержания казеина и жира зависит выход сыра, а от соотношения жира и казеина – жирность продукта. Повышенное содержание сывороточных белков отрицательно влияет на процесс созревания сыра, поэтому для его выработки нельзя использовать молозиво, а также стародойное молоко.

Органолептические показатели молока очень важны для сыроварения, так как недостатки вкуса, цвета и запаха молока вызывают соответствующие пороки сыра. Однако кроме органолептической оценки при производстве сыра необходим контроль молока на механическую и бактериальную загрязненность, количество соматических клеток и на брожение. Степень чистоты по эталону должна быть не ниже I группы, содержание бактерий – не более 500 тыс. клеток в 1 см³; количество соматических клеток – не более 500 тыс. в 1 см³, сычужно-бродильная проба – не выше II класса.

Пригодность молока для сыроделия в значительной степени определяется рационом кормления животных. Так, качество сыра ухудшается при скармливании больших количеств концентрированных кормов. Наличие в рационе дойных коров большого количества кормов из кукурузы (зеленой массы, зерна, силоса) положительно влияет на качество молока. Также положительно влияет использование оптимальных добавок кормовой и сахарной свеклы, картофеля, моркови и других корнеплодов. Избыточное скармливание ботвы, жома, силоса, барды, картофеля, свеклы, соломы, кислых

трав, а также некачественного сена и овсяной смеси отрицательно отражается на качестве сыра. Полынь, полевой лук, чеснок и мята придают молоку и выработанному из него сыру специфический запах перечисленных растений. Кормление коров доброкачественным сеном и силосом повышает в молоке содержание кальция, а также витаминов А и D.

Важен для производства сыра состав микрофлоры молока. Молоко не должно содержать патогенных стафилококков, бактерий группы кишечной палочки, а также гнилостных и маслянокислых бактерий. Количество микрофлоры в молоке проверяют редуктазной пробой, а качество – бродильной и сычужно-бродильной пробами. Сыропригодное молоко должно содержать достаточное количество молочнокислых бактерий – стрептококков и палочек. Количество этой микрофлоры в молоке определяет степень его зрелости и пригодность для изготовления сыра. Для зрелого молока также характерно повышение растворимости солей, в частности, фосфата кальция. В свежесвыдоенном молоке большая часть этой соли находится в коллоидном состоянии, вследствие чего замедляется свертывание молока и получение нормального сгустка. Во время созревания молока образующаяся молочная кислота способствует переходу плохо растворимых фосфатов в более растворимые соли.

При производстве различных видов сыров нужна различная степень зрелости молока, которая обуславливает способ его обработки и кислотность свежего сыра. Так, кислотность молока перед свертыванием для швейцарского и советского сыров должна быть 18–20 °Т, для голландского и ярославского – 17–19 °Т, для сыров типа чеддер – 20–22 °Т, мягких – 22–23 °Т.

2. Нормализация молока по содержанию жира.

Каждый вид сыра должен содержать определенное количество жира в сухом веществе. Оно определяется содержанием жира в исходном молоке, поэтому его необходимо нормализовать, пользуясь специальными таблицами. При высокой жирности молока его нормализуют удалением определенной части жира сепарированием или добавлением обезжиренного молока; при его недостатке к молоку добавляют сливки.

В последние годы сыродельные предприятия применяют способ регулирования жирности смеси молока по соотношению жира и белка в исходном молоке с учетом коэффициента их использования. Коэффициент определяют опытным путем. Для этого вырабатывают сыр по существующим нормам смеси, определяя содержа-

ние белка в молоке и количество жира в сухом веществе сыра после его прессования (которое должно быть на 1–1,5 % выше, чем в зрелом сыре по стандарту). При несоответствии фактического содержания жира заданному значению рассчитывают поправочный коэффициент.

3. Пастеризация молока.

Главная цель пастеризации – уничтожение вегетативных форм микрофлоры, которая случайно попала в молоко из внешней среды. Установлено, что пастеризация ускоряет созревание и, вследствие лучшего использования белка и жира и большего задержания влаги в сырной массе, увеличивает выход сыра. Из пастеризованного молока получают сыры лучшего качества, чем из сырого молока. Однако изменения, которые возникают в молоке под влиянием высокой температуры, имеют и негативные последствия, например, растворимые соли кальция переходят в нерастворимое состояние, меняются структура и свойства белков. Вследствие этого свертывание молока под влиянием сычужного фермента значительно ухудшается, образуется рыхлый сгусток, который подвергается нормальной обработке и образует так называемую сырную пыль, которая остается в сыворотке. Это приводит к снижению выхода и качества сыра. Поэтому в сыроделии приняты температуры пастеризации.

В зависимости от типа пастеризационных установок в сыроварении применяют длительную пастеризацию при 63–65 °С с выдержкой 20 мин или кратковременную – при 71–72 °С с выдержкой 20–25 с.

4. Подготовка молока к свертыванию.

К этой операции относятся охлаждение молока, внесение в него хлорида кальция, нитратов, краски и бактериальной закваски.

Пастеризованное нормализованное молоко охлаждают до температуры, которую устанавливают в зависимости от вида производимого сыра, жирности смеси и качества молока, температуры помещения и времени года. Температуру в сыроварении при сычужном свертывании поддерживают в пределах от 28 до 36 °С. Зимой молоко свертывают при более высоких температурах. Хлорид кальция, внесенный в пастеризованное молоко, улучшает осаждение белков молока и обеспечивает получение плотного сгустка. В зависимости от состава и свойств молока в него вносят хлорид кальция в количестве от 10 до 40 г безводной соли на 100 кг молока (в виде 40 %-го раствора). Для приготовления такого раствора 4 кг безводного хлорида

кальция растворяют в 1,5 л нагретой до 95 °С воды; после отстаивания раствор обязательно фильтруют и хранят в закрытой стеклянной посуде.

При производстве сыров с низкой температурой второго нагревания после внесения в молоко раствора хлорида кальция рекомендуется применять фосфат натрия в виде 40 %-го раствора. Чтобы предупредить развитие газообразующих бактерий и вспучивание сыра, применяют нитрат калия (или натрия). Его добавляют в количестве до 30 г на 100 л молока в виде водного раствора после внесения хлорида кальция.

Для придания сырному тесту желтоватого цвета можно применять сырную краску ВТУ-56. В молоко ее вносят в виде 3 %-го водного раствора из расчета 5 мл на 100 л молока в весенне-летний и 10 мл – в осенне-зимний период. Растворы хлорида кальция, нитратов и краски следует добавлять в молоко до внесения бактериальной закваски.

Бактериальные закваски для производства сыра состоят из чистых, специально подобранных культур молочнокислых бактерий – молочнокислых стрептококков и молочнокислых (сырных) палочек. Обогащение смеси молока молочнокислой микрофлорой предопределяет созревание сыра, его вкус и аромат. Количество бактериальной закваски, которая должна быть внесена в смесь молока, устанавливают в зависимости от вида сыра и зрелости молока. При производстве твердых сыров в пастеризованное молоко вносят от 0,2 до 0,5 % закваски, при выработке мягких сыров – 3–5 % закваски. Закваску вносят перед свертыванием молока сычужным ферментом.

5. Свертывание молока.

Для свертывания молока при производстве сыра применяют сычужный фермент и пепсин, а также ферментные препараты на их основе. Сычужный фермент получают из сычуга (четвертого отделения желудка) забитых телят и ягнят преимущественно в период кормления их молоком, а пепсин – из желудков взрослых свиней и крупного рогатого скота. Производят сычужный фермент, пепсин и препараты ВНИИМСа в виде порошка. Активность всех ферментов составляет 100 000 усл. ед. Это означает, что 1 г фермента свертывает в течение 40 мин при 35 °С 100 кг молока.

Для определения потребности сычужного фермента сначала проверяют его свертывающую способность. Для этого пользуются специальным прибором, который представляет собой металличе-

скую эмалированную кружку вместимостью около 1 л. На внутренней ее поверхности нанесена шкала с пятью делениями. На дне имеется отверстие, закрытое резиновой пробкой с вмонтированной трубкой для свободного выхода молока.

Прибор наполняют молоком, подготовленным в ванне для заквашивания, и ставят на край ванны так, чтобы оно стекало через трубочку в ванну. Когда уровень молока в приборе достигнет верхнего деления, быстро, при энергичном размешивании молока шпателем к нему добавляют 10 мл раствора фермента. Последний готовят следующим образом: одну ложечку сычужного порошка (2,5 г) смешивают с таким же количеством соли и растворяют в 95 мл воды (температурой 35 °С). В момент образования сгустка в приборе прекращается вытекание молока вследствие увеличения его вязкости. Деление на шкале прибора, соответствующее уровню свернувшегося молока, показывает количество сычужного порошка в граммах, необходимое для свертывания 100 кг молока в течение 30 мин.

Если для свертывания молока применяют пепсин, то его раствор готовят с использованием кислой (60–70 °Т) пастеризованной сыворотки, подогретой до 40–50 °С. Раствор пепсина настаивают 5–6 ч при комнатной температуре. Хранят раствор в темной посуде, перед использованием его старательно перемешивают.

Определив активность фермента, рассчитывают нужное его количество для свертывания подготовленного молока. Температура свертывания молока находится в пределах 28–36 °С. От правильности выбора температуры зависит дальнейшее развитие молочнокислых бактерий и характер изменения сычужного сгустка. При производстве твердых сыров молоко свертывается при высоких температурах (32–35 °С), а при выработке мягких – при низких (28–32 °С).

Продолжительность свертывания зависит от температуры смеси молока, его кислотности, количества внесенного фермента. При выработке твердых сыров она составляет 25–35 мин, мягких – 50–90 мин. Готовый сгусток должен иметь определенную плотность и нормальную прочность, ровную гладкую поверхность. Признаками готовности сгустка являются образование (при его изломе под небольшим углом) раскола с острыми краями без хлопьев белка и выделение сыворотки светло-зеленого цвета.

6. Обработка сгустка и сырного зерна.

Образовавшийся сгусток разрезают с помощью специальных ножей для удаления из него влаги (сыворотки) и получения сырного

зерна нужной величины. Например, мелкое зерно (2–4 мм) образуется при выработке швейцарского сыра, среднее (5–6 мм) – для голландского, и самое крупное (20–30 мм) – при выработке мягких сыров.

После доведения зерна до нужного размера сырную массу вымешивают (обсушивают) для дальнейшего выделения сыворотки, укрепления зерна и придания ему округлой формы. Затем проводят второе нагревание; температуру его устанавливают для сыров группы голландского от 38 до 42 °С, для сыров швейцарского и советского – 48–58 °С. При нагревании склеивающая способность сырного зерна растет, поэтому во избежание его слипания и образования комков сырную массу все время энергично и непрерывно перемешивают с помощью специальных инструментов в течение 10–30 мин для сыров с низкой температурой второго нагревания и 25–50 мин – для сыров с высокой температурой.

7. Формование и прессование сыра.

Сыр формуют двумя способами: наливом и из пласта. Наливом формуют латвийский, дорогобужский, рассольные сыры и многие другие. Из пласта формуют при производстве большинства твердых сыров – швейцарского, советского, голландского, ярославского и т. п. Чтобы превратить сырную массу в сплошной сырный пласт, ей дают свободно осесть на дно и приобрести определенную твердость, после чего из ванны удаляют сыворотку. Для этого обсушенное зерно сдвигают перфорированным зернособирателем (вручную или при помощи пневматических устройств) к торцевой стороне ванны в пласт и удаляют часть сыворотки. Далее на пласт накладывают прессуемые пластины и подпрессовывают в течение 20–30 мин. После окончания выделения сыворотки, когда пласт достигнет определенной плотности, его разрезают на равные куски и укладывают в заранее подготовленные формы.

Наполненные формы выдерживают в течение 30–60 мин, переворачивая 3–4 раза через каждые 3–5 мин для самопрессования. Перед прессованием сыр вынимают из формы, маркируют казеиновыми цифрами и заворачивают в тонкие, чистые, крепкие, смоченные водой салфетки (мокрая салфетка хорошо пристает к сыру). На салфетках не должно быть морщин. Завернутый в салфетки сыр вновь помещают в формы и прессуют. Большинство твердых сыров прессуют под давлением от 20 до 60 кг (0,1–0,4 кПа) на 1 кг сыра. Как правило, все мелкие сыры прессуют в течение 1,5–4 ч, крупные –

12–18 ч, а чеддер – в течение 14–24 ч. Концом прессования считают прекращение отделения сыворотки.

На заводах используют вертикальные и горизонтальные пневматические прессы, а также туннельные прессы. Сыры, вырабатываемые с высоким содержанием влаги (мягкие, рассольные и группа латвийского сыра), не подвергают принудительному прессованию – они самопрессуются под давлением собственной массы. Чтобы эти сыры прессовались равномерно, их переворачивают сначала через каждые 15–30 мин, а потом через 1–1,5 ч. Самопрессование продолжается от 12 до 24 ч.

8. Посолка сыра.

Соль придает сырам вкус, кроме того, влияет на процесс созревания сыра, консистенцию, рисунок и цвет сырного теста. Содержание соли в сыре определяется его видом и колеблется от 1,2 до 2,5 %. Скорость просаливания сыра зависит от размера, свойств поверхности головки, влажности сырной массы, температуры и продолжительности посолки.

При посолке принимают во внимание не столько абсолютную площадь поверхности сыра, сколько ее отношение к массе сыра. Чем выше удельная поверхность сыра, тем быстрее проникает соль в сырную массу и тем быстрее она просаливается. Так, голландский круглый и ярославский сыры имеют одинаковую массу, но разную форму и неодинаковую скорость просаливания. Сыры с большим содержанием влаги быстрее просаливаются, т. к. имеют большую пористость, которая облегчает проникновение соли внутрь сыра.

Все существующие способы посолки можно разделить на две основные группы – посолку в зерне и посолку в рассоле. Частичную посолку в зерне используют при производстве твердых сыров с низкой температурой второго нагревания (голландский, костромской, российский). Соль сорта «Экстра» вносят в сыворотку в виде концентрированного раствора в конце второго нагревания или после него из расчета 0,3–0,5 кг соли на 100 кг перерабатываемого молока. Полную посолку в зерне при выработке основных видов твердых сыров не применяют, за исключением сыра чеддер.

Основным способом посолки всех твердых сыров является посолка в рассоле. При этом способе отпрессованный сыр помещают в бассейн с рассолом. В случае циркуляции рассола его концентрация составляет 18–20 %, при ее отсутствии – 22–23 %.

Рассол готовят растворением пищевой поваренной соли (не ниже I сорта) в чистой пастеризованной при 80–90 °С питьевой воде.

Перед использованием раствор фильтруют и охлаждают до 8–12 °С. Кислотность раствора не должна превышать 35 °Т. Для лучшего использования бассейнов применяют контейнеры, которые погружают в рассол вместе с размещенными на них сырами.

Длительность посолки в рассоле зависит от вида сыра, его величины и температуры рассола и составляет для мягкого сыра русский камамбер 50–60 мин, рокфора – 3–5 сут., дорогобужского – 10–12 ч, для твердых сыров – 5–12 сут.

9. Созревание сыров.

Это важнейший процесс при производстве сыров. Во время созревания в сыре происходят микробиологические и ферментативные процессы, вследствие которых все составные части сыра претерпевают существенные физико-химические изменения, определяющие его свойства, вкус, запах, консистенцию и рисунок. Особую роль в созревании играют изменения белковых веществ сыра, которые происходят под влиянием сычужного фермента (или пепсина), ферментов молочнокислых и других бактерий. Продукты сбраживания лактозы под действием молочнокислых бактерий обуславливают вкус, аромат и формирование рисунка большинства видов сыра. Пропионовокислые бактерии расщепляют соли молочной кислоты (лактаты) с образованием летучих кислот (пропионовой, уксусной) и углекислого газа, которые придают специфический вкус сыру, а также участвуют в образовании рисунка в сырах с высокой температурой второго нагревания. Микрофлора сырной слизи участвует в созревании мягких и самопрессующихся полутвердых сыров. При этом происходит активное расщепление белков с образованием пептидов, аминокислот и аммиака.

Созревание сыра начинается еще в сырной ванне, однако изменения белка и молочного сахара до посолки незначительны – настоящее созревание начинается лишь после посолки сыра. Оно продолжается (в зависимости от вида сыра) от 2 недель до 6 месяцев. Для созревания твердых сыров необходимо несколько камер с различной температурой и влажностью. После посолки при температуре 8–10 °С и влажности 92–95 % в первой камере поддерживают температуру 10–12 °С и влажность 85–91 %; в бродильной камере повышают температуру до 14–16 °С для сыров с мезофильной микрофлорой и до 18–25 °С для сыров с термофильной микрофлорой (при влажности 92–94 %). При созревании мягких сыров высокую температуру поддерживают в начале созревания, а в следующих камерах ее постепенно снижают.

В процессе созревания сыры периодически (через 7–15 сут.) переворачивают. Твердые сыры с гладкой, блестящей и плотной поверхностью, для нормального созревания которых не требуется развития на поверхности какой-либо микрофлоры, периодически моют, очищая корку от сырной слизи и плесени.

Температура воды для мойки должна отвечать состоянию сыра. Так, сыры, в которых нежелательно вызывать повышенное газообразование, моют водой с температурой 18–20 °С, а сыры, для которых требуется усиление процессов созревания – водой с температурой 35–40 °С. Сыры голландский, костромской, степной, ярославский, угличский для ускорения образования корки и предотвращения поражения ее плесенью через 2–3 сут. после первой мойки в теплой воде опускают на 3–5 с в горячую воду с температурой 75–80 °С, затем вынимают и просушивают на полках.

Для облегчения столь трудоемкого процесса ухода за поверхностью продукта сыры парафинируют (используя парафино-полимерный сплав СКФ-15) или упаковывают в пленку. Парафинирование сыра осуществляют в специальных парафинерах при температуре парафиновой смеси 140–150 °С в течение 1–2 с. Температура сыра при парафинировании должна быть не ниже 10 °С. После парафинирования сыры через каждые 10–15 сут. тщательно обтирают и переворачивают. Лучше всего созревание сыров осуществлять в полимерных пленках типа полиэтилен-целлофан, повиден, саран.

Для придания сыру специфического вкуса его иногда подвергают холодному копчению в коптильных шкафах, в которые подводят дым от сгорающих не полностью опилок деревьев лиственных пород. Температура копчения не должна превышать 30 °С. Копчение продолжается 20–32 ч. В последнее время применяют электрокопчение.

10. Хранение и упаковка сыров.

Незрелые сыры хранят на стеллажах при температуре 8–12 °С и относительной влажности воздуха 75–85 %. Зрелые сыры хранят при температуре от –2 до –5 °С и относительной влажности 85–90 %.

Сыры перед отправкой в центральное сырохранилище сортируют и упаковывают в деревянные ящики или в фанерные бочки (барабаны). При этом следят, чтобы тара была сухая и сыр правильно упакован, иначе он может потерять свою форму и деформироваться. Летом сыры перевозят в охлажденных, а зимой – в утепленных вагонах. Оптимальная температура транспортирования сыра – 2–8 °С.

Устройство и принцип действия линии производства твердых сычужных сыров (рис. 11)

После проверки качества сыропригодное молоко перекачивают самовсасывающим насосом 1 через фильтр 2 и счетчик-расходомер 3 в резервуар для хранения молока 4. Для выработки сыра молоко из резервуара 4 насосом 5 направляют в пластинчатый теплообменник 6 и нагревают до температуры 35–45 °С. Далее молоко поступает через сепаратор-молокоочиститель 7 и пластинчатый охладитель 8 в резервуар 9 для созревания при температуре 8–12 °С в течение 10–14 часов.



Рис. 11. Машинно-аппаратурная схема линии производства твердых сычужных сыров: 1, 5, 14 – насосы; 2 – фильтр; 3 – счетчик-расходомер; 4 – резервуар для хранения молока; 6 – пластинчатый теплообменник; 7 – сепаратор-молокоочиститель; 8 – пластинчатый охладитель; 9 – резервуар; 10 – уравнивательный бачок; 11 – сепаратор-нормализатор; 12 – секция рекуперации пастеризационно-охладительной установки; 13 – сыродельная ванна; 15 – формовочный аппарат; 16 – отделитель сыворотки; 17 – тележки для самопрессования; 18 – прессы; 19 – весы; 20 – контейнеры с сыром; 21 – посолочный этажер; 22 – передвижные стеллажи; 23 – машины для мойки сыра; 24 – машины для обсушивания сыра; 25 – парафинер; 26 – вакуумупаковочная машина; 27 – машины для нанесения латексного покрытия на сыр

Нормализация и пастеризация молока выполняются в потоке. Для этого созревшее молоко из резервуара 9 нагнетается насосами 5 через уравнивательный бачок 10 в секцию рекуперации пастеризационно-охладительной установки 12 и нагревается до температуры

40–45 °С. Далее молоко поступает в сепаратор-нормализатор 11, в котором непрерывная нормализация молока совмещена с очисткой его от механических примесей. В сепараторе 11 молоко разделяется на две фракции: молоко и сливки. Нормализованное молоко возвращается в другую секцию установки 12 для пастеризации при температуре 70–72 °С с выдержкой продолжительностью 20–25 с и последующего охлаждения до температуры свертывания 30–34 °С. Одновременно с пастеризацией молоко подвергают вакуумной обработке в дезодораторах для удаления из него мелкодисперсной газовой фазы и летучих веществ, обуславливающих посторонние запахи и привкусы сыра.

В тех случаях, когда на предприятие поступает молоко с повышенной бактериальной обсемененностью, его сначала нормализуют и пастеризуют, а затем направляют на созревание. Нормализованное и пастеризованное молоко через счетчик-расходомер 3 загружают в сыродельную ванну 13. Для подготовки молока к свертыванию в него дозируют хлористый кальций, калий или натрий азотнокислый и бактериальные закваски и препараты. Внешение в молоко хлористого кальция необходимо из-за потерь солей кальция в молоке при пастеризации, так как часть солей при нагревании переходит из растворимого в нерастворимое состояние. Это сопровождается ухудшением сычужной свертываемости молока, что усложняет обезвоживание сгустка. Калий или натрий азотнокислый применяют для подавления развития вредной газообразующей микрофлоры: бактерий группы кишечных палочек и масляно-кислых бактерий.

Раствор хлористого кальция дозируют из расчета 10–40 г безводной соли на 100 кг молока, а бактериальную закваску молочнокислых бактерий – в количестве 0,5–1,0 %. Молочная смесь перед свертыванием должна иметь титруемую кислотность не более 20 °Т.

Свертывание молочной смеси осуществляют раствором сычужного молокосвертывающего препарата, который допускается смешивать с биопрепаратом (гидролизатом) для ускорения созревания сыра.

Количество молокосвертывающего препарата должно обеспечить свертывание молочной смеси за 25–35 мин при температуре 30–34 °С. После дозирования препарата смесь тщательно перемешивают в течение 5–7 мин и оставляют в покое до образования сгустка. Готовность сычужного сгустка оценивают по продолжительности свертывания и плотности сгустка. При разрезании готового сгустка

получается ровный раскол и выделяется прозрачная зеленая сыворотка.

Обработку сгустка и получение из него сырного зерна проводят с целью его обезвоживания, а также регулирования интенсивности и уровня молочнокислого процесса. Для этого последовательно осуществляют следующие операции: разрезку сгустка и постановку сырного зерна, вымешивание зерна, второе нагревание и вымешивание после него. Разрезку сгустка и постановку сырного зерна производят механическими ножами-мешалками, скорость движения которых регулируется для получения зерна требуемых размеров при максимально возможной однородности и минимальном образовании сырной пыли. Готовый сгусток разрезают в течение 15–25 мин до размеров зерна от 3–5 до 7–9 мм в зависимости от вида сыра. Во время постановки 30–40 % сыворотки удаляют.

После постановки зерно вымешивают до достижения округлой формы, повышения плотности и упругости. Перед вторым нагреванием, если это требуется, дополнительно удаляют еще 15–25 % сыворотки. Кроме того, в случае излишне высокого уровня активной кислотности в начале второго нагревания сыворотку разбавляют (до 5–15 %) пастеризованной питьевой водой.

При производстве сыров с низкой температурой второго нагревания (голландский, российский) сырное зерно нагревают до 38–42 °С в течение 10–20 мин. Когда вырабатывают сыры с высокой температурой второго нагревания (швейцарский, советский), то нагревают от 52–55 °С до 55–58 °С в зависимости от вида сыра. Нагревание проводят в течение от 10–15 мин до 20–30 мин, повышая температуру не более чем на 1 °С в минуту, при интенсивном перемешивании, не допуская комкования сырного зерна.

Для улучшения консистенции сразу же после второго нагревания проводят частичную посолку сырной массы в зерне, для чего в смесь зерна с сывороткой вносят раствор хлорида натрия из расчета 200–300 г на 100 кг молока. После второго нагревания сырную массу вымешивают до тех пор, пока зерно не приобретет достаточную упругость. Сыродельная ванна 13 и другие машины снабжены сборниками сыворотки, которую насосом 5 перекачивают на переработку. Обработанное сырное зерно подают на формование двумя способами: наливом или насыпью.

При формовании сыра из пласта (голландский, российский) сырное зерно вместе с остатками сыворотки перекачивают наливом из сыродельной ванны 13 насосом 14 в формовочный аппарат 15.

В нем пласт подпрессовывается в течение 15–25 мин при давлении 1,0–2,0 кПа, затем разрезается на бруски, соответствующие размерам форм. Бруски сырной массы помещают в подготовленные формы, расположенные на тележках для самопрессования 17. Сначала бруски выдерживают 10–20 мин, затем их вынимают из форм, переворачивают, снова закладывают в формы, маркируют, накрывают крышками и оставляют до конца выдержки еще на 10–30 мин для завершения процесса самопрессования.

При формировании сыра насыпью (российский, углический) сырное зерно освобождают от сыворотки в отделителе 16, а затем насыпают в подготовленные формы, которые размещают на тележке для самопрессования 17. Сырную массу в формах слегка уплотняют, после этого масса самопрессуется в формах в течение 20–50 мин с однократным переворачиванием, а затем сыры маркируют и подают на прессование.

Прессование сыра проводят с целью уплотнения сырной массы, удаления остатков свободной (межзерновой) сыворотки и образования замкнутого и прочного поверхностного слоя. Сначала осуществляют прессование под действием собственного веса – самопрессование, при котором сырную массу выдерживают без нагрузки в металлических формах, состоящих из перфорированного корпуса с дном или без него.

На второй стадии сыр прессуют под внешним воздействием в прессах 18. Режим прессования зависит от вида сыра. В частности, при выработке голландского сыра прессование проводится в течение 1,5–2,5 ч при постоянно возрастающем давлении от 10 до 50 кПа. При необходимости через 30–60 мин сыр перепрессовывают. Отпрессованный сыр должен иметь рН от 5,5 до 5,8. Оптимальная массовая доля влаги в сыре после прессования – 43–45 %.

После взвешивания на весах 19 контейнеры с сыром 20 направляют в посолочный этажер 21 для обработки в рассоле с концентрацией хлорида натрия 20 % при температуре 8–12 °С в течение 2,5–3,5 сут. Рассол с помощью насоса циркулирует через охладитель.

Вынутые из рассола бруски обсушивают в течение 2–3 сут. при температуре 8–12 °С и относительной влажности воздуха 90–95 %, после чего сыр электропогрузчиком направляется на созревание на передвижные стеллажи 22. Первые 13–15 сут. сыр созревает при температуре 10–12 °С и относительной влажности воздуха 85–90 %, затем до одного месяца при 14–16 °С, а в дальнейшем до конца созревания его выдерживают при температуре 12–14 °С и относительной влажности 75–85 %. В комплект оборудования для ухода за сыром в период созревания входят машины для мойки 23 и сушки 24

сыра, а также устройства для транспортирования сыра. Сыры моют при появлении плесени и слизи теплой водой (30–40 °С) не реже чем через 10–12 сут., после этого их подсушивают в машине 24 и вновь размещают на чистых сухих полках.

Во время созревания сыры необходимо периодически переворачивать (в целях предупреждения деформации головки и подопревания корки), первые три недели – через каждые 2 или 3 дня, в дальнейшем – по мере необходимости.

В возрасте от 20 до 25 суток, после образования на сырах достаточно прочной корки, сыры моют и обсушивают в машинах 23 и 24, а затем парафинируют в парафинере 25.

С целью сокращения затрат труда по уходу, а также снижения усушки за период созревания сыр на 10–14 сутки упаковывают в пакеты из полимерной пленки при помощи вакуумупаковочной машины 26. Кроме того, могут применять двухслойное комбинированное покрытие: нанесение латексного покрытия на сыр в машине 27, а затем обсушивание в машине 24 и нанесение второго слоя в парафинере 25.

После созревания сыры сортируют по качеству, обертывают в бумагу или пергамент и упаковывают в картонную или деревянную транспортную тару (ящики).

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте характеристику картофеля как сельскохозяйственного сырья.
2. Перечислите стадии технологического процесса производства хрустящего картофеля.
3. Перечислите оборудование, которое используется в технологической линии производства хрустящего картофеля.
4. Опишите принцип действия технологической линии производства хрустящего картофеля.
5. Дайте характеристику молока как сельскохозяйственного сырья.
6. Перечислите стадии технологического процесса производства твердого сыра.
7. Перечислите оборудование, которое используется в технологической линии производства голландского сыра.
8. Опишите принцип действия технологической линии производства твердого сыра.

Индексы формы клубней свежего картофеля

| Форма клубней | Отношение длина/ширина (индекс формы) |
|--------------------|---------------------------------------|
| Округлая | 1,09 и менее |
| Округло-овальная | 1,10–1,29 |
| Овальная | 1,30–1,49 |
| Удлиненно-овальная | 1,50–1,69 |
| Длинная | 1,70–1,99 |
| Очень длинная | 2,00 и более |

Для определения формы клубня производится измерение его длины и ширины штангенциркулем и вычисляется отношение первой величины ко второй (индекс формы). Установлено, что индекс формы может значительно варьироваться в зависимости от условий увлажнения в период вегетации – при недостаточном увлажнении клубни сортов, имеющие округло-овальную – длинную форму, будут иметь меньший индекс, чем в годы с нормальным увлажнением.

Поверхность клубней должна быть гладкой, не озелененной, без наростов, углублений и трещин.

Наиболее пригодны для переработки на хрустящий картофель клубни округлой и округло-овальной формы (индекс формы до 1,29), размером по наибольшему поперечному диаметру 40–60 мм, так как именно при такой форме облегчается сортирование картофеля, снижается количество отходов и механических повреждений, увеличивается выход стандартного хрустящего картофеля.

1.2. Количество и глубина залегания глазков.

По классификации UPOV принято классифицировать глубину глазков с делением на 5 групп (табл. 5).

Классификация глубины глазков

| Наименование группы | Глубина залегания глазков |
|---------------------|---------------------------|
| Очень мелкие | 1,0 мм и менее |
| Мелкие | 1,1–1,3 мм |
| Средние | 1,4–1,6 мм |
| Глубокие | 1,7–1,9 мм |
| Очень глубокие | 2 мм и более |

МАТЕРИАЛЫ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА КАРТОФЕЛЯ НА ЕГО ПРИГОДНОСТЬ К ПРОИЗВОДСТВУ ОБЖАРЕННЫХ КАРТОФЕЛЕПРОДУКТОВ

Теоретическое введение

Картофель, используемый для переработки, должен обладать комплексом морфологических, технологических и биохимических признаков, способствующих осуществлению технологических операций и получению продуктов переработки высокого качества.

При отборе образцов картофеля для анализа берут наиболее типичные для данного сорта клубни размером 40–60 мм по наибольшему поперечному диаметру в количестве 150 шт.

Оценка пригодности к переработке проводится как непосредственно после уборки, так и в процессе хранения (через 3 и 5 месяцев хранения).

Экспериментальная часть

1. Определение морфологических показателей клубней картофеля.

Для оценки по внешним признакам из средней пробы отбирают по 10–15 клубней, с которыми проводят следующие измерения и анализы.

1.1. Форма, размер и поверхность клубней.

Форма клубней картофеля варьируется от округлой до очень длинной. Согласно рекомендациям UPOV приняты следующие обозначения (табл. 4).

Содержание отчета

- 1) цель работы;
- 2) теоретическая часть, в которой описываются признаки клубней картофеля, определяющие его пригодность к переработке на картофелепродукты;
- 3) экспериментальная часть, в которой приводятся показатели качества клубней картофеля (табл. 6).

Таблица 6

Основные показатели столовых сортов картофеля для промышленной переработки на хрустящий картофель, картофель фри

| Показатели | Хрустящий картофель | Картофель фри | Образец |
|---|---------------------|---------------|---------|
| I. Морфологические показатели | | | |
| Размер и форма клубней картофеля (индекс формы) | 1,1–1,3 | 1,7–1,9 | |
| Количество глазков, шт. | не более 6 | | |
| Глубина залегания глазков, мм | не более 1,3 | не более 1,3 | |
| II. Технологические | | | |
| Количество отходов при механической очистке, % | не более 15 | | |
| Выход готовой продукции, % | не менее 50 | | |

Наиболее пригодны для переработки клубни с глубиной залегания глазков не более 1,5 мм и количеством штук не более 6, так как они хорошо поддаются технологической обработке и дают меньше отходов.

Глубина залегания глазков определяется с помощью штангенциркуля или специальной измерительной линейкой, количество – путем подсчета количества штук.

2. Определение технологических показателей.

2.1. Количество отходов при механической очистке, %.

Отходы при механической очистке и ручной доочистке клубней определяются путем взвешивания вымытых и подсушенных клубней до очистки и после нее по формуле:

$$x = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100 \%,$$

где m – вес свежего картофеля до очистки, г;

m_1 – вес очищенного картофеля, г.

2.2. Выход готовой продукции, %.

Для приготовления хрустящего картофеля или картофеля фри вымытый и очищенный картофель нарезают на пластины толщиной 1,5–2 мм или брусочками сечением 4×4 мм соответственно. Для удаления крахмала с поверхности нарезанного картофеля его промывают холодной водой в специальной ванне. Подготовленный картофель выкладывают на решетку и помещают в предварительно разогретую до температуры 210 °С паро-конвекционную печь. Готовят картофель при температуре 190–210 °С и влажности 20 %. Продолжительность приготовления зависит от размера картофеля и желаемого колера и составляет примерно 12–15 минут. После приготовления картофель выкладывают в емкость, солят, при желании можно сбрызнуть растительным маслом для блеска.

Выход готового продукта определяют по формуле:

$$x = \frac{m_2}{m} \cdot 100 \%,$$

где m – вес свежего картофеля, г;

m_2 – вес готового продукта, г.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА СООТВЕТВИЕ СТАНДАРТАМ

Теоретическое введение

Для контроля качества колбасных и кулинарных изделий производят органолептические, химические и бактериологические исследования.

По химическим показателям готовые колбасные изделия и копчености должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 7.

Таблица 7

Химические показатели колбасных изделий

| Колбасные изделия | Содержание, % | |
|--|---------------|-------------------|
| | Влаги | Хлористого натрия |
| Колбасы вареные, ливерные, сосиски, сардельки, зельцы, паштеты, мясные хлебы | 40–75 | 1,8–3 |
| Полукопченые колбасы | 35–55 | 2,5–4,5 |
| Сырокопченые колбасы | 25–30 | 3–6 |
| Варено-копченые колбасы | 38–43 | 3–5 |
| Копчености | – | 3–6 |

Экспериментальная часть

1. Определение содержания влаги.

Методы определения содержания влаги основаны на высушивании навески продукта при определенном для каждого вида температурном режиме в сушильном шкафу или других аппаратах до постоянной массы.

Температура сушки – 180–200 °С. Измельченный продукт (20 г) помещают в тарированную алюминиевую чашку (без песка) размером 80×100×20 мм и взвешивают на теххимических весах с точностью до 0,01 г. Изогнутым шпателем навеску равномерно распределяют по дну чашки, прилипшие к шпателю куски соскабливают от внутреннего края чашки.

Чашки с навесками помещают в сушильный шкаф (мощность 500 Вт), предварительно нагретый до 220–225 °С и регулятор температуры шкафа устанавливают на 200 °С. В зависимости от содержания влаги в продукте продолжительность сушки составляет 20–30 мин. По окончании процесса высушивания чашки вынимают из шкафа, охлаждают до комнатной температуры, не помещая в эксикатор, и взвешивают на теххимических весах с точностью до 0,01 г.

Содержание влаги x (%) рассчитывают по формуле:

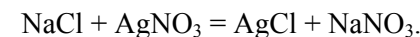
$$x = \frac{a - b}{20} \cdot 100 \%,$$

где a – масса бюксы с навеской до высушивания, г;

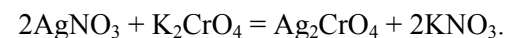
b – масса бюксы с навеской после высушивания, г.

2. Определение содержания хлористого натрия методом Мора.

Метод основан на осаждении иона хлора ионом серебра в нейтральной среде в присутствии хромата калия в качестве индикатора. При взаимодействии иона хлора с ионом серебра образуется белый осадок хлористого серебра:



Когда осаждение ионов хлора закончится, избыток азотнокислого серебра вступает во взаимодействие с индикатором, образуя хромовокислое серебро оранжево-красного цвета:



Для определения навеску – 2 г, взвешенную с точностью до 0,01 г, переносят в мерную колбу – 100 мл, смывая дистиллированной водой, выдерживают 30 мин, периодически перемешивая, доводят объем до метки и фильтруют. Затем 5–20 мл фильтрата титруют 0,05 н раствором азотнокислого серебра в присутствии 1 мл 10 %-го раствора хромовокислого калия. Содержание хлористого натрия x (%) рассчитывают по формуле:

$$x = \frac{0,0029a \cdot V \cdot K}{b \cdot c} \cdot 100 \%,$$

где a – количество 0,05 н раствора азотнокислого серебра, израсходованное на титрование, мл;

b – объем фильтрата, взятый для титрования, мл;

V – объем разведения, мл;

c – навеска продукта, г;
 K – коэффициент поправки к титру 0,05 н раствора AgNO_3 ($K = 1$);
0,0029 – количество хлористого натрия, эквивалентное 1 мл 0,05 н раствора AgNO_3 , г.

Содержание отчета

- 1) цель работы;
- 2) теоретическая часть, в которой описываются показатели качества колбасных изделий;
- 3) экспериментальная часть, в которой приводятся показатели качества колбасных изделий (табл. 8).

Таблица 8

Результаты определения качества колбасных изделий

| Название колбасного изделия | Показатели качества | Нормативный показатель | Показатели образца |
|-----------------------------|---------------------|------------------------|--------------------|
| | Содержание влаги, % | | |
| | Содержание NaCl, % | | |

ЗАДАНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЯЕМОЙ РАБОТЫ

Пользуясь учебно-методическим пособием «Технологии и техническое обеспечение производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (части 1 и 2) [13, 14], изучить рабочие процессы и технологические линии производства пищевых продуктов в соответствии с вариантом индивидуального задания и ответить на контрольные вопросы.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

В соответствии с вариантом индивидуального задания самостоятельно изучить рабочие процессы и технологические линии производства пищевых продуктов (табл. 9). После изучения заполнить таблицу 10.

Таблица 9

Варианты индивидуальных заданий

| Номер варианта | Название технологической линии |
|----------------|---|
| 1 | Технологическая линия производства сортовой муки из зерна пшеницы |
| 2 | Технологическая линия производства гречневой крупы |
| 3 | Технологическая линия производства пастеризованного молока |
| 4 | Технологическая линия производства мясных консервов |
| 5 | Технологическая линия приема, очистки и хранения зернового сырья при производстве комбикормов |
| 6 | Технологическая линия отделения пленок с овса и ячменя |
| 7 | Технологическая линия измельчения, дозирования и смешивания компонентов при производстве комбикормов |
| 8 | Технологическая линия кормовых продуктов пищевых производств |
| 9 | Технологическая линия подготовки соли, мела и другого минерального сырья при производстве комбикормов |
| 10 | Технологическая линия подготовки карбамида при производстве комбикормов |
| 11 | Технологическая линия подготовки премиксов при производстве комбикормов |
| 12 | Технологическая линия гранулирования комбикормов |
| 13 | Технологическая линия влаготепловой обработки зерна |
| 14 | Технологическая линия экструдирования и экспандирования зерна |

| Номер варианта | Название технологической линии |
|----------------|---|
| 15 | Технологическая линия ввода жидких добавок в комбикорм |
| 16 | Технологическая линия производства сушеного картофеля и овощей |
| 17 | Технологическая линия производства картофельного крахмала |
| 18 | Технологическая линия производства сахара-песка из сахарной свеклы |
| 19 | Технологическая линия производства растительного масла |
| 20 | Технологическая линия производства томатного сока |
| 21 | Технологическая линия производства солода |
| 22 | Технологическая линия производства этилового ректификованного пищевого спирта |
| 23 | Технологическая линия производства солода |
| 24 | Технологическая линия производства сухого молока |
| 25 | Технологическая линия производства водки |

Таблица 10

Моделирование технологической линии

| Название технологической операции | Цель технологической операции | Технологические режимы | Применяемое оборудование | Классификация оборудования | |
|-----------------------------------|-------------------------------|--|--------------------------|---|---|
| | | | | по выполняемым общим функциям | по характеру воздействия на обрабатываемый продукт |
| Например: сбивание сливок | Отделение масляных зерен | Время – 40–45 мин; температура – 7–14 °С в зависимости от времени года | Маслоизготовитель | Оборудование для проведения основных операций | Оборудование для проведения механических и гидромеханических процессов (для разделения жидкообразных неоднородных пищевых сред) |
| Вид технологической линии | | | | | |

ПРИМЕРЫ РАЗНОУРОВНЕВЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ

1-Й УРОВЕНЬ

Соотнести примеры технологических линий с их видами по выполняемым функциям:

1. Линии для производства пищевых продуктов путем разборки сельскохозяйственного сырья на компоненты.
2. Линии для производства пищевых продуктов путем сборки из компонентов сельскохозяйственного сырья.
3. Линии для производства пищевых продуктов путем комбинированной переработки сельскохозяйственного сырья.
 - А. Линия по производству сахара, муки, растительного масла.
 - Б. Линия по производству шоколада, сыра, творога, мороженого, рыбных консервов.
 - В. Линия по производству колбасных, хлебобулочных изделий,пельменей.
 - Г. Линия по производству колбасных изделий, сахара, творога.
 - Д. Линия по производству пельменей, комбикормов, шоколада.

2-Й УРОВЕНЬ

1. Расставить в правильной последовательности оборудование в технологической линии производства пшеничного хлеба:

- 1) расстоечный шкаф;
- 2) мукосмеситель;
- 3) хлебопекарная печь;
- 4) тестокруглитель;
- 5) автомат для упаковки;

- 6) мукопросеиватель;
- 7) тестомесильная машина;
- 8) тестоделитель.

2. Расставить в правильной последовательности технологические операции производства вареных колбас (продолжить): обвалка и жиловка мяса...

3-Й УРОВЕНЬ

Смоделировать технологическую линию производства пива:

| № п/п | Название основных технологических операций | Название применяемого технологического оборудования | Классификация технологического оборудования по следующим признакам | |
|-----------------------------------|--|---|--|--|
| | | | По выполняемым общим функциям | По характеру воздействия на обрабатываемый продукт |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| и т. д. | | | | |
| Указать вид технологической линии | | | | |

Модуль 2.
ОБОРУДОВАНИЕ И АППАРАТЫ
ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ,
ИХ УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

В результате изучения модуля студент должен:

– **знать** классификацию, устройство, принцип действия технологического оборудования; приоритетные научные проблемы и инженерные задачи развития машинных технологий пищевых продуктов;

– **уметь** проводить сравнительный анализ различных видов оборудования для переработки продукции; рассчитывать рабочие параметры технологического оборудования; находить необходимую информацию; использовать различные методы обработки учебного материала, взаимодействовать со специалистами смежных специальностей.

Одной из основных задач, стоящих перед пищевой промышленностью и пищевым машиностроением, является создание высокоэффективного технологического оборудования, которое на основе использования прогрессивной технологии значительно повышает производительность труда, сокращает негативное воздействие на окружающую среду и способствует экономии исходного сырья, топливно-энергетических и материальных ресурсов.

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЯ

СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ

Механические процессы

Дозирование – деление продукта по массе и объему.

Измельчение – процесс механического деления обрабатываемого продукта на части с целью лучшего его технологического использования.

Отливка – способ дозирования, заполнения форм массой в текучем состоянии и структурирования массы в формы.

Отсадка – процесс получения формованных изделий путем циклического выдавливания пластичной массы через профильные насадки на подвижную или неподвижную поверхность.

Очистка – удаление несъедобных или поврежденных частей продукта (кожура овощей, чешуя рыб, панцири ракообразных).

Панирование – нанесение на поверхность полуфабриката панировки (муки, сухарной крошки).

Прессование – деление продукта на две фракции: жидкую (соки) и плотную (жом, мезга).

Резка – это деление пластов пищевых масс на отдельные части в форме параллелепипеда.

Рыхление – частичное разрушение структуры соединительной ткани продуктов животного происхождения для ускорения процесса тепловой обработки.

Сортирование – разделение по определенному признаку, связанному с качеством материала.

Фарширование – наполнение фаршем специально подготовленных продуктов.

Формование – технологический процесс придания перерабатываемому продукту определенной формы.

Шпигование – введение овощей или других продуктов, предусмотренных рецептурой, в специальные надрезы в кусках мяса, тушках птицы, дичи, рыбы.

Штамповка – способ сдавливания в замкнутом объеме пластичной массы, способной после штампования сохранять полученную форму.

Экструзия – технологический процесс выдавливания жгутов перерабатываемой массы через формирующие отверстия матрицы.

Гидромеханические процессы

Гомогенизация – способ измельчения, при котором дробление частиц или капель и равномерное их распределение в среде происходят одновременно.

Обратный осмос – прохождение воды или других растворителей через полупроницаемую мембрану из более концентрированного в менее концентрированный раствор в результате воздействия давления, превышающего разницу осмотических давлений обоих растворов. При этом мембрана пропускает растворитель, но не пропускает некоторые растворенные в нем вещества.

Отстаивание – процесс разделения неоднородных жидких смесей на фракции, различающиеся по плотности, в поле гравитационных сил.

Сепарирование – процесс разделения неоднородных жидких смесей на фракции, различающиеся по плотности, в поле действия центробежных сил.

Ультрафильтрация – это процесс разделения, фракционирования и концентрирования растворов с помощью полупроницаемых мембран.

Фильтрация – процесс отделения осадка от суспензий при помощи пористых, фильтрующих перегородок, которые задерживают осадок и пропускают осветленную жидкость.

Флотация – процесс разделения смесей, состоящих из твердых частиц различной удельной массы.

Центрифугирование – разделение неоднородных суспензий на фракции в поле центробежных сил.

Тепловые (термические) процессы

Выпаривание – процесс увеличения концентрации растворенных веществ за счет превращения в пар части растворителя.

Выпечка – нестационарный процесс теплообмена с изменением агрегатного и коллоидного состояния материала, сопровождающийся перемещением и испарением влаги.

Замораживание – процесс понижения температуры ниже криоскопической на 10–30 °С, сопровождаемый переходом почти всего количества содержащейся воды в лед.

Запекание – объемная тепловая обработка мясного сырья с целью придания готовому изделию лучшего вкуса, аромата и более нежной консистенции.

Конденсация – превращение в жидкость пара или газа.

Обжарка – процесс тепловой обработки продуктов при температуре 120–160 °С с использованием промежуточного теплоносителя (растительного или животного жира), контактирующего с сырьем.

Охлаждение – процесс понижения температуры пищевых производств ниже криоскопической с целью задержания биохимических процессов и деятельности микроорганизмов.

Пастеризация – нагревание продукта до температуры 100 °С для неполного уничтожения микроорганизмов.

Стерилизация – нагревание продукта при температуре 100 °С и выше для полного уничтожения микроорганизмов и спор.

Шпарка и опаливание – поверхностная тепловая обработка сырья и мясoproдуктов в целях их подготовки к дальнейшей переработке.

Массообменные процессы

Абсорбция – процесс поглощения газов или паров жидкостью.

Адсорбция – процесс поглощения одного или нескольких компонентов из смеси газов, паров или жидких растворов поверхностью твердого вещества – адсорбента.

Высокочастотная сушка (диэлектрическим нагревом) – в этом случае источником теплоты является поле электрического тока высокой (ТВЧ) и сверхвысокой (СВЧ) частоты.

Диффузия – процесс массопередачи, связанный с переносом вещества из области с большей концентрацией в область с меньшей.

Конвективная сушка (в потоке нагретого газа) – в качестве сушильного агента применяют нагретый воздух, топочный газ или перегретый пар.

Кристаллизация – выделение твердого вещества из раствора или расплава.

Растворение – переход твердой фазы в жидкую.

Ректификация – процесс разделения жидких летучих смесей на компоненты или группы компонентов (фракции) путем многократного двустороннего тепло- и массообмена между противоточно движущимися паровым и жидкостным потоками.

Сушка – удаление влаги из материала (продуктов, изделий), связанное с затратами теплоты, при их подготовке к переработке, использованию или хранению; фазовое превращение воды в пар.

Сушка контактная (при соприкосновении с нагретой поверхностью) – способ основан на передаче теплоты материалу при соприкосновении с горячей поверхностью.

Сушка радиационная (ИК-излучением) – для сушки растительных пищевых материалов применяют коротковолновые инфракрасные лучи (ИКЛ).

Сушка сублимационная (в вакууме) – основана на удалении влаги из замороженных продуктов путем испарения (сублимации) льда, т. е. лед, минуя жидкую фазу, превращается в пар.

Экстракция – процесс избирательного извлечения одного или нескольких растворимых компонентов из растворов или твердых тел с помощью растворителя – экстрагента.

Химические, биохимические, микробиологические процессы

Маринование – химическая обработка, которая заключается в выдерживании продуктов в растворах пищевых кислот с целью придания готовым изделиям определенного вкуса, аромата и консистенции.

Спиртовое и молочнокислое брожение – использование дрожжей и молочнокислых бактерий при изготовлении дрожжевого теста, квасов.

Сульфитация – химическая обработка продукта сернистым ангидридом или растворами солей сернистой кислоты с целью предотвращения потемнения.

Ферментирование мяса – использование протеолитических ферментов (гидролизующий белок), размягчающих соединитель-

ную ткань мяса в процессе его нагревания. Ферментные препараты, действующие на белково-углеводный комплекс, довольно широко используются при приготовлении изделий из теста. С их помощью можно приготовить разные виды теста из одной и той же муки.

Фиксация рыбных полуфабрикатов – выдерживание их в охлажденном солевом растворе для снижения потерь сока при хранении и транспортировании.

Химическое разрыхление теста – использование гидрокарбоната натрия, карбоната аммония и специальных пекарских порошков для придания тесту мелкопористой структуры.

ЛЕКЦИЯ 1. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ, ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ, ТЕПЛОМАССОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

План лекции

1. Классификация оборудования для ведения механических и гидромеханических процессов.
2. Классификация оборудования для ведения тепломассообменных процессов.

1. Классификация оборудования для ведения механических и гидромеханических процессов (приложение 1)

Механические процессы в машинах и аппаратах пищевых производств основаны на законах механики твердого тела и реологических закономерностях деформирования пищевых сред. В зависимости от технологических свойств исходного сельскохозяйственного сырья можно различить следующие механические процессы: очистки от примесей, сепарирования и сортирования, очистки растительного и животного сырья от наружного покрова, измельчения пищевого сырья, сортирования и обогащения сыпучих продуктов, смешивания и формования высоковязких и сыпучих пищевых сред.

Гидромеханические процессы преобразования сырья в продукт имеют в своей основе законы механики твердого тела и законы гидравлики. К ним относятся процессы в оборудовании для мойки сырья и тары, разделения жидкообразных неоднородных пищевых сред, смешивания жидких пищевых сред.

1.1. Оборудование для мойки сельскохозяйственного сырья и тары (приложение 2)

Мойка – процесс удаления с поверхности сырья остатков земли, песка, посторонних тяжелых и легких примесей (камней, листьев, веток, соломы и др.) проточной или оборотной водопроводной водой.

Для подавления жизнедеятельности микроорганизмов, входящих, как правило, в состав загрязнений, тара перед заполнением консервируемым продуктом подвергается дезинфекции. Дезинфек-

цию отмытых поверхностей проводят осветленным раствором с массовой долей хлорной извести 5 % или раствором с массовой долей гидроксида натрия 0,5 % или хлорамином.

Для мойки используются следующие средства: анионо- и катионоактивные, амфолитные и неионогенные. Моющий раствор должен обеспечить смачивание поверхностей, диспергирование загрязнений (набухание, пептизация и дробление белковых веществ, омыление жиров) и стабилизацию отделившихся от поверхности загрязнений в моющем растворе.

Чистота отмываемых поверхностей определяется по отсутствию следов загрязнений, моющих средств и по количеству микроорганизмов на отмытом сырье.

К моечным машинам предъявляются следующие требования: высокая степень чистоты отмываемых объектов, исключение порчи сырья или боя и деформации тары, минимальный расход воды и энергии, простота изготовления и обслуживания, высокая эксплуатационная надежность, малые габариты и масса.

1.2. Оборудование для очистки и сепарирования сыпучего сельскохозяйственного сырья (приложение 3)

Очистка – процесс отделения посторонних примесей от исходного сыпучего материала.

Сепарирование – процесс разделения сыпучих материалов на фракции, различающиеся физическими и геометрическими размерами.

Для разделения сыпучих материалов на фракции используют следующие признаки: плотность частиц, линейные размеры, аэродинамические и ферромагнитные свойства, состояние поверхности и др.

Для проведения процессов очистки и сепарирования сыпучего сельскохозяйственного сырья в промышленности в основном применяются машины с подвижными ситами.

Процесс сепарирования движущегося сыпучего продукта состоит из двух одновременно происходящих стадий. На первой стадии (самосортирование) частицы, имеющие меньшие размеры, большую плотность, меньшее значение коэффициента внутреннего трения и удобную обтекаемую форму, перемещаются из верхних слоев в нижние и достигают поверхности сита. Вторая стадия (собственно просеивание частиц) происходит при относительном движении их по ситам.

Часть сыпучего продукта, имеющая размеры меньше ячеек сита и проходящая через ситовую поверхность, называется *проходом*.

Частицы продукта, которые не проходят по размерам сквозь отверстия сита и ссыпаются с него через край, образуют *сход*.

Ситовой корпус подвешивается к машине с помощью плоских стальных пластин и приводится в колебательное движение посредством кривошипно-шатунного механизма.

Основным рабочим органом зерноочистительных сепараторов и сортирующих машин являются сита. Применяемые сита по способу изготовления классифицируются на штампованные из металлических листов (иногда их еще называют решетками) и тканые металлические и полимерные сетки.

Штампованные сита изготавливаются из оцинкованной или отожженной листовой стали, а тканые – из стальной низкоуглеродистой термически обработанной проволоки простого или саржевого переплетения, а также из шелковых или капроновых нитей.

Размеры отверстий и частота их расположения на сите влияют на производительность сита.

1.3. Оборудование для инспекции, калибрования и сортирования штучного сельскохозяйственного сырья (приложение 4)

Инспекция – удаление загнивших и поврежденных плодов и овощей, а также посторонних примесей и предметов.

Калибрование – разделение продукта на группы с приблизительно одинаковыми размерами по форме и массе.

Сортирование – разделение продукта на группы приблизительно одинакового качества и степени зрелости.

Эти машины предназначены для разделения плодов и овощей на партии приблизительно одинакового гранулометрического состава, что позволяет обеспечить равномерное и качественное протекание последующих стадий обработки пищевого сырья. В основу инспекции, калибрования и сортирования штучного сельскохозяйственного сырья положено различие его технологических свойств. Вышеуказанные факторы определяют классификацию оборудования, которая представлена в приложении 4. Выбор конкретного типа машины зависит от сортируемого сырья и технологической задачи.

1.4. Оборудование для разборки растительного и животного сырья (приложение 5)

Разборка – процесс разделения малоценных в пищевом отношении частей растительного и животного сырья на составные части.

Разборка связана с очисткой сырья от наружного покрова (плодовой оболочки, кожуры корнеплодов, кожи животных, пера птицы и т. п.), удалением несъедобных и малоценных в пищевом отношении частей (скелетных структур, косточек плодов, крови, костей и сухожилий животных и т. п.), а также с извлечением полезных компонентов (сока, сахара, жира и т. п.).

Для очистки пищевого сырья растительного и животного происхождения применяются следующие способы очистки: физический (термический), пароводотермический, механический, химический, комбинированный, обжиг воздухом (приложение 6).

Физический (термический) способ очистки. Сущность парового способа очистки овощей и картофеля заключается в кратковременной обработке (картофеля в течение 60–70 с, моркови в течение 40–50 с, свеклы в течение 90 с и т. д.) паром с температурой 140–180 °С под давлением 0,3–0,5 МПа для проваривания поверхностного слоя ткани с последующим резким снижением давления.

В результате обработки паром кожица и тонкий поверхностный слой мякоти (1–2 мм) сырья прогреваются, под действием перепада давления кожица вспучивается, лопается и легко отделяется от мякоти. Затем овощи поступают в моечно-очистительную машину, где в результате трения клубней между собой и гидравлического действия струй воды под давлением 0,2 МПа кожица смывается и удаляется.

Пароводотермический способ очистки предусматривает гидротермическую обработку (водой и паром) овощей и картофеля. В результате гидротермической обработки ослабляются связи между клетками кожицы и мякоти и создаются условия для механического отделения кожицы.

Пароводотермическая обработка сырья состоит из следующих стадий:

– тепловая обработка сырья паром в четыре этапа: 1) нагревание; 2) бланширование; 3) предварительная доводка; 4) окончательная доводка;

– водяная обработка осуществляется частично в автоклаве за счет образующегося конденсата и в основном в термостате в течение 5–15 мин в зависимости от размеров сырья и вида моечно-очистительной машины;

– механическая обработка проводится в моечно-очистительной машине за счет трения клубней между собой;

– охлаждение под душем после обработки в моечно-очистительной машине.

Механический способ очистки заключается в удалении кожицы продуктов животного и растительного происхождения путем стирания ее шероховатыми (абразивными) поверхностями, а также в удалении несъедобных или поврежденных тканей и органов овощей и фруктов, извлечении семенных камер или косточек у фруктов, срезании донца и шейки у лука, удалении листовой части и тонких корешков у корнеплодов ножами, высверливании кочерыжки у капусты. Очистка методом истирания кожицы проводится при непрерывной подаче воды для смывания и удаления отходов.

В качестве рабочих органов используются абразивные поверхности, рифленые резиновые ролики.

Химический способ очистки заключается в том, что овощи, картофель и некоторые фрукты и ягоды (слива, виноград) обрабатываются нагретыми растворами щелочей, преимущественно растворами едкого натра (каустической соды), реже – едкого кали или негашеной извести. В процессе обработки протопектин кожуры подвергается расщеплению, связь кожицы с клетками мякоти нарушается и она легко отделяется и смывается водой в щеточных, роторных или барабанных моечных машинах в течение 2–4 мин водой под давлением 0,6–0,8 МПа.

Оборудование для проведения щелочной обработки выполняется в виде специальной ванны с перфорированным вращающимся барабаном или с барабаном с вращающимся шнеком.

Комбинированный способ очистки предусматривает сочетание двух и более факторов, воздействующих на обрабатываемое сырье (пара и щелочного раствора, щелочного раствора и механической очистки, щелочного раствора и инфракрасного нагрева и др.).

Обжиг воздухом производится при температуре 800–1300 °С в течение 8–10 с, в подкожном слое картофеля влага почти мгновенно превращается в пар, который и отделяет кожицу от мякоти клубня и разрывает ее. Обжиг ведется во вращающихся футерованных барабанах, обогреваемых продуктами сгорания природного газа или жидкого топлива. Он может быть осуществлен в печах с электронагревом при перемещении продукта в лотках цепным транспортером.

Снятие шкур и перьевого покрова с туш. Отделение шкуры возможно механическим, тепловым, химическим или комбинированными способами. На предприятиях мясной промышленности наи-

большее распространение получили машины для механического отделения шкуры. В зависимости от вида туш их подразделяют на установки для крупного и мелкого рогатого скота и для свиных туш.

Съем ведут в определенной последовательности. Сначала шкуру снимают с лопаток, шеи, грудной клетки, боков и частично со спины со скоростью 8–10 м/мин, а затем отделяют остальную часть шкуры, чтобы исключить ее загрязнение в процессе съема. При отвесной фиксации угол наклона туши к горизонту принимают 70°. Съем шкур с мелкого рогатого скота осуществляют в той же последовательности, что и для крупного рогатого скота. Съем шкур свиной проводят с использованием электрического тельфера или лебедки.

Принцип работы большинства машин и автоматов, снимающих оперение с тушек птицы, основан на использовании силы трения резиновых рабочих органов по оперению. При этом необходимо, чтобы сила трения, возникающая при соприкосновении поверхности рабочего органа с оперением, превышала силу сцепления оперения с кожей тушки.

1.5. Оборудование для измельчения пищевых сред (приложение 7)

Измельчение – процесс механического воздействия на продукт рабочими органами, который приводит к преодолению сил взаимного сцепления и увеличению поверхности твердых материалов.

В пищевой промышленности измельчение применяют для увеличения поверхности твердых материалов с целью повышения скорости биохимических и диффузионных процессов при переработке фруктов, овощей и т. д., а также в процессах переработки пищевых отходов.

Процессы измельчения условно подразделяют на дробление (крупное, среднее и мелкое) и измельчение (тонкое и сверхтонкое).

Измельчение материалов осуществляют путем раздавливания (рис. 12а), раскалывания (рис. 12б), истирания (рис. 12в) и удара (рис. 12г).

В большинстве случаев эти виды воздействия на материал используют комбинированно; при этом обычно основное значение имеет один из них, что обусловлено конструкцией машины, применяемой для измельчения.

В зависимости от физико-механических свойств и размеров измельчаемого материала выбирают тот или иной вид воздействия.

Так, дробление твердых и хрупких материалов производят раздавливанием, раскалыванием и ударом, твердых и вязких – раздавливанием и истиранием.

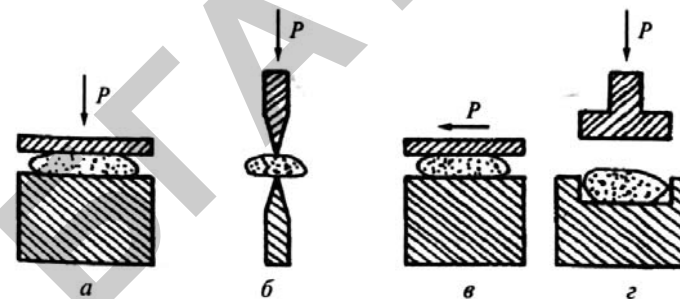


Рис. 12. Способы измельчения продуктов:

а – раздавливанием; б – раскалыванием; в – истиранием; г – ударом

1.6. Оборудование для сортирования и обогащения сыпучих продуктов измельчения пищевых сред (приложение 8)

Сортирование сыпучих продуктов – процесс разделения на ситах и триерах неоднородных сыпучих продуктов на фракции, различающиеся по размерам и форме.

Процесс сортирования и обогащения сыпучих продуктов измельчения пищевых сред осуществляется в отсевах ситовых машин, виброцентрифугалов, энтолейторов, деташеров и дробильно-сортировочных машин и т. д.

Общим для этого вида оборудования является использование в качестве основного рабочего органа перфорированных поверхностей – сит.

В результате поэтапного измельчения зерна образуется смесь частиц, различных по размерам, форме и плотности. Промежуточные продукты размолта зерна по размерам сортируются в отсевах. Основная часть отсева – ситовые корпуса, состоящие из уложенных друг на друга деревянных рам с натянутыми горизонтальными ситами.

Ситовые корпуса совершают круговое поступательное движение в горизонтальной плоскости. Продукты измельчения, перемещаясь по ситам отсева, переходят сверху вниз с рамы на раму и постепенно просеиваются, разделяясь на несколько фракций, отличающихся крупностью частиц.

1.7. Оборудование для разделения жидкообразных неоднородных пищевых сред

Жидкообразная неоднородная пищевая среда представляет собой мутную полидисперсную систему, состоящую из грубых и мелкодисперсных частиц, коллоидных веществ. Для ее осветления применяют отстаивание, фильтрование, центрифугирование и сепарирование.

Мембранные процессы классифицируются по среднему размеру пор на обычную **фильтрацию**, **микрофильтрацию**, **ультрафильтрацию** и **обратный осмос**.

К процессам обычного **фильтрования** принято относить гидромеханические процессы, не осложненные физико-химическими явлениями. Такие процессы проходят на фильтрующих перегородках с диаметром пор от 1 мкм. Промежуточное положение между обычной фильтрацией и мембранными процессами занимает **микрофильтрация**. Поры микрофильтрационных мембран имеют средний размер от 0,1 до 10 мкм.

Процессы **ультрафильтрации** выполняют на мембранах со средним диаметром пор от 0,01 до 0,1 мкм, называемых ультрафильтрационными мембранами. В процессе ультрафильтрации из исходной смеси отделяют самые мелкие бактерии и сферические вирусы, крупные белковые молекулы и т. п. Эти процессы используют для стерилизации жидких сред.

При ультрафильтрации исходный раствор разделяется на два принципиально новых продукта: низкомолекулярный (фильтрат) и высокомолекулярный. Фильтрат проходит сквозь мембрану и удаляется через дренажную систему, а высокомолекулярный продукт концентрируется. Ультрафильтрация позволяет выделять молочные белки из вторичных продуктов молочной промышленности и ценные вещества других пищевых растворов, получать дополнительные резервы производства продуктов питания. Например, выход фруктовых соков из исходного продукта при ультрафильтрации увеличивается до 95–99 %.

Мембраны для процессов **обратного осмоса** имеют поры, средний диаметр которых не превышает 0,001 мкм. Разделение методами обратного осмоса и ультрафильтрации принципиально отличается от обычного фильтрования. При обратном осмосе и ультрафильтрации образуются два раствора: концентрированный и разбавленный, в то время как при фильтровании осадок откладывается на фильтровальной перегородке.

В пищевой промышленности обратный осмос применяют при подготовке технологической воды, при концентрировании термолabileльных растворов, в том числе фруктовых и овощных соков.

Классификации центрифуг и сепараторов приведены в приложениях 9 и 10 соответственно.

1.8. Оборудование для смешивания пищевых сред (приложение 11)

В различных отраслях пищевой промышленности возникает необходимость в перемешивании жидких продуктов: для смешивания двух или нескольких жидкостей, сохранения определенного технологического состояния эмульсий и суспензий, растворения или равномерного распределения твердых продуктов в жидкости, интенсификации тепловых процессов или химических реакций, получения или поддержания определенной температуры или консистенции жидкостей и т. д.

Смешивание – механический процесс равномерного распределения частиц отдельных компонентов во всем объеме смеси под действием внешних сил.

Оборудование для смешивания предназначено для получения однородных смесей двух или нескольких компонентов, обеспечения однородной консистенции при хранении, а также ускорения тепло- и массообмена в процессе производства продуктов.

Смешивание осуществляется сжатым воздухом или паром; во вращающемся резервуаре смесителя; быстро вращающимися рабочими органами (лопасти, винты, ножи, шнеки); пропусканием массы под давлением через сопла и щели; ультразвуком или гидродинамическим эффектом и др.

Для смесителя конфигурацию и форму лопастей выбирают, учитывая состояние перемешиваемой массы, ее объем, толщину слоя, производительность, соотношение смешиваемых компонентов, степень однородности, способ загрузки и выгрузки продукта, требования технологии.

Однородной считается смесь, в которой содержание компонентов в любом ее объеме не отличается от заданного содержания для всей смеси.

На эффективность смешивания влияют плотность исходных компонентов, гранулометрический состав (форма, размеры, дисперсионное распределение по степени крупности для неоднородных компонентов) частиц компонентов смеси, влажность компонентов, состояние поверхности частиц, силы трения и адгезии поверхностей частиц и т. д.

1.9. Оборудование для формования пищевых сред (приложение 12)

Для переработки пластичного полуфабриката в готовые изделия определенной формы и размера используются следующие виды формования: **отсадка, штамповка, отливка, резка, прессование, экструдирование** и др. (приложение 13).

Различают следующие виды **экструзии**:

1. **Холодная экструзия** – происходят только механические изменения в материале вследствие медленного его перемещения под давлением и формование этого продукта с образованием заданных форм.

2. **Теплая экструзия** – наряду с механическим осуществляется тепловое воздействие на обрабатываемый продукт, причем продукт подогревается извне.

3. **Горячая экструзия** – процесс проводится при высоких скоростях и давлениях, значительном переходе механической энергии в тепловую, что приводит к различным по глубине изменениям в качественных показателях продукта.

Свойства перерабатываемых пищевых масс и требуемая форма готовых изделий определяют как способ формования, так и тип формирующего оборудования.

2. Классификация оборудования для ведения тепломассообменных процессов (приложение 14)

В **теплообменных процессах** тепловой поток направлен от тела с более высокой температурой к телу, температура которого ниже. В зависимости от характера изменения состояния объектов тепловой обработки различают следующие виды теплообменных процессов: **нагревание и охлаждение, испарение и выпаривание, сублимацию и конденсацию, замораживание и размораживание**.

Массообменные процессы основаны на избирательном обмене отдельными компонентами между фазами многокомпонентных систем через поверхности контакта фаз. Переход распределяемого компонента через поверхность контакта в другую фазу определяется законами молекулярного, конвективного и турбулентного переноса. К массообменным процессам относятся: **экстракция, кристаллизация, абсорбция, адсорбция** и др.

Тепломассообменные процессы – совмещенные процессы переноса теплоты и массы в капиллярно-пористых телах. Они протекают с изменением физического состояния распределяемого

компонента и сопровождаются затратой и высвобождением значительного количества теплоты фазового перехода. К тепломассообменным процессам относятся: **сушка, варка, ректификация, обжарка, выпечка** и др.

2.1. Аппараты для темперирования и повышения концентрации пищевых сред (приложение 15)

Темперирование и повышение концентрации пищевых сред осуществляется погружением в жидкую среду (вода, растительное масло и др.); воздействием пара, воздуха, паровоздушной и пароводяной смесей; инфракрасным излучением и др. Среда, передающая теплоту, является теплоносителем. Передача теплоты продукту может быть осуществлена прямым контактом или через теплопередающую стенку. В общем случае передача теплоты осуществляется теплопроводностью, конвекцией и тепловым излучением.

Среди большого разнообразия аппаратов для темперирования и повышения концентрации пищевых сред можно выделить следующие виды: аппараты для нагревания, уваривания и варки; выпарные аппараты и установки; развариватели крахмалосодержащего сырья, фруктов и овощей; заторные и сушварочные аппараты; ошпариватели и бланширователи для фруктов и овощей; автоклавы, пастеризаторы и стерилизаторы.

Тепломассообменное оборудование по способу передачи теплоты можно разделить на аппараты **смешения** и **поверхностные**. В аппаратах **смешения** продукт вступает во взаимодействие с теплоносителем и нагревается. В **поверхностных** аппаратах тепло передается через стенку аппарата (рекуперативные теплообменники) или через насадку аппарата (регенеративные теплообменники).

В производстве пищевых продуктов в качестве теплоносителя используется преимущественно водяной насыщенный пар, что обусловлено удобством его транспортирования, легкостью регулирования количества и температуры, большой теплотой конденсации, невысокой стоимостью.

2.2. Аппараты для сушки пищевых сред (приложение 16)

Процесс удаления влаги сопровождается нарушением ее связи со «скелетом» продукта, на что затрачивается энергия. По величине энергии таких связей различают: химически связанную влагу (не удаляется из влажных тел при нагревании до 100–120 °С); физико-химически связанную влагу (удерживается на внутренней поверхности

сти пор материала адсорбционными силами) и физико-механически связанную влагу (находится в крупных капиллярах, на наружной поверхности продукта и удерживается капиллярным давлением).

Характер и энергия связи влаги с продуктом определяют общее ее количество, которое способно удерживаться тем или иным веществом при равновесии его с окружающей средой. Величина равновесного влагосодержания тем выше, чем больше влаги содержится в окружающем воздухе и чем ниже его температура.

Существующие принципы обезвоживания обеспечивают удаление влаги без изменения агрегатного состояния (прессование, центрифугирование, сепарирование, фильтрация и др.), с изменением агрегатного состояния (выпаривание, конденсация, сублимация, тепловая сушка и др.), а также комбинированным способом (вакуум-сублимационная сушка, с использованием перегретого пара, со сбросом давления, ИК- и ВЧ-нагрев и др.).

По способу подвода теплоты к продукту различают: **конвективную сушку** (непосредственное соприкосновение продукта с сушильным агентом), **кондуктивную сушку** (передача теплоты от теплоносителя к продукту через разделяющую перегородку), **вакуум-сублимационную сушку** (испарение влаги из замороженного продукта при глубоком вакууме), **диэлектрическую сушку** (нагревание сырья в электромагнитном поле) и др.

2.3. Аппараты для выпечки и обжарки пищевых сред (приложение 17)

В пекарной камере происходят все виды передачи теплоты к тестовым заготовкам (излучение, конвекция и теплопроводность). Под воздействием теплоты и влаги в тесте протекают взаимосвязанные между собой физические, биохимические, микробиологические и коллоидные процессы.

При обжаривании удаляется главным образом свободная влага, выделившаяся из клеток после их плазмолиза под действием высокой температуры.

2.4. Аппараты для охлаждения и замораживания пищевых сред (приложение 18)

Процесс охлаждения пищевых продуктов условно рассматривается как отвод теплоты от тела, в котором отсутствуют внутренние источники теплоты. По принципу переноса теплоты способы охлаждения подразделяются на три группы:

– путем конвекции (охлаждение продуктов, упакованных в непроницаемые искусственные или естественные оболочки, в воздухе, а также в жидких средах);

– в результате фазовых превращений (интенсивное испарение части содержащейся в продукте воды при его вакуумировании);

– смешанным теплообменом (передача теплоты осуществляется конвекцией, радиацией и за счет теплообмена при испарении влаги с поверхности продукта).

Способы замораживания (контактные и бесконтактные) подразделяются на три группы:

– замораживание в кипящем хладагенте;

– замораживание в жидкостях как промежуточных хладоносителей;

– замораживание в воздухе как промежуточном хладоносителе.

В основу классификации аппаратов для охлаждения и замораживания пищевых сред положены следующие признаки: назначение цикла холодильной установки, способы получения холода, число ступеней охлаждения, вид и число рабочих веществ, температурный уровень охлаждения, полезная холодопроизводительность и др.

2.5. Аппараты для проведения процессов диффузии и экстракции пищевых сред (приложение 19)

Процесс извлечения растворимых веществ из клеток свеклы обусловлен двумя стадиями – диффузией вещества в ткани данного сырья и массоотдачей частиц с поверхности к экстрагенту. Для **диффузии** сахара из стружки в диффузионном аппарате должна поддерживаться разница между концентрациями сахара в стружке и диффузионном соке, что достигается при их встречном движении.

Процесс **экстракции** с применением растворителя обеспечивает практически полное извлечение продукта из соответствующего сырья. При этом извлекаемый компонент диффундирует изнутри частицы материала к ее поверхности (молекулярная диффузия), а затем от поверхности частицы через пограничный слой – в экстрагент (конвективная диффузия).

Аппараты, в которых осуществляется диффузия сахаров из свекловичной стружки при помощи экстрагирующей жидкости, называют **диффузионными**. Процесс извлечения сахара из свекловичной стружки осуществляют в колонных вертикальных аппаратах типа КДА с выносным ошпаривателем, в наклонных двухшнековых типа ДДС и ПДС, а также в горизонтальных ротационных аппаратах типа РДА.

Процесс экстракции растительных масел ведут либо способом погружения экстрагируемого материала в противоточно движущийся растворитель (вертикальные шнековые экстракторы типа НД-1250), либо способом ступенчатого орошения растворителем противоточно перемещающегося обрабатываемого материала (ленточные экстракторы типа МЭЗ и роторные карусельные экстракторы).

2.6. Оборудование для процесса ректификации спирта (приложение 20)

Ректификация – процесс разделения жидких летучих смесей на компоненты или группы компонентов (фракции) путем многократного двустороннего тепло-и массообмена между противоточно движущимися паровым и жидкостным потоками.

Необходимое условие процесса ректификации – различная летучесть (упругость пара) отдельных компонентов. При взаимодействии противоточно движущихся потоков в процессе ректификации происходит диффузия легколетучего компонента из жидкости в пар и труднолетучего компонента из пара в жидкость. Способ контактирования потоков может быть ступенчатым (в тарельчатых колоннах) или непрерывным (в насадочных колоннах).

Ректификационные установки могут быть разделены на следующие группы:

- **брагоперегонные установки** (для получения из бражки спирта-сырца);
- **ректификационные установки** (для получения спирта-ректификата из спирта-сырца) периодического и непрерывного действия;
- **брагоректификационные установки** непрерывного действия;
- **установки для получения абсолютного спирта** (из бражки или спирта-ректификата).

ЛЕКЦИЯ 2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, УПАКОВЫВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

План лекции

1. Характеристика и классификация оборудования для ведения биотехнологических процессов.
2. Характеристика и классификация оборудования для упаковки пищевой продукции.

1. Характеристика и классификация оборудования для ведения биотехнологических процессов (приложение 21)

Биотехнологические процессы основаны на законах биохимии и биофизики. Такие процессы возникают при определенных условиях, обеспечивающих необходимые соотношения между энергией активации и энергией теплового движения молекул или их отдельных звеньев, которая вызывает разрыв связей, существующих между отдельными звеньями молекул, и их переориентацию. В зависимости от видов воздействий биотехнологические процессы можно разделить на биохимические и микробиологические.

Биохимические процессы основаны на использовании биологических катализаторов (ферментов), в присутствии которых возникают биохимические превращения биологических материалов (коагуляция белков, гидролиз углеводов и др.). Ферменты вводят в биологические материалы при помощи гидромеханических процессов, или они могут быть естественными компонентами биологического сырья.

Микробиологические процессы основаны на необратимых биокаталитических превращениях биологических материалов за счет ферментов, вырабатываемых микроорганизмами. Жизнедеятельность микроорганизмов протекает в средах, содержащих питательные вещества.

1.1. Оборудование для ведения процессов ферментации (приложение 22)

Ферментация – процесс, основанный на использовании биологических катализаторов (ферментов) и предназначенный для изменения состава компонентов и свойств биологических материалов.

Солодоращение – процесс искусственного проращивания зерна с целью накопления в нем максимального количества активных ферментов и растворения части крахмала и других веществ.

В основу классификации оборудования для солодоращения и получения ферментных препаратов положены признаки, характеризующие различные физиологические, биохимические, ферментативные, микробиологические и другие процессы, в соответствии с которыми оборудование можно разделить на следующие группы:

– оборудование для проведения физиологических и биохимических процессов, к которому можно отнести солодорастильные установки для производства ячменного, рисового и других видов солода в пивоварении, квасном и спиртовом производствах;

– оборудование для проведения микробиологических процессов, к которому относятся дрожжевые и дрожжерастительные аппараты для производства спиртовых и хлебопекарных дрожжей;

– оборудование для проведения ферментных процессов, к которому можно отнести ферментаторы и биореакторы для производства биологических материалов.

1.2. Оборудование для брожения пищевых сред (приложение 23)

Спиртовое брожение – процесс превращения углеводов в результате культивирования дрожжей в этанол и диоксид углерода. В производстве пива, спирта, вина, кваса, дрожжевого теста под действием ферментов дрожжей происходит превращение сахара в спирт и углекислый газ.

Молочнокислое брожение является основным процессом в консервировании овощей и плодов, в изготовлении заквасок, сыра и кисломолочных продуктов, а также в производстве ржаного хлеба. В основе молочнокислого брожения лежат процессы глубокого распада молочного сахара под действием микроорганизмов.

1.3. Оборудование для соления и посола пищевых сред (приложение 24)

Соление плодоовощной продукции – биологический способ консервирования огурцов, томатов и других овощей за счет ферментирования сахаров сырья под действием микроорганизмов.

Посол мяса – процесс придания стойкости продукту при хранении в отсутствие искусственных способов охлаждения, замораживания и других методов консервирования. Использование наряду с хлоридом натрия при посоле нитритов и других посолочных

ингредиентов способствует стабилизации окраски мяса, придает продукту специфический вкус и аромат. При посоле мышечная ткань набухает, увеличивается в объеме, повышается влагосвязывающая способность, изменяется концентрация водородных ионов в кислую сторону.

Посол рыбы – способ консервирования рыбы при помощи поваренной соли с целью предохранения ее от разложения гнилостными бактериями, а также прекращения или замедления самопереваривания (действие ферментов). Посол рыбы состоит из двух процессов: проникновения соли в ткани рыбы (просаливание) и биохимических изменений в тканях, связанных с ферментативными и частично микробиологическими процессами.

1.4. Оборудование для созревания пищевых сред (приложения 25, 26)

Созревание мяса – совокупность автолитических превращений биохимических веществ, результатом чего являются положительные изменения свойств сырья: формируются нежная консистенция, сочность, специфические аромат и вкус. Такие изменения наступают после разрешения мышечного окоченения под действием гидролитических ферментов и других физико-химических факторов.

Созревание молока заключается в его выдержке при температуре 8–12 °С в течение 10–14 ч после очистки на молокоочистителях или фильтрацией. В результате развития микрофлоры во время созревания изменяются физико-химические свойства молока, увеличивается содержание полипептидов, снижается окислительно-восстановительный потенциал, возрастает кислотность молока на 1–2 °Т, часть солей кальция переходит в растворимое состояние, увеличиваются размеры казеиновых мицелл под действием свободных ионов кальция.

Созревание сливок – выдерживание в течение определенного времени сливок, охлажденных до температуры ниже точки отвердевания молочного жира. Режимы созревания сливок подбирают таким образом, чтобы получить 30–35 % жира в отвердевшем состоянии. В зависимости от массовой доли влаги в масле сливки охлаждают до 4–12 °С и выдерживают 5–12 ч.

Созревание пива – процесс сбраживания дрожжами содержащегося в сусле сахара в этанол и углекислоту, где в процессе метаболизма дрожжей возникают побочные продукты, которые наряду с составными частями хмеля в значительной мере определяют вкус и аромат пива. Процессы, протекающие при брожении и созревании, рассматриваются как единое целое.

1.5. Оборудование для копчения пищевых сред (приложение 27)

Копчение мяса – обработка мясопродуктов пропитыванием коптильными веществами. Продукт при копчении претерпевает изменения, связанные не только с воздействием коптильных веществ, но и с температурным режимом и продолжительностью обработки. Мясопродукты коптят при разных режимах: 18–20 °С (холодное копчение), 35–50 °С (горячее копчение), 72–120 °С (запекание в дыму). Для получения дыма используются следующие породы древесины (в порядке убывающей технологической ценности): бук, дуб, береза, тополь, ольха, осина.

Копчение рыбы – обработка предварительно подсолённых рыбопродуктов органическими компонентами, образующимися при неполном сгорании (пиролизе) древесины. Для копчения рыбы обычно используют древесный дым (дымовое копчение) или коптильный препарат (бездымное копчение). В результате продукт приобретает специфические цвет, аромат и вкус, а при холодном копчении (при температуре паровоздушной смеси до 40 °С) возникают антиокислительный и бактерицидный эффекты. Сырьем для производства копченой продукции являются частичковые рыбы (сом, рыбец, лещ и др.), сельдевые (килька, сельдь, салака), сиговые (омуль, сиг и др.), осетровые, лососевые, скумбрия, ставрида, морской окунь, палтус, хек, камбала и др.

Аромат копчения определяется коптильными компонентами, обладающими пряными оттенками запаха: фенолами, соединениями типа метилциклопентенолона и др.

Бактерицидное действие коптильного дыма является результатом комбинированного воздействия высокой температуры дыма, обезвоживания, антисептического действия коптильных компонентов дыма и др.

2. Характеристика и классификация оборудования для упаковывания пищевой продукции

Упаковывание продукции производится с целью обеспечения потребительских, рекламно-информационных, контролирующих, защитных и распределительных функций.

В зависимости от вида упаковываемой продукции в пищевой промышленности применяют следующие машины: *для завертывания штучных изделий, для фасования сыпучих продуктов и штучных изделий, для фасования жидких и пастообразных продуктов.*

2.1. Оборудование для дозирования пищевых продуктов и изделий (приложение 28)

Дозирование – процесс измерения количества вещества путем определения его массы или объема либо счета числа одинаковых штучных объектов.

Характер процесса дозирования зависит от физического состояния дозируемой среды. Все виды пищевой продукции можно разделить на *сплошные* и *дискретные* среды.

К *сплошным средам* относятся жидкие, пастообразные и сыпучие продукты (напитки, творог, мука, крупы и т. д.), мелкоштучные изделия (драже, вермишель, сушки и т. п.). При дозировании пищевых сред выполняются следующие основные операции: отделение от общей массы сплошной среды определенной части для формирования из нее дозы, измерение объема или массы дозы, подача дозы на упаковывание.

Дискретными пищевыми средами являются штучные изделия, имеющие, как правило, твердую или твердообразную структуру (конфеты, брикеты пищевых концентратов, хлебобулочные изделия и т. п.). При дозировании дискретных сред, поступающих на упаковывание, выполняются следующие основные операции: перемещение изделий от входа питателя к его выходу, отделение индивидуального изделия от хаотичной массы изделий, фиксация и ориентирование изделия в пространстве и времени, подача изделия на упаковывание.

Оборудование для дозирования пищевой продукции и изделий включает объемные и весовые дозаторы, а также питатели штучных изделий, специально предназначенные для измерения количества вещества, поступающего в отдельную упаковку потребительской тары.

Объемные и весовые дозирующие устройства обычно являются составными частями фасовочных машин, а питатели штучных изделий входят в состав заверточных машин.

2.2. Машины для завертывания штучных изделий (приложение 29)

Для индивидуального завертывания штучных изделий применяются заверточные машины различного конструктивного исполнения. Классификация заверточных машин зависит от временной структуры процесса завертывания (дискретный или непрерывный) и пространственной структуры процесса (однопозиционный, многопозиционный, путевой).

Заверточным устройством однопозиционных машин является заверточная камера, в которой производится дискретный процесс.

Многопозиционные машины могут выполняться с заверточным ротором или заверточным конвейером. Широко применяются машины с вертикальным или горизонтальным заверточными роторами, имеющими дискретное движение.

Заверточные машины с путевым процессом завертывания имеют неподвижные рабочие органы – путевые подгибатели, через которые проходят изделие и упаковочный материал. В процессе движения выполняются операции по завертыванию изделий.

2.3. Оборудование для фасования сыпучих продуктов и штучных изделий (приложение 30)

Для фасования сыпучих продуктов и штучных изделий применяются фасовочные машины различных конструкций. Многопозиционные машины с операционным ротором и операционным конвейером, имеющими дискретное движение, применяются для фасования сыпучих продуктов и мелкоштучных изделий. В машинах с операционным конвейером технологический процесс разделен на большое число операций, которые могут быть выполнены только несколькими последовательно работающими роторами.

Для фасования сыпучих продуктов и мелкоштучных изделий применяются также фасовочные машины с вертикальным пакетобразователем.

Фасовочные машины с горизонтальным пакетобразователем используют для фасования штучных и сопряжено-штучных (пачек) изделий.

2.4. Машины для фасования жидких и пастообразных продуктов (приложение 31)

Фасование жидких и пастообразных продуктов – процесс упаковывания отмеренной дозы продукта в тару, предварительно изготовленную в фасовочной машине или вне ее. Завершающей стадией процесса фасования является укупоривание и герметизация тары, наполненной продуктом.

Фасуют негазированные («тихие») жидкости: вина, крепкие алкогольные напитки, молоко, кефир, фруктовые и овощные соки, растительные масла, питьевую воду и т. п., а также газированные (насыщенные углекислым газом) жидкости: игристые вина, пиво, квас, безалкогольные напитки, минеральные воды и др. К вязким

и пастообразным продуктам, подлежащим фасованию, относятся сметана, майонез, творог, мороженое, фруктовые и овощные пюре, полуфабрикаты плодовых, мясных и рыбных консервов и др.

Процесс фасования жидких и пастообразных продуктов обусловлен взаимными перемещениями фасуемого продукта, тары и рабочих органов машины при выполнении основных технологических операций: подача порожней тары, заполнение тары отмеренной дозой продукта, укупоривание и герметизация тары, заполненной продуктом.

Для фасования жидких и пастообразных продуктов применяются фасовочные машины с различными конструкциями. Однопозиционные машины с фасовочной платформой применяются в основном на малых предприятиях для фасования негазированных и газированных жидкостей в стеклянные или ПЭТ-бутылки. Многопозиционные машины с операционным ротором и операционным конвейером, имеющим дискретное движение, широко применяются в молочной и консервной промышленности для фасования пастообразных продуктов.

Фасовочные машины с операционным ротором, имеющим непрерывное движение, нашли широкое применение для фасования негазированных и газированных жидкостей в высокопроизводительных поточных линиях пищевой и масложировой промышленности.

Фасовочные машины с вертикальным пакетобразователем применяют обычно для фасования молока и кефира.

ЛЕКЦИЯ 3. ПРИОРИТЕТНЫЕ НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ИНЖЕНЕРНЫЕ ЗАДАЧИ РАЗВИТИЯ МАШИННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

План лекции

1. Прогрессивная технология в отраслях пищевой промышленности.
2. Прогрессивная техника в отраслях пищевой промышленности.

1. Прогрессивная технология в отраслях пищевой промышленности

Генетически модифицированные продукты питания

Генетически модифицированные организмы (ГМО, genetically modified organism, GMO) создаются методами генной инженерии (genetic engineering) – науки, которая позволяет вводить в геном растения, животного или микроорганизма фрагмент ДНК из любого другого организма с целью придания ему определенных свойств.

Такие изменения, как правило, производятся в научных или хозяйственных целях. Генетическая модификация отличается целенаправленным изменением генотипа организма в отличие от случайного, характерного для естественного и искусственного мутагенеза.

Основным видом генетической модификации в настоящее время является использование трансгенов для создания трансгенных организмов.

Трансгенными могут называться те виды растений, в которых успешно функционирует ген (или гены), пересаженные из других видов растений или животных.

В международном научном сообществе существует четкое понимание того, что в связи с ростом народонаселения Земли необходимо удвоение или даже утроение мирового производства сельскохозяйственной продукции, что невозможно без применения *трансгенных растений*. Их использование многократно ускоряет процесс селекции, увеличивает урожайность, удешевляет продукты питания, а также позволяет получить растения с такими свойствами, которые не могут быть получены традиционными методами. Например, чтобы

помидоры и клубника были морозоустойчивее, им «вживляют» гены северных рыб; чтобы кукурузу не пожирали вредители, ей могут «привить» очень активный ген, полученный из яда змеи; чтобы скот быстрее набирал вес, ему вкалывают измененный гормон роста (но при этом молоко наполняется гормонами, вызывающими рак); чтобы соя не боялась гербицидов, в нее внедряют гены петунии, а также некоторых бактерий и вирусов.

Первые трансгенные продукты были разработаны фирмой «Монсанто» (США). Первые посадки трансгенных злаков были сделаны в 1988 году, а в 1993 году первые продукты с ГМ-компонентами появились в продаже.

В 1996–1997 годах произошла коммерциализация, то есть активное использование ГМО при выращивании первых ГМ-культур (RR кукуруза, RR соя, Vt хлопчатник): Аргентина, Австралия, Канада, Китай, Мексика, США. В 2000 году ГМО уже занимали 108,9 млн акров в 13 странах. На российском рынке трансгенная продукция появилась в конце 90-х.

В настоящее время, по данным Организации Объединенных Наций по экономическому сотрудничеству и развитию, в мире зарегистрированы следующие трансгенные сельскохозяйственные культуры: 11 линий сои, 24 линии картофеля, 32 линии кукурузы, 3 линии сахарной свеклы, 5 линий риса, 8 линий томатов, 32 линии рапса, 3 линии пшеницы, 2 линии дыни, 1 линия цикория, 2 линии папайи, 2 линии кабачков, 1 линия льна, 9 линий хлопка. Из них массово выращиваются: соя, кукуруза, рапс и хлопок.

Функциональные продукты питания

Питание – один из важнейших компонентов качества жизни, в первую очередь обуславливающий состояние здоровья человека. Задача пищевой промышленности – предоставить широкий ассортимент разнообразных продуктов высокого качества, максимально сохранивших полезные свойства натуральных продуктов, пищевые вещества которых находятся в легкоусвояемой форме. Однако как бы ни был разнообразен рацион питания, исследования показывают, что, если он состоит из традиционных продуктов питания, он остается дефицитным по многим микроэлементам. Сам термин «функциональная пища» был введен впервые в оборот специалистами-нутрициологами в Японии в 80-х годах. В Европе в Международном институте науки о жизни (ILS) сформулировали следующее рабочее определение функциональных продуктов (ФП): *пище-*

вой продукт может быть отнесен к функциональному, если он кроме адекватного питательного эффекта достаточно убедительно продемонстрировал благоприятное воздействие на одну или несколько заданных функций организма таким образом, что состояние здоровья улучшилось и/или снизился риск заболеваемости.

Потребительские свойства функциональных продуктов включают три составляющие:

- 1) пищевую ценность;
- 2) вкусовые качества;
- 3) физиологическое воздействие.

Традиционные продукты, в отличие от функциональных, характеризуются только первыми двумя составляющими. По сравнению с обычными повседневными продуктами функциональные должны быть полезными для здоровья, безопасными с позиций сбалансированного питания и питательной ценности.

Исходя из представлений об особенностях состава и свойств функциональных пищевых продуктов, по сравнению с традиционными, с учетом технологической специфики их получения можно выделить **три основные категории функциональных продуктов:**

- 1) традиционные продукты, содержащие в нативном виде значительные количества физиологически функциональных ингредиентов;
- 2) традиционные продукты, в которых технологически понижено содержание вредных для здоровья компонентов или компонентов, препятствующих проявлению биологической активности или физиологического действия полезных ингредиентов;
- 3) традиционные продукты, дополнительно обогащенные функциональными ингредиентами с помощью различных технологических приемов.

По теории Д. Поттера, на сегодняшнем этапе развития рынка эффективно используются следующие **основные виды функциональных ингредиентов:** пищевые волокна (растворимые и нерастворимые), сахароспирты, аминокислоты, пептиды, протеины, нуклеиновые кислоты, гликозиды, спирты, органические кислоты, изопреноиды и витамины, фосфолипиды, холины, минеральные вещества (кальций, железо), полиненасыщенные жиры (растительные масла, рыбий жир, омега-3- и омега-6-жирные кислоты), антиоксиданты: бета-каротин, витамин С (аскорбиновая кислота) и витамин Е (бета-токоферол); пробиотики (препараты живых

организмов), пребиотики (олигосахариды), цитаминны, фитопрепараты, растительные энзимы и др.

В настоящее время производятся четыре группы продуктов функционального питания:

- 1) зерновые завтраки;
- 2) молочные продукты;
- 3) жировые эмульсионные продукты и растительные масла;
- 4) безалкогольные напитки.

Сегодня ФП составляют не более 3–5 % всех известных пищевых продуктов, однако их производство развивается чрезвычайно интенсивно. В соответствии с прогнозами в ближайшие десятилетия доля ФП составит 30 % всего объема мирового продовольственного рынка. Уже сегодня в Европе выпуск таких продуктов составляет 20 % от общего объема. Лидирующими странами на европейском рынке ФП являются Германия (36,3 %), Франция (15,0 %), Великобритания (21,9 %), на долю других стран приходится 26,8 % рынка ФП. Если в США основная группа функциональных продуктов питания – это напитки (48 %), зерновые (18 %) и хлебобулочные продукты (16 %), то в европейских странах преобладают молочные продукты (64 %) и консервированные фруктово-молочные (23 %). Наиболее распространенными на украинском рынке группами ФП являются молочные пробиотические продукты (67 %), затем следуют зерновые продукты (15 %) и хлебобулочные изделия (10 %). На рынке России преобладающими продуктами среди функциональных являются хлебобулочные изделия и молочные пробиотические продукты.

Нанотехнологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности

В сегодняшнем мире конкуренции технология занимает существенное место в борьбе за лидерство в пищевой промышленности. Будущее принадлежит новым продуктам и новым процессам, которые направлены на усиление функций продукта, продление срока годности продукта и его свежести, повышение безопасности и качества пищи.

Нанотехнология (от греч. «напо» – карлик) – соединение отдельных атомов, молекул или молекулярных групп в структуры для создания материалов и устройств с новыми свойствами.

Нанотехнология – это технология, цель которой – реконструировать пищевую промышленность. Нанотехнология обещает обеспе-

чить средства создания наноматериалов с заданными физическими, химическими и биологическими свойствами, которыми управляют определенные молекулярные структуры. Многочисленные компании разрабатывают наноматериалы, которые будут не только оказывать влияние на вкус пищи, но и определять безопасность пищевых продуктов. Нанотехнология оказывает влияние на различные аспекты пищевой промышленности: от производства – к упаковке.

Нанотехнология в сельском хозяйстве. Создаются нанокапсулы для применения пестицидов, удобрений и других агрохимикатов с целью увеличения их эффективности и снижения загрязнения почвы; нанодатчики для контроля над состоянием почвы и формированием урожая; наночастицы для ввода ДНК растениям (предназначено для генной инженерии).

Наноматериалы, изменяющие свойства пищи. Наночастицы используются для добавления витаминов и других питательных веществ в пищу и напитки, не затрагивая при этом их вкусовые качества. Эти наночастицы с питательными веществами, заключенные в капсулу, поступают через пищеварительный тракт в кровоток. Такой способ поставки витаминов в организм повышает процент их использования в результате уменьшения потерь.

Проводятся также исследования по созданию нанокапсул с питательными веществами, которые поступят в организм, как только сработают нанодатчики, обнаружившие дефицит этих веществ в организме человека. В итоге эти исследования приведут к созданию такой системы хранения витаминов в организме человека, когда витамины поступят в организм только в случае их дефицита.

Наноматериалы в упаковке пищевых продуктов. Использование наноматериалов в упаковке пищевых продуктов уже является действительностью. Например, бутылки, сделанные с наносоединениями, минимизируют утечку углекислого газа из бутылки, что увеличивает срок годности газированных напитков и исключает необходимость использования более тяжелых стеклянных бутылок или более дорогих канистр. Другой пример – мусорные ведра, предназначенные для хранения пищевых отходов, с наночастицами серебра, добавленными в пластмассу. Наночастицы серебра убивают бактерии в любой пище, хранящейся в мусорных ведрах, тем самым минимизируя содержание вредных бактерий.

Развиваются и другие направления в создании материалов для упаковки пищевых продуктов. Например, нанодатчики в пластмассовой упаковке могут обнаруживать газы, выделяемые пищей

в процессе порчи, при этом упаковка начинает изменять цвет, который предупреждает вас о начавшейся порче продукта.

Пластмассовые материалы продолжают совершенствоваться и позволяют пище дольше оставаться более свежей. Эти материалы содержат наночастицы силиката, которые уменьшают поступление кислорода внутрь упаковочного пакета и снижают испарение влаги из пакета.

Создаются нанодатчики, которые позволяют обнаружить бактерии и другие загрязнения, такие как сальмонелла, на поверхности пищи при ее упаковке. Это позволит уменьшить стоимость лабораторного тестирования пищевых продуктов за счет снижения числа исследуемых образцов и снизить риск загрязнения полок продуктовых магазинов.

Также создаются нанодатчики, которые могут обнаруживать пестициды на поверхности фруктов и овощей. Использование таких датчиков было бы полезно на консервных заводах, а также в продуктовых магазинах, где покупатели смогли бы проверить плоды и овощи на наличие загрязнений.

Таким образом, применение в пищевых продуктах наночастиц может предотвратить или решить проблему неполноценного питания. Главное условие – чтобы используемые наноматериалы не вызвали сомнения по части своей нетоксичности как для человека, так и для окружающей среды и чтобы полученные пищевые продукты были доступны для социально незащищенных групп населения.

2. Прогрессивная техника в отраслях пищевой промышленности

Холодильная промышленность. Фреоновый кризис дал мощный толчок развитию исследований в области холодильной техники и новых принципов получения холода. В то же время в мировой холодильной промышленности нет единого понимания и подхода к решению возникших экологических проблем. В связи с этим можно выделить несколько направлений в развитии мировой холодильной промышленности.

Производство новых синтетических хладагентов (группы HFC)

Данное направление лоббируется правительствами таких стран как США, Япония, а также транснациональными корпорациями «Дюпон», «Данфосс» и др. В настоящее время зарубежными фир-

мами предлагаются к использованию в создании холодильной техники озононеразрушающие хладагенты группы HFC (R134a, R125, R152a и т. д.), которые стимулируют наступление глобального потепления, а также имеют еще ряд существенных недостатков. Так, хладагент R134a проверялся на токсичность более 7 лет. Однако есть подозрения, что при эксплуатации холодильных установок могут возникнуть условия, при которых из микропримесей этого хладагента будут образовываться сильнейшие яды на основе фторосодержащих соединений. Будучи сами озонобезопасными, хладагенты этой группы, упущенные в атмосферу при эксплуатации холодильных машин, под воздействием солнечных лучей разрушаются по углеродным связям и, соединяясь с атмосферным хлором, образуют запрещенные к производству озоноразрушающие вещества (например, R115). Более того, как показывает опыт, затраты на замену существующих рабочих веществ хладагентами группы HFC составляют от 40 до 70 % первоначальной стоимости холодильной машины, при этом снижается ее эффективность, переход же на выпуск новых холодильных установок с «озононеразрушающими» рабочими веществами увеличивает их стоимость на 20–25 %, что на 30–40 % повышает розничную цену холодильного оборудования.

Применение природных хладагентов

Это направление особенно интенсивно развивается в Западной Европе (например, Германии) и связано с более широким использованием в холодильной промышленности дешевых природных веществ, таких как пропан, аммиак, двуокись углерода и т. д. Указанные вещества являются экологически чистыми продуктами, имеются достаточные производственные мощности для их промышленного получения. Проводимые в настоящее время исследования ведутся в направлении конструктивных и схемных изменений в холодильном оборудовании.

Однако эти рабочие вещества требуют специальных мер предосторожности при использовании их в холодильной технике. Так, при использовании аммиака и углеводородов, ввиду их ядовитости и воспламеняемости, необходимо применять специальные инженерно-технические решения для того, чтобы был обеспечен надлежащий уровень герметичности системы в отношении утечек из нее хладагента. Как правило, холодильное оборудование на природных хладагентах имеет более высокую стоимость, чем оборудование, работающее на фреонах. Дополнительные затраты возникают из-за

более сложной механической конструкции, которая необходима для того, чтобы удовлетворить требования безопасной эксплуатации в случае использования аммиака или горючих хладагентов или справиться с очень высоким давлением и низкой критической температурой в случае применения диоксида углерода.

Совершенствование экологически чистой холодильной техники, основанной на низкоэффективных принципах получения холода

К данной категории холодильного оборудования относятся воздушные, парожеткорные, сорбционные холодильные машины, устройства, использующие эффект Пельтье, Ранка и т. д. Цель работ данного направления – повысить эффективность.

Переход к энергетически неэффективным холодильным машинам приводит к сохранению озонового слоя, но за счет увеличения глобального потепления Земли, вызванного увеличением количества парниковых газов при производстве электроэнергии для данного холодильного оборудования.

Нецелесообразность значительных капитальных вложений на совершенствование низкоэффективных холодильных машин (воздушных, термоэлектрических и т. д.) обуславливается тем, что даже в идеальном случае значение их КПД не превысит 20–25 %, что связано с особенностями термодинамических циклов этих машин. Так, воздушные холодильные машины (обратный замкнутый цикл Брайтона) по потребляемой энергии становятся конкурентоспособными лишь при температурах ниже 200 К (–70 °С).

Применение данных типов холодильных машин, вероятнее всего, в дальнейшем будет определяться специфическими условиями функционирования объектов, для которых эти машины предназначены.

Разработка новых принципов получения холода

Ряд специалистов считают, что вслед за революцией в энергетике последует революция в принципах получения холода. В качестве новых принципов указываются, например, так называемые «звуковые компрессоры» и «холодильные чипы». В первом случае для создания холода используется звук, а основные исследования в этой области проводятся в компании «Marco Sorix Co» (США). Технология с применением «холодильных чипов» относится к термоионному охлаждению. Разработкой данной технологии занимается английская компания «Бореалис Техникал». Согласно теории

ческим оценкам создателей, энергетическая эффективность этого типа охладителей ожидается в 2 раза выше, чем у компрессорных систем.

Однако в настоящее время существуют только отдельные опытные образцы холодильного оборудования, работающего на этих принципах, а цена их значительно превышает стоимость пароконденсационного оборудования. Ввиду этого говорить о широком коммерческом использовании новых принципов получения холода преждевременно.

Производство холодильных машин Стирлинга умеренного холода

Идея использования цикла Стирлинга для создания холодильных машин умеренного холода не нова. В 1834 году Дж. Гершелем были изготовлены опытные образцы холодильных машин Стирлинга, которые впоследствии получили широкое распространение. Такие машины успешно эксплуатировались в пищевой промышленности, ими также были оснащены многие промысловые суда Англии в целях замораживания рыбы. С 1876 года холодильные машины Стирлинга использовались в Шотландии на фабриках по производству парафиновых мастик. Однако из-за своего тогдашнего несовершенства к началу XX столетия они были полностью вытеснены компрессионными холодильными машинами. В настоящее время возрождение интереса к использованию машин Стирлинга на уровне умеренного холода связано, в основном, с бурным ростом научно-технических знаний и значительными успехами, достигнутыми в последнее время, в области создания двигателей и криогенных машин Стирлинга. Все это привело к интенсификации научных исследований по созданию альтернативного холодильного оборудования умеренного холода на основе цикла Стирлинга.

За рубежом перспективность использования машин Стирлинга в области умеренного холода становится очевидной. В настоящее время в мире проблемами создания новых образцов машин Стирлинга и их производства занимается не менее 140 крупных компаний и научно-исследовательских организаций, многие из которых достигли значительных успехов. Так, уже в ближайшее время в ряде европейских стран и Южной Кореи планируется начать массовый выпуск бытовых холодильников на основе холодильных машин Стирлинга с линейным приводом. Полученные результаты исследований показывают, что достигнутый уровень в проектировании

машин Стирлинга позволяет создавать холодильные машины Стирлинга умеренного холода (производительностью до 100 кВт) с эффективностью в 1,5 раза выше, чем у лучших образцов пароконденсационных холодильных машин. Кроме ведущих стран в области проектирования и создания машин Стирлинга, каковыми являются США, Великобритания, Япония, ФРГ, Швеция и Нидерланды, в последнее время начались интенсивные исследования в данной области техники в Китае, ЮАР, Австралии, Израиле, Канаде, Индии и ряде других стран.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите оборудование для ведения механических процессов.
2. Перечислите оборудование, предназначенное для ведения гидромеханических процессов.
3. Дать определение биотехнологическим процессам и перечислить оборудование для ведения этих процессов.
4. Что лежит в основе тепловых и массообменных процессов?
5. Приведите классификацию оборудования для ведения тепло-массообменных процессов.
6. По каким признакам классифицируется оборудование для упаковки пищевой продукции?
7. Что такое генетически модифицированные продукты питания и чем обусловлено их создание?
8. Что превращает традиционные продукты питания в функциональные?
9. Что такое нанотехнологии?
10. Современные направления в создании холодильного оборудования.

МАТЕРИАЛЫ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. УСТРОЙСТВО, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, РАСЧЕТ ТЕСТОМЕСИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Цель занятия: изучить теоретические основы процесса замеса теста; ознакомиться с классификацией тестомесильных машин; изучить устройство, принцип работы, провести расчет **тестомесильной машины «Стандарт»**.

Теоретическая часть

Для замеса теста применяют различные типы тестомесильных машин, которые в зависимости от вида муки, рецептурного состава и особенностей ассортимента оказывают различное механическое воздействие на тесто.

Тестомесильные машины разделяют на машины периодического действия (рис. 13, 14) и непрерывного действия (рис. 15). Машины периодического действия бывают с месильными емкостями (дежами) – стационарными (рис. 13) и сменными (подкатными) (рис. 14), а дежи – неподвижными, со свободным и принудительным вращением.

По интенсивности воздействия рабочего органа на тесто тестомесильные машины разделяются на три группы:

- обычные тихоходные (рабочий процесс не сопровождается нагревом теста);
- быстроходные (рабочий процесс сопровождается нагревом теста на 5–7 °С);
- супербыстроходные (замес сопровождается нагревом теста на 10–20 °С, и требуется специальное водяное охлаждение корпуса камеры).

По характеру движения месильного органа различают машины с круговым, вращательным, планетарным и сложным плоским и пространственным движением месильного органа.

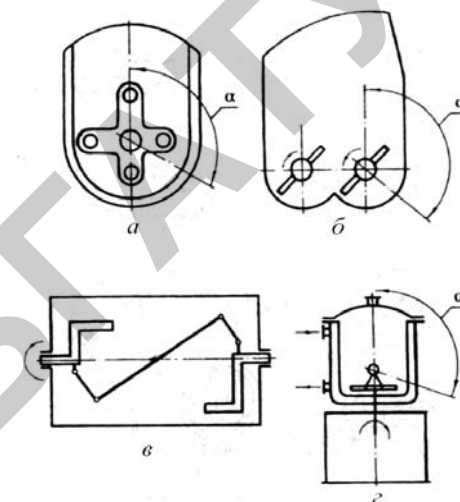


Рис. 13. Схемы тестомесильных машин периодического действия со стационарными дежами:

- а* – машины с горизонтальными и наклонными цилиндрическими месильными валами;
- б* – машины со спаренными Z-образными лопастями, вращающимися в разные стороны вокруг горизонтальной оси;
- в* – машины с шарнирной Z-образной месильной лопастью;
- г* – машины с многоугольным ротором и витком шнека на дне емкости

Тестомесильные машины непрерывного действия (рис. 15) обычно имеют стационарную месильную емкость и расположенные в ней вращающиеся или совершающие круговое движение месильные органы. Интенсивность замеса может быть повышена за счет применения тормозных лопастей или выступов на стенках месильной камеры.

Эти машины разделяют на следующие группы:

- однокамерные с горизонтальным валом и Т-образными месильными лопастями, например, машина Х-12 (рис. 15а);
- одноваловые с горизонтальным валом, на котором в начале месильной емкости размещены трапециевидные плоские лопасти, а в конце – винтовой шнек, заключенный в цилиндрический корпус, например, тестомесильная машина системы Хренова (рис. 15б);
- одноваловые с горизонтальным валом, на котором в начале размещен смесительный шнек, а затем радиальные цилиндрические лопатки, например, тестомесильная машина ФТК-1000 (рис. 15в);

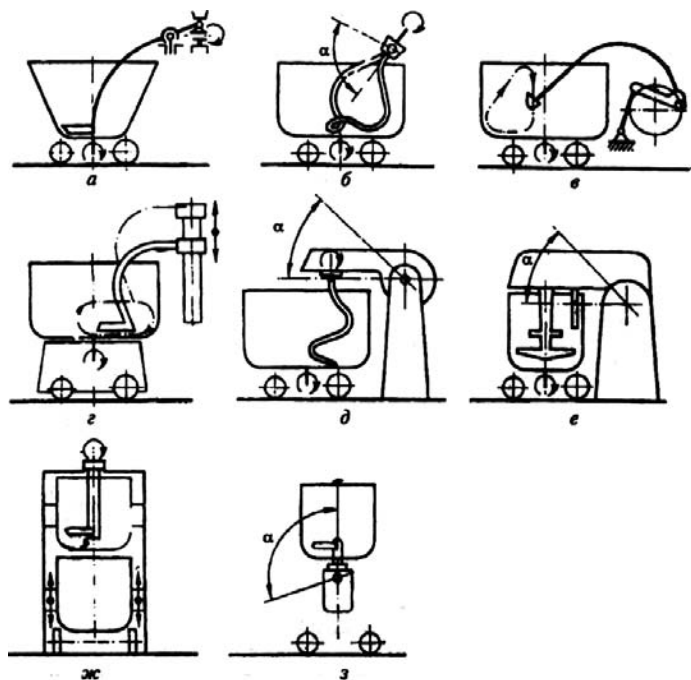


Рис. 14. Схемы тестомесильных машин периодического действия с подкатными дежами:

- а* – машины с наклонной осью месильной лопасти и поступательным круговым движением ее; *б* – машины с наклонной осью вращения месильной лопасти, выполненной в виде трубы с пространственной конфигурацией; *в* – машины с месильной лопастью, рабочий конец которой совершает криволинейное плоское движение по замкнутой кривой; *г* – машины с месильной лопастью, совершающей криволинейное пространственное движение по замкнутой кривой в виде эллипса; *д* – машины со спиралеобразной месильной лопастью, вращающейся вокруг вертикальной оси; *е* – машины с четырехпалой месильной лопастью, вращающейся вокруг вертикальной оси, и одной неподвижной вертикальной лопастью; *ж* – машины с горизонтальной цилиндрической или плоской лопастью, вращающейся вокруг вертикальной оси; *з* – машины с горизонтальной лопастью, вращающейся вокруг вертикальной оси, и наклонной осью дежи

– одновалынные с горизонтальным валом, в начале которого закреплен шнек и затем дисковая диафрагма и четырехлопастный пластификатор (рис. 15з);

– одновалынные с горизонтальной осью вращения, на которой в цилиндрической камере смешения размещен шнековый барабан

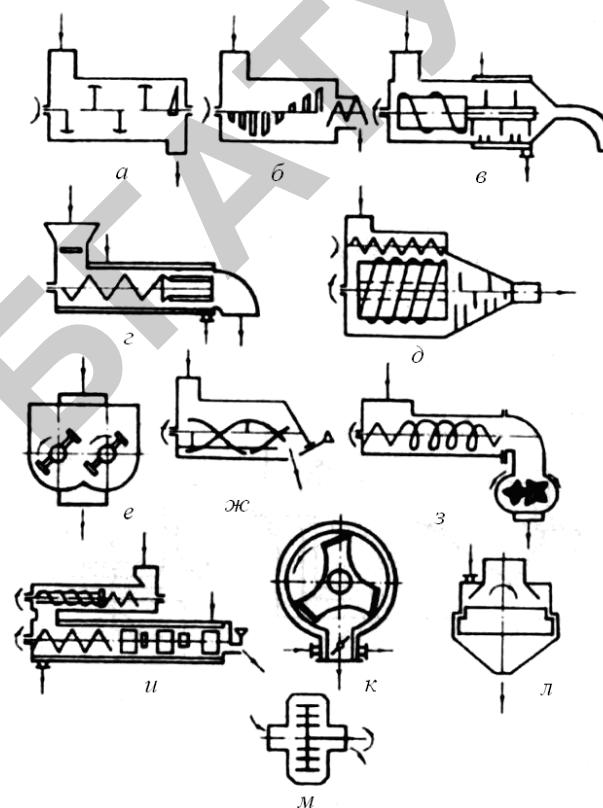


Рис. 15. Схемы тестомесильных машин непрерывного действия

с независимым приводом, в конической камере на валу закреплены месильные прямоугольные лопатки, а на ее стенках – неподвижные лопатки (рис. 15д);

– двухвалынные с горизонтальными валами, на которых закреплены Т-образные месильные лопасти (рис. 15е);

– двухвалынные с горизонтальными валами, вращающимися в разные стороны, и закрепленными на них ленточными лопастями, например, тестомесильная машина «Топос» (рис. 15ж);

– двухкамерные двухвалынные, на валах которых закреплены винтообразные лопасти, образующие зоны смешения и замеса, а зона пластификации оборудована двумя четырехугольными звездочками, например, тестомесильные машины РЗ-ХТО (рис. 15з);

– двухкамерные двухвальные, у которых имеется отдельная месильная камера с приводом, а месильная камера с регулируемым приводом включает две зоны замеса: месильную, снабженную шнеками, и зону пластификации, рабочим органом которой являются кулаки (рис. 15и);

– с трехлопастным ротором, например, тестомесильная машина системы Прокопенко (рис. 15к);

– с вертикальным цилиндрическим ротором, например, тестомесильная машина РЗ-ХТН/1 (рис. 15л);

– с дисковым ротором, на котором размещены кольцевые выступы, а в щели между ними входят с небольшим зазором кольцевые выступы корпуса (рис. 15м).

Режим замеса теста зависит от свойств муки, рецептуры, технологических особенностей ассортимента и конструкции тестомесильной машины. При замесе происходит насыщение теста воздухом. При этом белки муки интенсивно поглощают влагу, их нерастворимые в воде фракции – глютен и глиадин – образуют клейковину. При образовании клейковинного скелета теста возникают поперечные связи между смежными цепями белков. Эти связи упрочняют структуру теста и снижают его липкость.

Различают три стадии замеса:

– смешивание сухих и жидких компонентов теста – должно проводиться как можно быстрее;

– замес – сопровождается диффузией влаги мучнистых частиц, набуханием белков. Водорастворимые фракции муки переходят в раствор. При набухании большую часть влаги забирают белковые вещества: глютен и глиадин. Набухшие белки образуют гель. На скорость замеса оказывают влияние свойства муки, степень измельчения крахмальных зерен, температура и рецептурные добавки. При поглощении влаги белки сильно увеличиваются в объеме, создавая клейковинный скелет. Замес требует значительных энергозатрат на привод тестомесильной машины вследствие возрастания усилия сдвига теста и может протекать при невысоких скоростях перемешивания;

– пластификация – сопровождается структурными изменениями крахмальных зерен и образованием клейковинной решетки, смазывающей крахмальные зерна. При этом крахмальные зерна частично измельчаются и обволакиваются белковыми пленками. Спиралевидные молекулы полипептидов раскалываются и разрыхляют структуру белков, при этом возникают клейковинные пленки. Эти

соединения образуются у полипептидов за счет водородных и гидрофобных связей. Пластификация требует усиленного механического воздействия, т. к. происходит разрушение молекул клейковины, а также выравнивание структуры теста и его измельчение.

Устройство и принцип работы тестомесильной машины периодического действия «Стандарт»

Тестомесильная машина периодического действия «Стандарт» (рис. 16) состоит из станины 1, закрепленной на фундаментной плите 2. Внутри станины расположен приводной электродвигатель 3, а снаружи – червячный вал 5, служащий для вращения подкатной дежи 10. Она смонтирована на трехколесной каретке 7, которая накатывается на фундаментную плиту и закрепляется на ней с помощью упора и специального фиксатора 8. При этом имеющийся на деже зубчатый венец 9 входит в зацепление с червячным валом 5. Дежа закрывается крышкой 6. Сверху на станине расположен червячный редуктор 13, приводимый в движение от электродвигателя через клиноременную передачу 11 и фрикционную муфту 12. Месильный рычаг 4 на нижнем конце имеет лопасть, которая и осуществляет замес теста в деже.

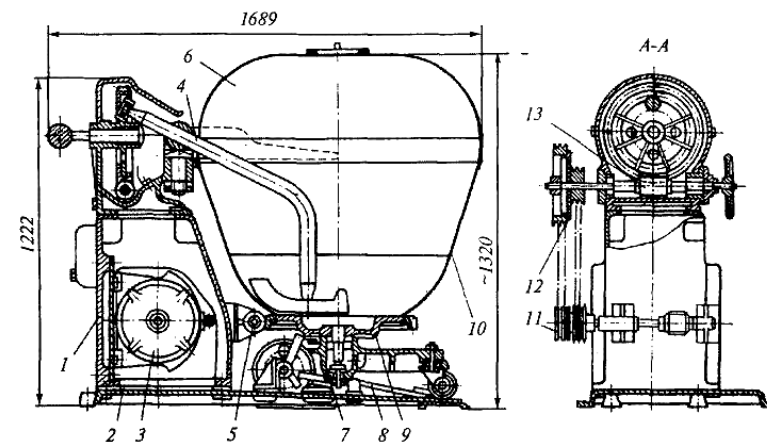


Рис. 16. Тестомесильная машина «Стандарт»:

- 1 – станина; 2 – фундаментная плита; 3 – приводной электродвигатель;
4 – месильный рычаг; 5 – червячный вал; 6 – крышка; 7 – трехколесная каретка;
8 – специальный фиксатор; 9 – зубчатый венец; 10 – подкатная дежа;
11 – клиноременная передача; 12 – фрикционная муфта; 13 – червячный редуктор

Верхний конец месильного рычага с помощью подшипника шарнирно соединен с колесом червячного редуктора и благодаря промежуточной шаровой опоре совершает поступательное круговое движение. Аналогичное движение совершает и месильная лопасть.

Во время работы машины месильная лопасть в нижнем положении проходит плотно возле днища дежи, а в верхнем выходит за плоскость среза нижней кромки дежи. При этом в начале замеса происходит интенсивное распыление муки. Перемешивание и замес происходят не на всей траектории движения месильной лопасти, а лишь на 20 %, что существенно снижает КПД машины. Замес осуществляется при постоянной частоте вращения месильного рычага ($n = 23,5$ об./мин), поэтому в машине невозможно обеспечить различную интенсивность замеса на отдельных стадиях процесса. Техническая характеристика тестомесильной машины «Стандарт» представлена в таблице 11.

Таблица 11

Техническая характеристика тестомесильной машины «Стандарт»

| Показатель | Значение |
|--|----------|
| Вместимость дежи, л | 330 |
| Длительность замеса, мин | 10 |
| Число качаний месильного рычага, мин ⁻¹ | 23,5 |
| Мощность электродвигателя, кВт | 4,5 |
| Частота вращения дежи, мин ⁻¹ | 5,9 |
| Масса машины без дежи, кг | 553 |

Расчетная часть

Задание: выполнить расчет тестомесильной машины, если заданы: V – вместимость месильной камеры, м³; $\rho = 1100$ кг/м³ – плотность теста; t_3 – время, необходимое для замеса теста, с; $t_в$ – время для совершения вспомогательных операций, с; λ – коэффициент использования объема дежи; n – частота вращения вала, мин⁻¹; η – КПД привода; $G_д$ – масса дежи, кг; $G_т$ – масса теста в деже, кг; $r_ц$ – радиус цапфы, м; ω_2 – угловая скорость дежи, рад/с; R – радиус вращения центра лопасти, м.

Методика расчета

1. Производительность тестомесильной машины Π , кг/с:

$$\Pi = \frac{\lambda V \rho}{t_3 + t_в},$$

где $\lambda = 0,45-0,65$.

2. Мощность электродвигателя привода $N_{дв}$, кВт:

$$N_{дв} = \frac{N_1 + N_2}{\eta},$$

где N_1 – мощность, необходимая для вращения месильного органа при замесе теста, кВт;

N_2 – мощность, необходимая для вращения дежи, кВт;

$\eta = 0,83-0,92$.

3. Мощность, необходимая для вращения месильного органа при замесе теста N_1 , кВт:

$$N_1 = \lambda V \rho R \omega_1 g \cdot 4 \cdot 10^{-4},$$

где ω_1 – угловая скорость месильного органа, рад/с;

$g = 9,81$ м/с² – ускорение свободного падения.

4. Угловая скорость вращения месильного органа ω_1 , рад/с:

$$\omega_1 = \frac{\pi n}{30}.$$

5. Мощность, необходимая для вращения дежи N_2 , кВт:

$$N_2 = g(G_д + G_т) f r_ц \omega_2 \cdot 10^{-3},$$

где f – коэффициент трения вала дежи в опорах ($f = 0,2-0,3$).

Контрольные вопросы

1. Какие основные стадии замеса теста? Их краткая характеристика.
2. Какова классификация тестомесильных машин?
3. Какие факторы влияют на режим замеса теста?
4. Какие основные составляющие мощности привода тестомесильных машин периодического действия?
5. Какова продолжительность замеса теста в тестомесильной машине?

6. Какой характер движения может совершать месильный орган в тестомесильных машинах периодического действия?

Окончание табл. 12

Содержание отчета

- 1) цель работы;
- 2) теоретическая часть, в которой излагается классификация тестомесильных машин, устройство и принцип работы тестомесильной машины периодического действия «Стандарт»;
- 3) расчетная часть, в которой приводится расчет тестомесильной машины по предлагаемому варианту (табл. 12).

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----|----|-----|------|-----|----|------|------|----|
| 21 | 20 | 2,5 | 0,74 | 380 | 89 | 0,12 | 0,43 | 47 |
| 22 | 18 | 2,2 | 0,75 | 390 | 82 | 0,12 | 0,42 | 48 |
| 23 | 16 | 2,3 | 0,76 | 350 | 83 | 0,13 | 0,41 | 49 |
| 24 | 18 | 2,1 | 0,77 | 360 | 84 | 0,12 | 0,40 | 50 |
| 25 | 20 | 2,3 | 0,78 | 370 | 85 | 0,14 | 0,42 | 49 |

Таблица 12

Варианты индивидуальных заданий

| Номер варианта | t_3 , мин | $t_в$, мин | V , м ³ | G_r , кг | G_d , кг | $r_{ц}$, м | R , м | n , мин ⁻¹ |
|----------------|-------------|-------------|----------------------|------------|------------|-------------|---------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 10 | 2,0 | 0,70 | 300 | 81 | 0,10 | 0,40 | 40 |
| 2 | 12 | 2,5 | 0,71 | 310 | 82 | 0,11 | 0,41 | 41 |
| 3 | 14 | 2,0 | 0,72 | 320 | 83 | 0,12 | 0,42 | 42 |
| 4 | 16 | 2,5 | 0,73 | 330 | 84 | 0,13 | 0,43 | 43 |
| 5 | 18 | 2,0 | 0,74 | 340 | 85 | 0,14 | 0,42 | 44 |
| 6 | 20 | 2,5 | 0,75 | 350 | 86 | 0,13 | 0,41 | 45 |
| 7 | 18 | 2,0 | 0,76 | 360 | 87 | 0,12 | 0,40 | 46 |
| 8 | 16 | 2,5 | 0,77 | 370 | 88 | 0,12 | 0,42 | 47 |
| 9 | 16 | 2,0 | 0,78 | 380 | 89 | 0,13 | 0,41 | 48 |
| 10 | 14 | 2,1 | 0,79 | 390 | 90 | 0,13 | 0,43 | 49 |
| 11 | 12 | 2,0 | 0,80 | 380 | 89 | 0,12 | 0,44 | 50 |
| 12 | 13 | 2,3 | 0,79 | 390 | 88 | 0,11 | 0,45 | 49 |
| 13 | 11 | 2,2 | 0,78 | 380 | 87 | 0,11 | 0,43 | 48 |
| 14 | 12 | 2,5 | 0,77 | 370 | 86 | 0,12 | 0,42 | 47 |
| 15 | 11 | 2,1 | 0,76 | 360 | 85 | 0,14 | 0,41 | 46 |
| 16 | 10 | 2,0 | 0,72 | 350 | 84 | 0,11 | 0,40 | 42 |
| 17 | 12 | 2,3 | 0,70 | 340 | 85 | 0,12 | 0,42 | 43 |
| 18 | 14 | 2,5 | 0,71 | 350 | 86 | 0,13 | 0,41 | 44 |
| 19 | 16 | 2,2 | 0,72 | 360 | 87 | 0,14 | 0,43 | 45 |
| 20 | 18 | 2,1 | 0,73 | 370 | 88 | 0,13 | 0,44 | 46 |

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. УСТРОЙСТВО, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, РАСЧЕТ ЦИЛИНДРОКОНИЧЕСКОГО БРОДИЛЬНОГО АППАРАТА

Цель занятия: изучить теоретические основы процесса брожения; ознакомиться с классификацией оборудования для проведения процессов брожения; изучить устройство, принцип работы, провести расчет **цилиндрикоконического бродильного аппарата**.

Теоретическая часть

В производстве пива, спирта, вина, кваса, дрожжевого теста процесс спиртового брожения ведут таким образом, чтобы накопить только определенное количество биомассы дрожжей, которого будет достаточно для получения целевого продукта. Спиртовое брожение, осуществляемое дрожжами, характерно для получения пива, спирта, вина, кваса и дрожжевого теста.

При сбраживании сахаров сусло в производстве пива превращается в готовый продукт. Образовавшиеся в процессе брожения вещества обуславливают аромат и вкус пива. К аппаратам брожения и дображивания пива относятся танки для главного брожения и дображивания, а также цилиндрические бродильные аппараты. Классификация оборудования для получения пива, спирта, вина, кваса и теста приведена в приложении 23.

При производстве спирта в процессе брожения образуется полупродукт (зрелая бражка), из которого на брагоперегонных или брагоректификационных аппаратах получают соответственно спирт-сырец или спирт-ректификат. К оборудованию для сбраживания сусла в спиртовом производстве относятся головные бродильные аппараты и аппараты дображивания.

При брожении сахаров сусло в производстве вина превращается также в готовый продукт, формирующий вино как материал с типичными для него свойствами. Аппараты для сбраживания сусла при производстве вина разделяют на установки для непрерывного брожения и на аппараты для брожения сусла на мезге.

При сбраживании квасного сусла под действием смешанной культуры дрожжей и молочнокислых бактерий образуется ароматный

и освежающий квас. Оборудование для брожения квасного сусла разделяют на бродильно-купажные и бродильные аппараты.

При брожении опары и теста образуется полупродукт с определенной структурой для вязкопластичной среды, в котором накоплены все соответствующие ароматические и вкусовые вещества. Агрегаты для брожения опары и теста классифицированы на оборудование для порционного брожения и на аппараты поточного приготовления теста.

Спиртовое брожение сахаров сусла под действием ферментов дрожжей является основным процессом в производстве пива. Главное брожение и дображивание пива осуществляется в основном по двум схемам: по периодической – с разделением процесса брожения на главное брожение и дображивание, а также по ускоренной – с совмещением главного брожения и дображивания в одном цилиндрикоконическом бродильном аппарате.

Способ непрерывного брожения пива заключается в перемещении с определенной скоростью сбраживаемого сусла и молодого пива в системе соединенных между собой бродильных аппаратов и аппаратов для дображивания при непрерывном притоке свежего сусла в головной бродильный аппарат и оттоке пива из последнего аппарата.

Необходимая концентрация дрожжей в сбраживаемом сусле обеспечивается непрерывным поступлением дрожжей в головной аппарат системы из дрожжегенератора и дополнительным размножением дрожжей в аппаратах брожения. Перед перекачиванием молодого пива на дображивание часть дрожжей отделяется на сепараторе.

Все бродильные аппараты снабжены соответствующей арматурой для отвода диоксида углерода, выделяющегося во время спиртового брожения. Бродильные аппараты, используемые для главного брожения, изготавливают открытого или закрытого типа, последние обеспечивают стерильность сусла при брожении и возможность отбора диоксида углерода для дальнейшего его использования.

Устройство и принцип работы цилиндрикоконического бродильного аппарата

Способ ускоренного получения Жигулевского пива в цилиндрикоконических бродильных аппаратах (ЦКБА) (рис. 17) состоит в том, что в одном сосуде большого объема (от 100 до 1500 м³ и более)

с суточным заполнением его суслom (8–9 °С) и дрожжами совмещают две ступени: главное брожение и дображивание (как по способу Натана), которые продолжаются в течение 14 сут. вместо положенных 28 для Жигулевского пива.

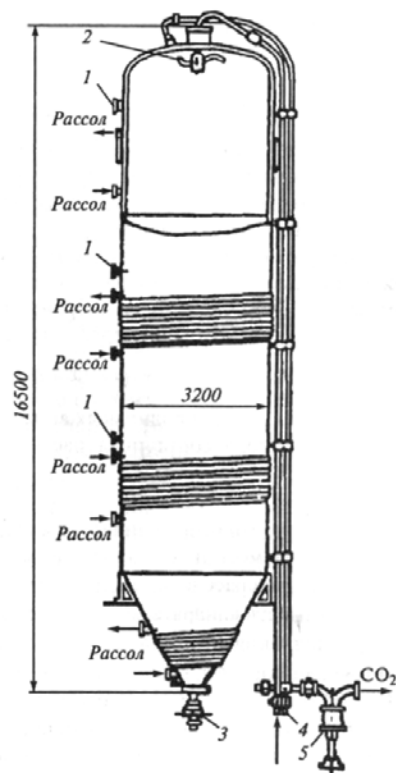


Рис. 17. Цилиндроконический бродильный аппарат (ЦКБА):
1 – термометр сопротивления; 2 – моющая головка; 3 – кран для отбора;
4 – место для крепления шпунт-аппарата; 5 – гидрозатвор

Аппарат снабжен термометром сопротивления 1, моющей головкой 2, краном для отбора 3, местом для крепления шпунт-аппарата 4, гидрозатвором 5. С первым осветленным суслom (первая варка) в коническую часть задают все семенные сильнображивающие дрожжи (300 г на 1 гл сусла, влажность 75 %). Вначале 50 % сусла аэрируют стерильным воздухом, что обеспечивает содержание

в 1 мл сусла 4–6 мг O_2 . В течение первых двух суток поддерживается температура брожения от 9 до 14 °С, которая сохраняется до достижения видимой конечной степени сбраживания. Температура регулируется тремя поясами выносных наружных рубашек с хладагентом, охлажденным не более чем до –6 °С. При достижении содержания сухих веществ в пиве 3,2–3,5 % аппарат шпунтуется при избыточном давлении. Окончание брожения определяют по прекращению дальнейшего снижения массовой доли сухих веществ в пиве в течение 24 часов.

Обычно на 5-е сутки достигается конечная массовая доля 2,2–2,5 % сухих веществ. После этого хладагент подают в рубашку конуса для охлаждения и образования плотного осадка дрожжей при температуре 0,5–1,5 °С. В цилиндрической части температура 13–14 °С сохраняется в течение 6–7 сут. Эта же температура способствует восстановлению диацетила в ацетон. Затем температура пива (0,5–1,5 °С) выравнивается рубашками во всей цилиндрической части ЦКБА. При этом шпунтовое давление в ЦКБА поддерживается равным 0,05–0,07 МПа в течение 6–7 сут. Через 10 сут. с начала брожения проводят первый сьем дрожжей из штуцера конической части ЦКБА.

Перед осветлением пива проводят второй сьем дрожжей, а затем пиво подают на сепарирование и фильтрование. Дополнительное охлаждение готового пива (2 °С) в сборниках проводят при давлении 0,03–0,05 МПа, выдерживают в течение 12–24 ч и разливают. С использованием ЦКБА выпускают пиво с массовой долей сухих веществ в начальном сусле 11, 12 и 13 %. Таким образом, в процессе брожения в ЦКБА благодаря большому единичному объему аппарата, совмещению главного брожения и дображивания в одном сосуде, использованию повышенных температуры брожения и объема посевных дрожжей продолжительность процесса сокращается примерно в 2 раза.

Наиболее экономично проводить брожение и дображивание пива ускоренным способом в одном цилиндроконическом бродильном аппарате, изготовленном из нержавеющей стали с полированной внутренней поверхностью.

Этот аппарат имеет четыре охлаждающие рубашки в цилиндрической части и одну в конической.

Технические характеристики цилиндроконических бродильных аппаратов представлены в таблице 13.

Таблица 13

Технические характеристики цилиндрикоконических броидильных аппаратов

| Показатель | Ш4-ВЦН-30 | Ш4-ВЦН-50 | Р3-ВЦН-95 |
|--|-----------|-----------|-----------|
| Вместимость, м ³ : | | | |
| – полная; | 30 | 50 | 95 |
| – рабочая | 25,5 | 42,5 | 80 |
| Площадь поверхности охлаждения, м ² | 17,4 | 23,2 | 44,3 |
| Масса, кг | 5380 | 6490 | 11 890 |
| Давление в аппарате, МПа | 0,4 | | |
| Давление в рубашках, Па | 0,4 | | |
| Температура хладагента, °С | –8 | | |

Расчетная часть

Задание: рассчитать и спроектировать внутренний объем, площадь поверхности теплопередачи и площадь поверхности охлаждения змеевикового охладителя цилиндрикоконического броидильного аппарата исходя из следующих данных: аппарат изготовлен из стали IX18Н9Т, в нем сусло сбраживается с $V_n = 12\%$ до $V_k = 5\%$ сухих веществ. Коэффициент заполнения броидильного аппарата $\varphi = 0,85$. Охлаждение при дображивании проводится в течение $\tau = 6$ сут при коэффициенте неравномерности $k_n = 1,5$. Змеевик изготовлен из медной трубы наружным диаметром $d_{нар} = 0,056$ м, внутренним диаметром $d_{вн} = 0,05$ и толщиной стенки $\delta = 0,003$ м. Коэффициент теплопроводности меди $\lambda_m = 385$ Вт/(м·К). Коэффициент, учитывающий температуру брожения пива, $B = 1744$. Скорость движения рассола в змеевике $v = 0,05$ м/с. Начальная температура рассола $t_{1p} = -5$ °С, конечная – $t_{2p} = -1$ °С. Начальная температура сбраживаемого сусла $t_{1c} = 14$ °С, конечная температура молодого пива $t_{2c} = 1$ °С.

Методика расчета

1. Высота конуса в нижней части аппарата, м:

$$h_k = R/\operatorname{tg}\beta.$$

2. Длина образующей конуса, м:

$$l_k = R/\sin\beta.$$

215

3. Площадь поверхности теплопередачи нижнего конуса, м²:

$$F_k = \pi R l_k.$$

4. Вместимость конуса нижней части аппарата, м³:

$$V_k = \pi R^2 h_k / 3.$$

5. Образующая полного конуса верхней части, м:

$$L_b = R/\sin\Theta.$$

6. Полная высота верхнего конуса, м:

$$H = R \operatorname{ctg}\Theta.$$

7. Высота усеченного конуса верхней части аппарата, м:

$$h_b = 0,75H.$$

8. Малый радиус усеченного конуса, м:

$$r = \operatorname{tg}\Theta(H - h_b).$$

9. Боковая образующая усеченного конуса, м:

$$l_y = \sqrt{h_b^2 + (R - r)^2}.$$

10. Площадь поверхности усеченного конуса верхней части, м²:

$$F_b = \pi l_y (R + r).$$

11. Вместимость усеченного конуса верхней части, м³:

$$V_b = [\pi h_b (r^2 + rR + R^2)] / 3.$$

12. Общий внутренний объем аппарата, м³:

$$V_{общ} = V_n / \varphi.$$

13. Вместимость цилиндрической части, м³:

$$V_{ц} = V_{общ} - V_k - V_b.$$

14. Высота цилиндрической части аппарата, м:

$$L_{ц} = V_{ц} / (\pi R^2).$$

15. Боковая площадь поверхности теплопередачи цилиндрической части, м²:

$$F_{ц} = 2\pi R L_{ц}.$$

216

16. Полная площадь поверхности теплопередачи аппарата, м²:

$$F_{\text{общ}} = F_{\text{к}} + F_{\text{ц}} + F_{\text{в}}.$$

17. Общая высота аппарата без опорных стоек, м:

$$H_{\text{общ}} = L_{\text{ц}} + h_{\text{к}} + h_{\text{в}}.$$

Сравниваем полученную общую высоту аппарата с габаритами помещения и, если аппарат в них не вписывается, уменьшаем высоту $l_{\text{ц}}$ и увеличиваем радиус R .

18. Затем определяем тепловую нагрузку на охлаждающее устройство, кДж/(м³ · ч):

$$q = \frac{Qk_{\text{н}}}{24\tau}.$$

19. Определяющий размер медного змеевика, м:

$$d_{\text{ср}} = (d_{\text{нар}} + d_{\text{вн}})/2.$$

20. Коэффициент теплоотдачи от стенки охлаждающего змеевика к хладагенту, Вт/(м² · К):

$$a_1 = \frac{Bv^{0,8}}{d_{\text{ср}}^{0,2}}.$$

21. Коэффициент теплоотдачи от сбраживаемого суслу к стенке змеевика, Вт/(м² · К):

$$a_2 = 0,74C\sqrt[4]{t_{\text{с}} - t_{\text{ст}}}.$$

где $C = 155$ – что соответствует $(t_{\text{с}} + t_{\text{ст}})/2$;

$$t_{\text{с}} = t_{1\text{с}} = 14 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$t_{\text{ст}} = t_{1\text{п}} = -5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

22. Коэффициент теплопередачи, Вт/(м² · К):

$$K = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \frac{\delta}{\lambda_{\text{м}}} + \frac{1}{a_2}}.$$

23. Разность температур охлаждаемого суслу и рассола, °C:

$$\Delta t_1 = t_{1\text{с}} - t_{2\text{п}}.$$

24. Разность температур охлажденного суслу и рассола, °C:

$$\Delta t_2 = t_{2\text{с}} - t_{1\text{п}}.$$

25. Средняя разность температур, °C:

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}}.$$

26. Площадь поверхности теплопередачи змеевика, м²:

$$F_3 = \frac{qV_{\text{п}}}{3,6K\Delta t_{\text{ср}}}.$$

27. Площадь змеевика можно принять из расчета 0,2 м² на 1 м³ полезной вместимости аппарата, тогда, м²:

$$V_{\text{п}}' = \frac{F_3}{0,2}.$$

Сопоставляем заданную и полезную вместимости аппарата: если $V_{\text{п}}' > V_{\text{п}}$, либо уменьшаем тепловую нагрузку на охлаждающее устройство q за счет увеличения времени охлаждения τ , либо увеличиваем среднюю разность температур $\Delta t_{\text{ср}}$.

28. В заключение рассчитываем длину змеевика, м:

$$l_3 = \frac{F_3}{\pi d_{\text{нар}}}.$$

Контрольные вопросы

1. В производстве каких продуктов идет процесс брожения?
2. Что такое брожение?
3. Какие виды брожения имеют место при производстве продуктов питания?
4. Опишите устройство и принцип работы ЦКБА.
5. При каких температурах идет процесс брожения?
6. Почему бродильные аппараты имеют охлаждающие рубашки?

Содержание отчета

- 1) цель работы;
- 2) теоретическая часть, в которой излагается классификация оборудования для проведения процессов брожения; устройство и принцип работы цилиндрикоконического бродильного аппарата;
- 3) расчетная часть, в которой приводятся расчеты цилиндрикоконического аппарата по предлагаемым вариантам (таблица 14).

Таблица 14

Варианты индивидуальных заданий

| Номер варианта | $V_{п}, м^3$ | $R, м$ | $\beta, ^\circ$ | $\Theta, ^\circ$ |
|----------------|--------------|--------|-----------------|------------------|
| 1 | 180 | 1,80 | 20 | 50 |
| 2 | 181 | 1,81 | 21 | 51 |
| 3 | 182 | 1,82 | 22 | 52 |
| 4 | 183 | 1,83 | 23 | 53 |
| 5 | 184 | 1,84 | 24 | 54 |
| 6 | 185 | 1,85 | 25 | 55 |
| 7 | 186 | 1,86 | 26 | 56 |
| 8 | 187 | 1,87 | 27 | 57 |
| 9 | 189 | 1,88 | 28 | 58 |
| 10 | 190 | 1,89 | 29 | 59 |
| 11 | 191 | 1,90 | 30 | 60 |
| 12 | 192 | 1,91 | 31 | 61 |
| 13 | 193 | 1,92 | 32 | 62 |
| 14 | 194 | 1,93 | 33 | 63 |
| 15 | 195 | 1,94 | 34 | 64 |
| 16 | 196 | 1,95 | 35 | 65 |
| 17 | 197 | 1,96 | 36 | 66 |
| 18 | 198 | 1,97 | 37 | 67 |
| 19 | 199 | 1,98 | 38 | 68 |
| 20 | 200 | 1,99 | 39 | 69 |
| 21 | 201 | 2,00 | 40 | 70 |
| 22 | 202 | 2,01 | 41 | 71 |
| 23 | 203 | 2,02 | 42 | 72 |

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3 УСТРОЙСТВО, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, РАСЧЕТ РАЗЛИВОЧНОГО АППАРАТА

Цель занятия: изучить теоретические основы процесса дозирования пищевых жидкостей; ознакомиться с классификацией различных автоматов; изучить устройство, принцип работы, провести расчет **фасовочной машины ВРА-6А**.

Теоретическая часть

Современные автоматы, предназначенные для розлива различных пищевых жидкостей в бутылки и придания бутылкам товарного вида, выполняют заданные технологические операции без вмешательства человека (рис. 18).

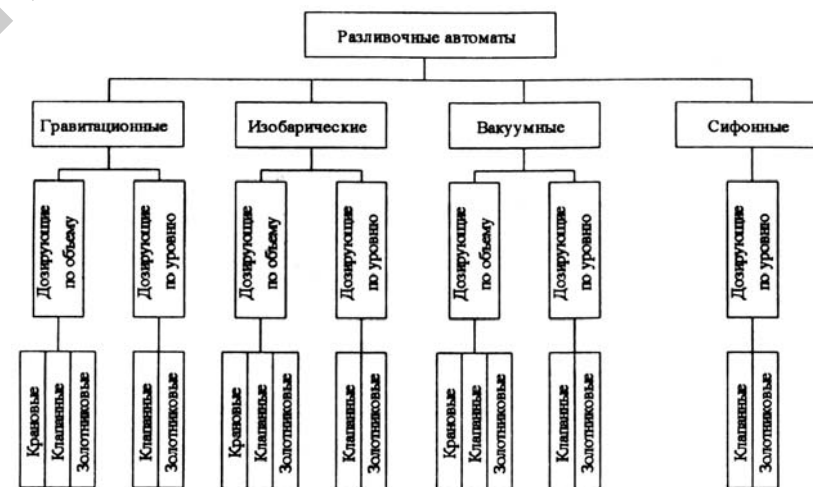


Рис. 18. Классификация разливочных автоматов

Разливочные автоматы применяются для розлива в бутылки различных ликеро-водочных изделий и вин. Устройство и конструкции автоматов должны отвечать техническим и технологическим требованиям производства, определяемым главным образом физи-

ко-химическими свойствами готовых к употреблению пищевых жидкостей. Следует учитывать, что при розливе внешние факторы могут ухудшать качество пищевых жидкостей и особенно вин.

При любом способе розлива ликеро-водочные изделия и вина не должны подвергаться аэрации, т. к. под действием кислорода воздуха в продукте нарушаются окислительно-восстановительные процессы, изменяющие вкусовые качества разливаемой жидкости. В результате этого вино теряет стабильность и нередко мутнеет. Аэрация вызывает также пенообразование, что затрудняет нормальное наполнение бутылок и нарушает необходимую точность дозирования.

Требования, предъявляемые к качеству пищевых жидкостей, определяют не только тип тары, в которую фасуют эти жидкости, но и условия, принципы и методы фасования, а также обуславливают наличие различных типов и марок фасовочных машин, применяемых в современной промышленности.

Вместе с тем существующие фасовочные машины, несмотря на различные назначения и разнообразие конструкций, имеют много общего в принципиальных схемах и методах расчета.

В настоящее время для производства тары под пищевые жидкости применяют множество различных материалов: стекло, разнообразные полимерные материалы, металл, бумагу с пропиткой, а также используют двухслойную тару, в которой различно сочетаются вышеперечисленные материалы.

Однако по-прежнему основным и наиболее распространенным видом тары для пищевых жидкостей является стеклянная. Она химически устойчива, обеспечивает длительное, обусловленное видом и качеством самого продукта хранение его без ухудшения качества. Стекло не выделяет вредных для здоровья веществ, гигиенично, хорошо защищает содержимое от фотохимического воздействия, от различных загрязнений. Прозрачность стекла позволяет покупателю видеть продукт. С точки зрения герметичности укуповивания стеклянная тара не уступает металлической или пластмассовой, она газонепроницаема и способна выдержать значительное внутреннее давление, что особенно важно для хранения напитков, содержащих диоксид углерода. Недостатком стеклотары являются малая механическая прочность и относительно большая масса на единицу заготавливаемой продукции.

Современные разливочные автоматы для ликеро-водочных изделий, вина и других пищевых жидкостей последовательно осуществляют

ряд заданных технологических операций, для выполнения которых необходимо, чтобы рабочие и холостые ходы чередовались, а рабочие органы периодически приходили в свои исходные положения. Различаются три цикла движения технологических машин: кинематический, рабочий и технологический.

Кинематическим циклом (T_k) механизма называется период между двумя последовательными моментами начала рабочих ходов:

$$T_k = t_p + t_x + t_{ост},$$

где t_p – время рабочего хода;

t_x – время холостого хода;

$t_{ост}$ – время остановки.

Рабочим циклом (T_p) машины называется период времени, по истечении которого машина выпускает вырабатываемое изделие. Часто рабочий цикл равен или кратен кинематическому.

Технологическим циклом (T_T) машины называется время, в течение которого обрабатываемое изделие находится в машине, т. е. промежуток между моментами его загрузки и выгрузки из машины.

Отличаются автоматы друг от друга методами розлива и принципами дозирования жидкости, что изменяет их расчетные гидравлические схемы и конструкции приборов для наполнения бутылок. Основными методами розлива пищевых жидкостей являются: гравитационный, изобарический, вакуумный и сифонный.

Гравитационный (изобарометрический) метод характеризуется тем, что истечение жидкости из дозатора или расходного бака происходит под действием гравитационных сил (самотеком) в условиях атмосферного давления. Напор зависит только от сил гравитации, и величина его определяется гидростатической высотой жидкости. По этому методу разливают водку, ликеры, тихие вина, не содержащие легколетучих компонентов.

Изобарический (изосверхбарометрический) метод отличается тем, что истечение жидкости из дозатора или из расходного бака происходит в поле действия гравитационных сил, но при избыточном давлении в дозаторе или в расходном баке и в наполняемой таре. По этому методу разливают игристые вина, насыщенные диоксидом углерода, пиво, минеральную воду и т. д.

Вакуумный метод характеризуется тем, что в расходном резервуаре, дозаторе и бутылке создается одинаковое разрежение, и слив жидкости в бутылку происходит под напором гидростатического столба жидкости. Это способ розлива с уравновешенным вакуумом.

Разрежение создается только в бутылке, и истечение жидкости происходит под действием разности давлений в расходном баке (атмосферное) и в таре (разреженное).

Сифонный метод осуществляется в условиях одинакового давления в бутылке и в расходном резервуаре. В верхней изогнутой части сифона создается разрежение. Расход жидкости зависит от напора, определяемого расстоянием от уровня жидкости в расходном резервуаре до выходного отверстия сифонной трубки.

Дозирование жидкостей осуществляется по объему или по уровню.

Действующий напор при розливе определяется уравнением:

$$H = h + \frac{P_1 - P_2}{\rho},$$

где h – высота столба жидкости, м;

P_1 – давление газа над жидкостью в расходном резервуаре или в дозаторе, МПа;

P_2 – давление газа в бутылке, МПа;

ρ – плотность жидкости, кг/м³.

Как правило, разливные машины настраивают на один тип бутылок. С конструктивной точки зрения различных типов фасовочных машин сравнительно немного.

Современные разливные автоматы являются в основном устройствами карусельного типа, в которых на неподвижной станине с расположенными на ней механизмами установлен вращающийся расходный резервуар для приема жидкости с разливочными приборами и поплавковой системой, поддерживающей при фасовке постоянный уровень продукта в нем. Модуль всех разливных машин, т. е. отношение диаметра карусели к числу фасовочных устройств, равен 35 мм.

Виноградные вина, ликеро-водочные изделия, коньяки, соки можно фасовать на барометрических и вакуумных разливных автоматах. Практически все существующие отечественные разливные автоматы для тихих напитков по условиям фасовки относятся к гравитационным.

Устройство и принцип работы фасовочной машины ВРА-6А

Фасовочная машина Т1-ВРА-6А выполнена с операционным ротором, совершающим непрерывное движение. Она предназначена

для фасования вина, водки и других негазированных напитков в стеклянные бутылки. Машина обеспечивает наполнение бутылок по объему.

Фасовочная машина ВРА-6А (рис. 19а) состоит из станины 1, операционного ротора, карусели 4 с дозировочными устройствами 3, стола-конвейера 2 с загрузочной 5 и выгрузочной 6 звездочками.

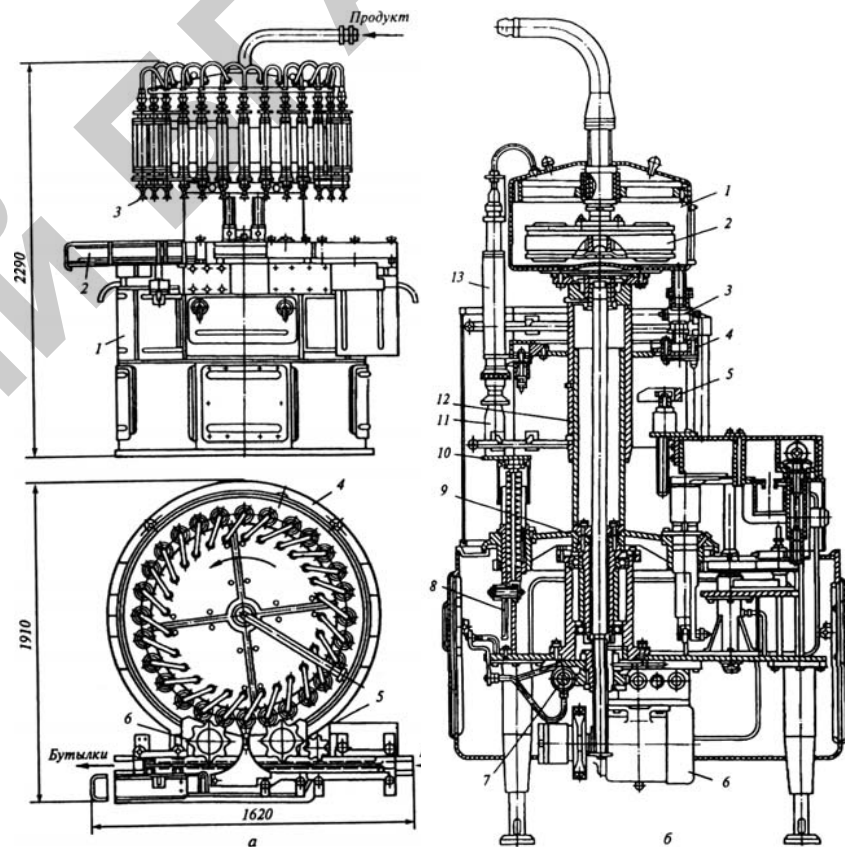


Рис. 19. Машина ВРА-6А для фасования негазированных жидкостей:
 а – общий вид: 1 – станина; 2 – стол-конвейер; 3 – дозировочные устройства; 4 – карусель; 5 – загрузочная звездочка; 6 – выгрузочная звездочка;
 б – разрез: 1 – резервуар; 2 – поплавковое устройство; 3 – кран; 4 – полый коллектор; 5 – верхний копир; 6 – электродвигатель; 7 – червячный редуктор; 8 – нижний копир; 9 – операционный ротор; 10 – подъемный столик; 11 – бутылки; 12 – телескопическая стойка; 13 – дозировочное устройство

Машина (рис. 19б) имеет резервуар 1, уровень жидкости в котором поддерживается поплавковым устройством 2. С внешней стороны резервуара расположен указатель уровня, а в дне имеется спускной кран.

Поплавковое устройство смонтировано в крышке резервуара. Оно состоит из трубы, через которую жидкость подводится к машине, и поплавка с клапаном, прекращающим доступ продукта в резервуар в случае его переполнения. При помощи специальной гайки, расположенной с внешней стороны крышки, можно регулировать положение поплавка в резервуаре.

Под резервуаром 1 установлен полый коллектор 4, сообщающийся с ним через кран 3. В отверстия на дне коллектора вставлены наполнительные клапаны дозирочных устройств 13.

Резервуар вместе с поплавковым и дозирочными устройствами закреплен на телескопической стойке 12. Положение резервуара по высоте регулируется.

Нижняя труба телескопической стойки закреплена на операционном роторе 9, в котором соосно с дозирочными устройствами 13 смонтированы подъемные столики 10, на которые устанавливаются бутылки 11. Вертикальное перемещение столиков 10 обеспечивают закрепленные на них ролики, которые в процессе вращения стола обкатываются по верхнему 5 и нижнему 8 копирам.

Ротор 9 закреплен на главном валу, при помощи которого также вращается карусель. Вращение вала передается от электродвигателя 6 через клиноременный вариатор, червячный редуктор 7 и зубчатую передачу.

Технологический процесс фасования жидких продуктов на машине ВРА-6А состоит в следующем. Вымытые бутылки, пройдя визуальный контроль (удаляются бутылки с трещинами, сколами горла и другими дефектами), конвейером подаются к фасовочной машине. Они воздействуют на кнопку пуска, включают привод машины. Делительная звездочка передает бутылки на загрузочную звездочку. Затем бутылки столиком поднимаются вверх под центрирующие розетки дозирочных устройств, где уплотняется горлышко и открывается клапан для слива жидкости.

Жидкость дозируется в бутылки по объему, ограниченному вытеснителем в мерном стакане дозирочного устройства. Истечение жидкости происходит самотеком по стенкам бутылки (шатровый налив), а воздух удаляется в резервуар через центральную трубу.

Заполненная бутылка опускается, снимается разгрузочной звездочкой на конвейер для подачи в укупорочную машину.

Технические характеристики машин для фасования жидких продуктов представлены в таблице 15.

Таблица 15

Технические характеристики машин для фасования жидких продуктов

| Показатель | ВРА-6А | ЛПМ2-610В.1 | ВДР-12В |
|---|----------------|----------------|----------------|
| Производительность, бутылок в час | 6000 | 6000 | 12 000 |
| Число фасовочных устройств, шт. | 28 | 24 | 60 |
| Вместимость бутылки, л | 0,5 или 0,7 | 0,5 | 0,5 |
| Номинальный напор жидкости, подаваемой в резервуар, МПа | 0,003–0,005 | 0,003–0,005 | 0,25–0,45 |
| Установленная мощность, кВт | 3,7 | 3,9 | 5,3 |
| Габариты, мм | 1620×1910×2290 | 2020×1680×2400 | 3599×2840×9200 |
| Масса, кг | 2000 | 3000 | 9200 |

Расчетная часть

Задание: выполнить расчет разливочного автомата, если заданы: z – количество наполнительных устройств, шт.; n – частота вращения карусели, мин^{-1} ; $f_{\text{отв}}$ – площадь выходного отверстия наполнителя, м^2 ; H – высота столба жидкости в дозирочном стакане, м; z_i – число подъемных столиков, одновременно перемещающихся по горизонтальному участку копира, шт.; G_1 – усилие сжатой пружины, Н; G_2 – сила тяжести штока, столика с подшипником, роликом и порожней бутылкой, Н; G_3 – сила тяжести штока, подшипника, ролика и бутылки, наполненной жидкостью, Н; G_4 – сила тяжести главного вала с прикрепленными к нему деталями, Н; D – диаметр

шарикоподшипника, м; d – диаметр окружности по центрам шариков подшипника, м.

Методика расчета

1. Теоретическая производительность разливочного автомата, бут./с:

$$\Pi_T = zn = \frac{z\omega}{2}.$$

где n – частота вращения карусели, с⁻¹;
 ω – угловая скорость карусели, рад/с.

2. Длительность одного оборота карусели, с:

$$T = \frac{1}{n} = \frac{z}{\Pi_T}.$$

3. Расчетная производительность, бут./с:

$$\Pi_p = \frac{z_n}{\tau_n},$$

где z_n – количество приборов (подъемных столиков), одновременно работающих на наполнение бутылок:

$$z_n = \psi \cdot z,$$

где $\psi = z_n/z$ – коэффициент использования рабочих позиций разливочных устройств, равный отношению количества приборов, одновременно работающих на наполнение, к общему количеству приборов на карусели ($\psi = 0,3-0,6$);

τ_n – время наполнения бутылки жидкостью, с.

4. Время наполнения бутылки жидкостью, с:

$$\tau_n = \frac{2Q}{\mu f_{отв} \sqrt{2gH}},$$

где Q – объем жидкости в стакане дозатора, м³ ($Q = 5 \cdot 10^{-4}$);
 μ – коэффициент расхода, характеризующий сопротивление сливного тракта и физические свойства разливаемой жидкости ($\mu = 0,4-0,7$);

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения.

Время τ_n является важнейшим параметром разливочных машин и зависит от метода розлива и принципа дозирования жидкости.

Производительность разливочной машины является функцией времени наполнения бутылки жидкостью, равного времени опорожнения мерного стакана дозатора.

5. Фактическая производительность, бут/с,

$$\Pi_\phi = \frac{z}{1,62\lambda\tau_n},$$

где λ – коэффициент запаса, учитывающий неточное определение и изменение τ_n при фасовке пищевых жидкостей ($\lambda = 1,4$).

6. Коэффициент использования технической мощности разливочного автомата:

$$\xi = \Pi_\phi/\Pi_T.$$

При расчете разливочных автоматов необходимым элементом проектирования является определение следующих условий: неопрокидывание и несоскальзывание бутылок, находящихся на подъемном столике вращающейся карусели. При этом рассматривается два варианта: для порожней и наполненной бутылки.

7. Условие неопрокидывания бутылок:

$$F_{цб}h \leq G_6 \frac{d_6}{2}.$$

где $F_{цб}$ – центробежная сила, действующая на бутылку, Н;

h – высота центра тяжести бутылки, м ($h = 0,095$);

G_6 – вес бутылки, Н ($G_6 = m \cdot g$).

Условие несоскальзывания бутылок с подъемного стола:

$$F_{цб} < G_6 \cdot f_{тр},$$

где $f_{тр}$ – коэффициент трения скольжения стеклянной бутылки о материал столика ($f_{тр} = 0,1$).

$$F_{цб} = m\omega^2R,$$

где R – радиус окружности по центрам подъемных столиков, м ($R = 0,28$);

m – масса бутылки, наполненной жидкостью, кг:

$$m = m_6 + m_{ж},$$

где m_6 – масса пустой бутылки, кг ($m_6 = 0,45$);

$m_{ж}$ – масса жидкости, наполняющей бутылку, кг ($m_{ж} = 0,500 + 0,035$).

Энергия, расходуемая разливающим автоматом, затрачивается на перекачивание роликов подъемных столиков по копиру и вращение карусели автомата.

8. Сопротивление P_1 от перекачивания роликов по горизонтальному участку копира, Н:

$$P_1 = \frac{z(G_1 + G_2)(2k + fd)}{D},$$

где k – коэффициент трения качения шарикоподшипника ролика, м ($k = 0,005$);

f – условный коэффициент трения скольжения подшипника ($f = 0,15$).

9. Сопротивление P_2 на участке подъема штока с учетом угла подъема копира, Н:

$$P_2 = \left[(G_1 + G_3) \sin \alpha + \cos \alpha \frac{2k + fd}{D} \right] \frac{1}{\cos \alpha},$$

где G_3 – сила тяжести штока, подшипника, ролика и наполненной бутылки, Н;

α – угол подъема профиля копира, град. ($\alpha = 45^\circ$).

Сопротивлением движению ролика на участке копира с опусканием штока можно пренебречь.

10. Суммарное сопротивление P движению всех роликов, одновременно находящихся в контакте с копиром, Н:

$$P = P_1 + P_2.$$

11. Мощность N_1 , расходуемая на перекачивание роликов по копиру, кВт:

$$N_1 = 10^{-3} P v,$$

где v – линейная скорость перемещения столиков, м/с ($v = \omega R$).

12. Мощность N_2 , расходуемая на вращение карусели без учета сопротивления роликов, кВт

$$N_2 = 10^{-3} G_4 f_b \pi d_1 \omega,$$

229

где f_b – условный коэффициент трения скольжения подшипника ($f_b = 0,1$);

d_1 – диаметр окружности по центрам шариков упорного подшипника главного вала, м ($d_1 = d$).

13. Суммарная мощность N на главном валу разливающего автомата, кВт:

$$N = \frac{N_1 + N_2}{\eta_k},$$

где η_k – КПД подшипников качения ($\eta_k = 0,98$).

14. Мощность электродвигателя привода разливающего автомата $N_{де}$, кВт:

$$N_{де} = KN / \eta_{пр},$$

где K – коэффициент пуска ($K = 1,15$);

$\eta_{пр}$ – КПД привода ($\eta_{пр} = 0,8$).

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены разливающие автоматы и какие пищевые жидкости разливают в стеклянные бутылки?
2. Какова классификация разливающих автоматов?
3. Чем характеризуются методы розлива пищевых жидкостей?
4. Что такое модуль разливающих машин?
5. Назовите основные конструктивные элементы, характерные для всех разливающих автоматов.
6. Что называется кинематическим, рабочим и технологическим циклами автомата?
7. Чем отличаются автоматы, дозирующие жидкости по объему и по уровню?

Содержание отчета

- 1) цель работы;
- 2) теоретическая часть, в которой излагается классификация разливающих автоматов, устройство и принцип работы разливающего автомата;
- 3) расчетная часть, в которой приводится расчет разливающего автомата по предлагаемому варианту (табл. 16).

230

Таблица 16

Варианты индивидуальных заданий

| Номер варианта | z , шт. | n , мин ⁻¹ | $f_{отв} \cdot 10^4$, м ² | H , м | z_b , шт. | G_1 , Н | G_2 , Н | G_3 , Н | G_4 , Н | D , м | d , м |
|----------------|-----------|-------------------------|---------------------------------------|---------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|
| 1 | 16 | 6,25 | 0,8 | 0,225 | 5 | 196 | 108 | 118 | 2945 | 0,372 | 0,340 |
| 2 | 18 | 5,56 | 0,9 | 0,230 | 6 | 245 | 118 | 128 | 3140 | 0,380 | 0,350 |
| 3 | 20 | 5,00 | 1,0 | 0,245 | 6 | 215 | 128 | 137 | 3240 | 0,388 | 0,355 |
| 4 | 22 | 4,55 | 1,1 | 0,269 | 7 | 225 | 137 | 148 | 3435 | 0,394 | 0,360 |
| 5 | 25 | 4,00 | 1,2 | 0,270 | 8 | 186 | 148 | 157 | 3335 | 0,400 | 0,370 |
| 6 | 28 | 3,57 | 1,3 | 0,280 | 9 | 196 | 157 | 168 | 3535 | 0,375 | 0,345 |
| 7 | 16 | 6,25 | 1,4 | 0,250 | 5 | 235 | 168 | 196 | 3140 | 0,380 | 0,350 |
| 8 | 18 | 5,56 | 1,5 | 0,250 | 6 | 245 | 196 | 215 | 3435 | 0,388 | 0,355 |
| 9 | 16 | 6,25 | 1,6 | 0,230 | 5 | 225 | 108 | 215 | 3140 | 0,372 | 0,340 |
| 10 | 18 | 5,60 | 1,7 | 0,240 | 6 | 168 | 118 | 196 | 3240 | 0,380 | 0,350 |
| 11 | 20 | 5,00 | 1,6 | 0,245 | 6 | 196 | 128 | 168 | 3435 | 0,388 | 0,355 |
| 12 | 22 | 4,55 | 1,5 | 0,250 | 7 | 235 | 137 | 157 | 3335 | 0,394 | 0,360 |
| 13 | 25 | 4,00 | 1,4 | 0,260 | 8 | 245 | 148 | 148 | 3535 | 0,400 | 0,370 |
| 14 | 28 | 3,57 | 1,3 | 0,270 | 9 | 196 | 157 | 137 | 2945 | 0,373 | 0,345 |
| 15 | 20 | 5,00 | 1,2 | 0,280 | 6 | 215 | 168 | 128 | 3140 | 0,380 | 0,350 |
| 16 | 22 | 4,55 | 1,1 | 0,260 | 7 | 245 | 196 | 118 | 3240 | 0,388 | 0,355 |
| 17 | 16 | 6,25 | 1,0 | 0,240 | 5 | 196 | 196 | 215 | 2945 | 0,372 | 0,340 |
| 18 | 18 | 5,56 | 0,9 | 0,250 | 6 | 245 | 168 | 196 | 3140 | 0,380 | 0,350 |
| 19 | 20 | 5,00 | 0,8 | 0,225 | 6 | 215 | 157 | 118 | 3240 | 0,388 | 0,355 |
| 20 | 22 | 4,55 | 1,5 | 0,240 | 7 | 225 | 148 | 128 | 3435 | 0,394 | 0,360 |
| 21 | 25 | 4,00 | 1,6 | 0,250 | 8 | 186 | 137 | 137 | 3335 | 0,400 | 0,370 |
| 22 | 28 | 3,57 | 1,7 | 0,260 | 9 | 196 | 128 | 148 | 3535 | 0,375 | 0,345 |
| 23 | 16 | 6,25 | 1,5 | 0,270 | 5 | 235 | 118 | 157 | 3140 | 0,380 | 0,350 |
| 24 | 18 | 5,56 | 1,6 | 0,280 | 6 | 245 | 108 | 168 | 3435 | 0,388 | 0,355 |
| 25 | 20 | 5,00 | 1,7 | 0,250 | 6 | 225 | 196 | 196 | 3240 | 0,400 | 0,370 |

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4. УСТРОЙСТВО, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, РАСЧЕТ ПОДВЕСНЫХ КОНВЕЙЕРНЫХ ПУТЕЙ

Цель занятия: ознакомиться с классификацией подвесных путей; изучить устройство, принцип действия, провести расчет **подвесного горизонтального конвейера ГК-11.**

Теоретическая часть

При переработке скота передачу туш и продукции от операции к операции осуществляют по подвесным путям.

Преимущества подвесных путей перед стационарным напольным транспортом следующие:

- на технологической линии, в которой используется подвесной путь, в любой точке можно проводить необходимые операции;
- подвесной путь позволяет эффективно использовать площадь производственного помещения;
- подвесной путь отвечает требованиям производственной гигиены, поскольку при транспортировке туши животных не соприкасаются друг с другом, а также с технологическим оборудованием и строительными конструкциями цеха;
- подвесной путь обладает небольшим удельным сопротивлением трения, что обеспечивает ему низкую энергоёмкость по сравнению с напольными видами транспорта;
- транспортировка грузов по подвесному пути проходит без шума и без загрязнения пола производственных помещений;
- подвесной путь позволяет выведение из потока отдельных грузов и обратное включение их в поток без приостановки производственного процесса;
- подвесной путь значительно облегчает выполнение некоторых технологических операций, за счет чего повышается производительность труда.

Основными недостатками подвесных путей являются: значительные их габариты и масса, высокая удельная стоимость (стоимость 1 погонного м пути); небольшой КПД передач от двигателя к тяговому органу; возможность попадания капель смазки на транспортируемую продукцию; возможность падения грузов и свободно

и синхронизирующее устройство, но в случае применения много-скоростных электродвигателей вариаторы скорости исключаются.

Каркас – это главная балка, воспринимающая нагрузки на подвесные пути, и путевая, служащая для крепления к ним подвесок. Главные балки опираются на строительные конструкции здания. Путевые балки соединяются с главными.

Подвески служат для крепления к ним путевого рельса и передачи всей нагрузки на каркас.

Рельс служит опорой при перемещении грузов по заданному направлению. На мясокомбинатах применяются, как правило, одно-рельсовые (монорельсовые) пути из полосовой стали сечением 12×60 или 12×65 мм и трубчатые из труб диаметром 51 мм.

Стрелки служат для перевода грузонесущих органов с одного рельсового пути на другой. Применяют переводные стрелки двух основных типов – для однорельсовых путей из полосовой стали и для трубчатых путей.

Приводная станция – привод тягового органа подвесного конвейера. Приводные станции бывают: несинхронизируемые, состоящие из электродвигателя с постоянной скоростью вращения вала, соединительной муфты, редуктора и приводной звездочки (скорость движения тягового органа при этом постоянна); несинхронизируемые, состоящие из многоскоростного электродвигателя или электродвигателя, соединенного с вариатором скоростей, редуктора и приводной звездочки (скорость движения тягового органа в этом случае можно изменить); синхронизируемые, позволяющие одновременно и синхронно изменять скорость ряда конвейеров, работающих в общем технологическом потоке.

Отдельную группу приводов составляют междуконвейерные приводы, применяемые в тех случаях, если нет необходимости устанавливать индивидуальный привод.

Один из синхронизируемых приводов конвейерных подвесных путей является ведущим, а другой – ведомым.

Натяжные станции – натяжные устройства винтового и грузового типов обеспечивают натяжение тяговой цепи.

Натяжная станция винтового типа состоит из рамы, двух цилиндрических направляющих, каретки с осью, на которой вращается звездочка, и сборника для масла. На каретке закреплен натяжной винт. При подвинчивании гайки натяжного винта цепь натягивается.

Натяжные станции грузового типа применяют при длине тягового органа подвесного конвейера более 100 м. Натяжение тягового органа осуществляется противовесом через блок.

Оборотные станции изменяют направление движения тягового органа в плоскости расположения конвейера.

Основные конструктивные элементы подвесных путей

Тяговые органы подвесных путей – преимущественно пластинчатые шарнирные цепи. В подвесных конвейерах применяют шарнирные беззвучные стальные цепи, состоящие из штампованных звеньев с шагом 150 мм, соединяемых с помощью штырей (болтов), и втулочные.

Конвейерная цепь с пальцем снизу состоит из звеньев, к которым на расстоянии 600, 900 и 1800 мм шарнирно прикреплены пальцы. При движении цепи пальцы упираются выступами в пластину, сохраняют вертикальное положение и толкают грузонесущие органы с грузом, перемещая его по подвесному полосовому пути.

Конвейерная цепь с пальцем сбоку отличается от цепи с пальцем снизу тем, что грузотолкающий палец закреплен жестко сбоку на пластине.

При ритмично-пульсирующем движении в качестве тягового органа могут быть использованы штанги и цепи – замкнутые и разомкнутые. Шнековые тяговые органы применяются при горизонтальных или наклонных перемещениях.

Грузонесущие органы могут быть съемными и свободно сидящими на рельсе (рис. 20к–н) или со встроенными в цепь 1 роликами 2 (рис. 20о) с грузонесущим звеном 3. Стальные крючки (рис. 20н) проще в изготовлении, чем ходовые ролики, но они быстрее изнашиваются и больше (в 3–4 раза) расходуют энергии. Роликовые грузонесущие механизмы, перемещаемые по рельсам из полосовой стали, могут быть с одним или двумя роликами. На рис. 20и приведен механизм с одним роликом 1, установленным в скобе 2 на оси 3; к скобе прикреплен крюк 4.

Ходовая каретка (рис. 20к) имеет ролики 1 и 2, скобы 3 и 4 которых стянуты полосами 5 и 6. Такие каретки применяются для перемещения тяжелых грузов.

Конструкция и принцип действия подвесного горизонтального конвейера ГК-11 с пальцем сбоку

Предназначен для непрерывного и равномерного перемещения крупного, мелкого рогатого скота и свиней. Входит в состав непрерывных конвейерных линий цехов и заводов первичной переработ-

ки скота. Конвейер состоит (рис. 21) из **приводной и натяжной станций, оборотных станций рабочих и холостых ветвей, подвесок рабочего и холостого ходов цепи, тягового органа, каркаса.**

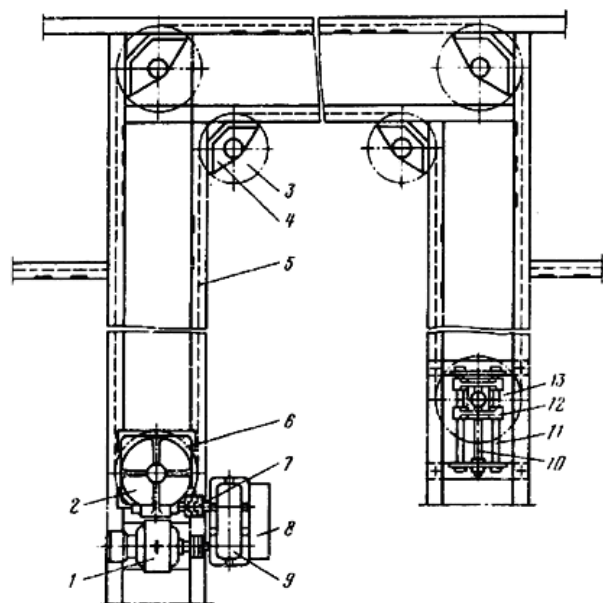


Рис. 21. Подвесной горизонтальный конвейер ГК-11:

1 – электродвигатель; 2 – червячный редуктор; 3 – оборотные станции в виде звездочки; 4 – кронштейн; 5 – цепь с пальцем сбоку; 6 – ведущая звездочка; 7 – муфта; 8 – пульт управления конвейером; 9 – цилиндрический редуктор; 10 – натяжной винт; 11 – цилиндрические направляющие; 12 – каретка; 13 – звездочка

Приводная станция – электродвигатель 1, цилиндрический редуктор 9 и червячный редуктор 2. Тихоходный вал цилиндрического редуктора самоустанавливающегося муфтой 7 связан с червячным редуктором, на выходном валу которого крепится ведущая звездочка 6, приводящая в движение тяговый орган 5.

Натяжение цепи осуществляется натяжной станцией винтового типа, включающей в себя каретку 12, две цилиндрические направляющие 11 и натяжной винт 10. На оси каретки свободно вращается звездочка 13. Обратные станции изменяют направление движения тяговой цепи и выполнены в виде звездочки 3, свободно вращающейся на оси, установленной в кронштейне 4.

Подвески рабочего и холостого ходов цепи, изготовленные из чугуна, крепятся к путевым балкам болтами.

Тяговый орган 5 – пластинчатая, шарнирная, безвтулочная цепь с пальцем сбоку.

Грузонесущий орган – троллеи, роликовые подвески с крюками для навешивания туш.

Каркас – сварная конструкция из профильного и листового металла.

Конвейер включается в работу при помощи пульта управления 8. В процессе движения конвейера пальцы цепи толкают поступающие на полосовой рельс троллеи с подвешенными на крюках тушами, которые перемещаются непрерывно от одной технологической операции к другой. После окончания технологического цикла на данном конвейере туши на троллеях поступают на другой конвейер, или в случае освобождения троллей от груза пустые троллеи по холостой ветви конвейера поступают на рабочую ветвь либо собираются в бункер пустых троллей.

Техническая характеристика подвесного горизонтального конвейера ГК-11 приведена в табл. 17.

Таблица 17

Техническая характеристика конвейера

| Показатель | Значение |
|--|-------------------------|
| Производительность, туш/ч | 17–238 |
| Тяговый орган | пластинчатая цепь |
| Скорость движения цепи, м/мин | 0,33–8,1 |
| Шаг цепи, мм | 150 |
| Длина секции, мм | 1800 |
| Число секций | по требованию заказчика |
| Несущая способность рабочих подвесок, Н | 4300 |
| Крутящий момент вертикального вала редуктора при непрерывной работе, Н · м | 450 000 |
| Потребляемая электроэнергия, кВт · ч | 6 |
| Масса, кг | 2150 |

Расчетная часть

Задание: провести расчет основных параметров горизонтальных подвесных путей, если заданы: v – скорость движения конвейера, м/мин; g – масса единицы продукции, кг; φ – коэффициент, учитывающий неравномерность поступления продукции; Z – число параллельных рядов обрабатываемой продукции; l – расстояние между единицами продукции, м; P – суммарное сопротивление, преодолеваемое рабочими деталями, Н; η_a – коэффициент запаса мощности ($\eta_a = 1,3-1,5$); η – КПД. передач от двигателя к рабочим органам; η_1 – коэффициент, учитывающий дополнительные потери энергии.

Методика расчета

1. Производительность непрерывно действующего конвейера:

$$M = \frac{3600vZ\varphi}{l} \text{ (туш/ч); } M = \frac{3600vZg\varphi}{l} \text{ (кг/ч),}$$

где v – скорость движения конвейера, м/с.

2. Мощность двигателя непрерывно действующего конвейера N , кВт:

$$N = \frac{gPv\eta_a}{1000\eta_1} = \frac{P_0v\eta_a}{1000\eta_1} = \frac{Pv\eta_a}{102\eta_1}.$$

где P_0 – суммарное сопротивление, преодолеваемое рабочими деталями, кг · с.

Контрольные вопросы

1. По каким признакам классифицируются подвесные пути?
2. Назовите основные конструктивные элементы подвесных путей.
3. Что такое приводная станция и какие они бывают?
4. Назовите устройство подвесного горизонтального конвейера.

Содержание отчета

- 1) цель работы;
- 2) теоретическая часть, в которой излагается классификация подвесных путей, перечисляются основные конструктивные элементы

подвесных путей, приводятся конструкция и принцип действия подвесного горизонтального конвейера ГК-11 с пальцем сбоку;

3) расчетная часть, в которой приводятся расчеты основных параметров горизонтальных подвесных конвейеров по предлагаемым вариантам (табл. 18).

Таблица 18

Варианты индивидуальных заданий

| Номер варианта | v , м/мин | g , кг | φ | Z | l , м | P , Н | η_a | η | η_1 |
|----------------|-------------|----------|-----------|-----|---------|---------|----------|--------|----------|
| 1 | 0,33 | 600 | 0,8 | 1 | 1,2 | 900 | 1,3 | 0,75 | 0,95 |
| 2 | 0,48 | 590 | 0,85 | 2 | 1,185 | 880 | 1,4 | 0,8 | 0,9 |
| 3 | 0,63 | 580 | 0,9 | 1 | 1,165 | 860 | 1,5 | 0,85 | 0,85 |
| 4 | 0,78 | 570 | 0,95 | 1 | 1,145 | 840 | 1,3 | 0,9 | 0,8 |
| 5 | 0,93 | 560 | 0,8 | 2 | 1,125 | 820 | 1,4 | 0,95 | 0,75 |
| 6 | 1,08 | 550 | 0,85 | 1 | 1,105 | 800 | 1,5 | 0,75 | 0,95 |
| 7 | 1,23 | 540 | 0,9 | 1 | 1,085 | 780 | 1,3 | 0,8 | 0,9 |
| 8 | 1,38 | 530 | 0,95 | 2 | 1,065 | 760 | 1,4 | 0,85 | 0,85 |
| 9 | 1,53 | 520 | 0,8 | 1 | 1,045 | 740 | 1,5 | 0,9 | 0,8 |
| 10 | 1,68 | 510 | 0,85 | 1 | 1,025 | 720 | 1,3 | 0,95 | 0,75 |
| 11 | 1,83 | 500 | 0,9 | 2 | 1,005 | 700 | 1,4 | 0,75 | 0,95 |
| 12 | 1,98 | 490 | 0,95 | 1 | 1,2 | 680 | 1,5 | 0,8 | 0,9 |
| 13 | 2,13 | 480 | 0,8 | 1 | 1,185 | 660 | 1,3 | 0,85 | 0,85 |
| 14 | 2,28 | 470 | 0,85 | 2 | 1,165 | 640 | 1,4 | 0,9 | 0,8 |
| 15 | 2,43 | 460 | 0,9 | 1 | 1,145 | 620 | 1,5 | 0,95 | 0,75 |
| 16 | 2,58 | 450 | 0,95 | 1 | 1,125 | 600 | 1,3 | 0,75 | 0,95 |
| 17 | 2,73 | 440 | 0,8 | 2 | 1,105 | 580 | 1,4 | 0,8 | 0,9 |
| 18 | 2,88 | 430 | 0,85 | 1 | 1,085 | 560 | 1,5 | 0,85 | 0,85 |
| 19 | 3,03 | 420 | 0,9 | 1 | 1,065 | 540 | 1,3 | 0,9 | 0,8 |
| 20 | 3,18 | 410 | 0,95 | 2 | 1,045 | 520 | 1,4 | 0,95 | 0,75 |
| 21 | 3,33 | 400 | 0,8 | 1 | 1,025 | 500 | 1,5 | 0,75 | 0,95 |
| 22 | 3,48 | 390 | 0,85 | 1 | 1,005 | 480 | 1,3 | 0,8 | 0,9 |
| 23 | 3,63 | 380 | 0,9 | 2 | 1,2 | 460 | 1,4 | 0,85 | 0,85 |
| 24 | 3,78 | 370 | 0,95 | 1 | 1,185 | 440 | 1,5 | 0,9 | 0,8 |
| 25 | 3,93 | 360 | 0,8 | 1 | 1,165 | 420 | 1,3 | 0,95 | 0,75 |

УСТРОЙСТВО, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, РАСЧЕТ ШКУРОСЪЕМНЫХ МАШИН

Цель занятия: ознакомиться с конструктивными типами шкуроеъемных машин, изучить устройство, принцип действия, провести расчет агрегата «Москва-4».

Теоретическая часть

После обескровливания с туш крупного, мелкого рогатого скота, а также свиней снимают шкуру.

Шкуры с туш скота можно снимать механическим, тепловым, химическим, пневматическим или комбинированным способом. Наиболее широкое применение получил механический способ, при котором подкожный слой разрушают путем разрыва или разрезания.

Шкуру нужно отделять от туш так, чтобы не было повреждений как самой шкуры, так и поверхности туши. Поврежденная шкура обесценивается, а повреждения туши (срывы мяса или жира) не только ведут к потерям сырья, но и делают поверхность туши более доступной для проникновения микроорганизмов.

В зависимости от анатомо-гистологической структуры шкуры, вида животных, пола, упитанности требуются различные усилия для отделения шкуры от туши. Кроме того, на разных участках шкуры требуются различные направления приложения этих усилий. Наибольшие усилия возникают при отрыве шкуры от туш крупного рогатого скота в области лопаточно-плечевой и задней частей.

Важным фактором при съемке шкуры является скорость съемки. С увеличением скорости увеличивается количество выхватов жира и мяса; с повышением упитанности допустимая скорость уменьшается. Эмпирически установлена зависимость угла направления приложения усилий относительно оси туши от предельной скорости съемки шкуры.

Усилия при съемке шкур с туш крупного рогатого скота нужно направлять в начале операции перпендикулярно к поверхности туши, затем параллельно поверхности туши. При съемке шкуры с мелкого рогатого скота и свиней усилия постоянно направлены параллельно поверхности туши.

Перечисленные особенности съемки шкур с убойных животных легли в основу конструкций и шкуроеъемных машин.

Конструктивно современные шкуроеъемные машины постоянно совершенствуются, и по этому признаку классифицировать их пока затруднительно. Однако для шкуроеъемных машин непрерывного действия можно выделить три характерных конструктивных типа: **барабанные машины, двух конвейерные и трехконвейерные.**

Наиболее перспективными из них являются трехконвейерные машины, которые могут быть с параллельными конвейерами или с одним наклонным конвейером и двумя параллельными.

Агрегат «Москва-4» является трехконвейерным, с параллельными конвейерами, электромеханическим трехскоростным приводом, без специального технологического оборудования предназначен для съемки шкур крупного рогатого скота в непрерывном режиме.

Общий вид агрегата «Москва-4» представлен на рисунке 22. Агрегат располагается под рельсами 1, по которым передвигаются при помощи цепного конвейера закрепленные за задние конечности на роликовых подвесках туши крупного рогатого скота.

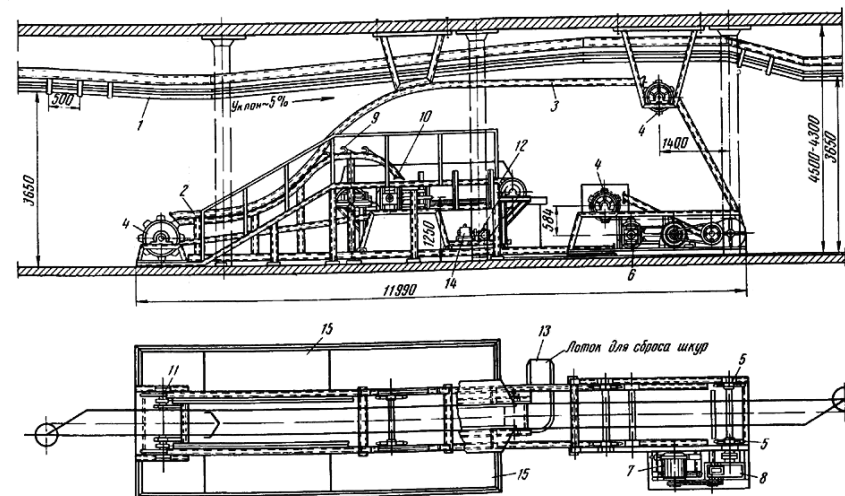


Рис. 22. Установка для снятия шкур с крупного рогатого скота:
1 – рельсы; 2, 9 – цепи с пальцами; 3 – балка; 4 – направляющие звездочки;
5 – ведущие звездочки; 6 – натяжные звездочки; 7 – электродвигатель;
8 – редуктор; 10 – направляющие; 11 – вал; 12 – ленточный транспортер;
13 – спуск; 14 – электродвигатель; 15 – площадка для обслуживающего персонала

Агрегат состоит из пары синхронно движущихся цепей 2, несущих скалки; цепи 2 скользят по юлкам балки 3, имеющей форму лекальной кривой, и обегают направляющие звездочки 4, ведущие 5 и натяжные 6. Приводная станция включает трехскоростной электродвигатель 7, редуктор 8 и ведущие звездочки 5.

Вторая пара синхронно движущихся цепей с пальцами 9 для фиксации шкур скользит по направляющим 10 также лекальной формы. Эти цепи приводятся в действие тем же приводом, что и цепи 2 через вал 11, на котором установлены звездочки 4.

Изменение положения туши при движении ее через агрегат приведено на рисунке 23.

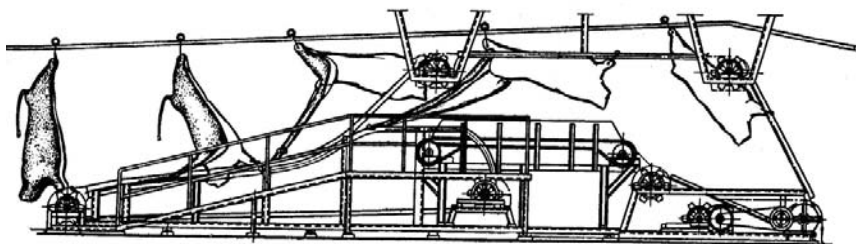


Рис. 23. Схема изменения положения туш крупного рогатого скота при движении через агрегат «Москва-4»

Шкура после отрыва ее от туши принимается на ленточный транспортер 12, где ее ошпаривают и по спуску 13 передают в цех обработки и консервирования.

Транспортер 12 приводится в действие от отдельного электродвигателя 14. Вдоль агрегата с двух сторон предусмотрены площадки 15 для обслуживающего персонала.

Агрегат «Москва-4» работает следующим образом. Туши крупного рогатого скота по горизонтальному участку подвесного пути 1 при помощи технологического конвейера подаются в рабочую зону агрегата, при этом туша разворачивается на 90° и поступает на агрегат в вертикальном положении грудной частью вперед.

В зоне обводных звездочек 4 рабочие фиксируют передние конечности туши за скалки, соединяющие между собой цепи 2, а концы забелованной шкуры – за пальцы 9 второй пары цепей, движущихся по направляющим 10.

Вследствие определенной лекальной формы подвесного пути 1 балок 3 и направляющих 10, в начальной фазе съемка шкуры идет

в боковом направлении, а затем, при изменении положения туши, в продольном направлении.

После отрыва шкура попадает на ленточный транспортер 12, а затем на спуск 13, по которому она выводится из агрегата. Туша без шкуры выводится из агрегата в вертикальном положении по подвесному пути 1 на горизонтальный участок и разворачивается при этом на 90° , занимая первоначальное положение.

Техническая характеристика шкуроемного агрегата «Москва-4» представлена в табл. 19.

Таблица 19

Техническая характеристика агрегата «Москва-4»:

| Показатель | Значение |
|------------------------------|--------------|
| Производительность, туш/ч: | |
| – на I скорости; | 70 |
| – на II скорости; | 94 |
| – на III скорости | 140 |
| Масса обрабатываемых туш, кг | не более 600 |
| Скорость движения, м/мин: | |
| – конвейера ног: | |
| на I скорости; | 5; 20 |
| на II скорости; | 6; 97 |
| на III скорости; | 10; 54 |
| – конвейера шкур: | |
| на I скорости; | 1; 86 |
| на II скорости; | 2; 64 |
| на III скорости | 3; 96 |

Расчетная часть

Задание: провести расчет основных параметров шкуроемной машины, если заданы: $v_{пр}$ – принятая скорость продольной съемки шкуры, м/с; φ – коэффициент использования максимально возможной производительности установки; l – длина шкуры, м; $\tau_{ф}$ – продолжительность фиксации, мин; τ_0 – продолжительность освобождения от фиксации, мин.

Методика расчета

1. Пропускная способность M установок непрерывного действия для съемки шкур, туш/ч:

$$M = \frac{180v_{\text{пр}}\varphi}{l},$$

где $v_{\text{пр}}$ – принятая скорость продольной съемки шкуры, м/ч.

2. Длительность обработки туши на установке, мин:

$$\tau = \tau_c + \tau_\phi + \tau_o,$$

где τ_c – продолжительность съема шкуры, мин:

$$\tau_c = \frac{2l}{v_{\text{пр}}}.$$

3. Число туш, одновременно проходящих через установку, шт.:

$$Z = \frac{M\tau}{60},$$

где τ – длительность обработки туши на установке, мин.

4. Длина установки L , м:

$$L = l(Z + 2).$$

5. Мощность электродвигателя установки N непрерывного действия, кВт:

$$N = \frac{P_{\text{ср}} Z v_{\text{пр}} \eta_a}{60 \cdot 1000 \eta_1 \eta_2},$$

где $P_{\text{ср}}$ – среднее усилие съемки, Н (для крупного рогатого скота $P_{\text{ср}} = 6 \cdot 10^3$);

$v_{\text{пр}}$ – принятая скорость продольной съемки шкуры, м/мин;

η_a – коэффициент запаса мощности ($\eta_a = 1,3$);

η_1, η_2 – КПД передач и установки ($\eta_1 = \eta_2 = 0,8$).

Контрольные вопросы

1. Какие существуют конструктивные типы шкуросъемных машин?
2. Опишите устройство агрегата «Москва-4».
3. Опишите работу агрегата «Москва-4».

Содержание отчета

- 1) цель работы;
- 2) теоретическая часть, в которой излагается классификация шкуросъемных машин, приводятся основные конструктивные элементы агрегата «Москва-4» и принцип его работы;
- 3) расчетная часть, в которой приводятся расчеты основных параметров шкуросъемной машины по предлагаемым вариантам (табл. 20).

Таблица 20

Варианты индивидуальных заданий

| Номер варианта | $v_{\text{пр}}$, м/с | φ | l , м | τ_ϕ , мин | τ_o , мин |
|----------------|-----------------------|-----------|---------|-------------------|----------------|
| 1 | 0,032 | 0,8 | 2,7 | 0,5 | 0,4 |
| 2 | 0,043 | 0,85 | 2,8 | 0,8 | 0,5 |
| 3 | 0,065 | 0,9 | 2,9 | 1,2 | 0,6 |
| 4 | 0,032 | 0,95 | 3,0 | 1,5 | 0,7 |
| 5 | 0,043 | 0,8 | 2,7 | 1,7 | 0,8 |
| 6 | 0,065 | 0,85 | 2,8 | 2,0 | 0,9 |
| 7 | 0,032 | 0,9 | 2,9 | 2,3 | 1,0 |
| 8 | 0,043 | 0,95 | 3,0 | 0,5 | 0,4 |
| 9 | 0,065 | 0,8 | 2,7 | 0,8 | 0,5 |
| 10 | 0,032 | 0,85 | 2,8 | 1,2 | 0,6 |
| 11 | 0,043 | 0,9 | 2,9 | 1,5 | 0,7 |
| 12 | 0,065 | 0,95 | 3,0 | 1,7 | 0,8 |
| 13 | 0,032 | 0,8 | 2,7 | 2,0 | 0,9 |
| 14 | 0,043 | 0,85 | 2,8 | 2,3 | 1,0 |
| 15 | 0,065 | 0,9 | 2,9 | 0,5 | 0,4 |
| 16 | 0,032 | 0,95 | 3,0 | 0,8 | 0,5 |
| 17 | 0,043 | 0,8 | 2,7 | 1,2 | 0,6 |
| 18 | 0,065 | 0,85 | 2,8 | 1,5 | 0,7 |
| 19 | 0,032 | 0,9 | 2,9 | 1,7 | 0,8 |
| 20 | 0,043 | 0,95 | 3,0 | 2,0 | 0,9 |
| 21 | 0,065 | 0,8 | 2,7 | 2,3 | 1,0 |
| 22 | 0,032 | 0,85 | 2,8 | 0,5 | 0,4 |
| 23 | 0,043 | 0,9 | 2,9 | 0,8 | 0,5 |
| 24 | 0,065 | 0,95 | 3,0 | 1,2 | 0,6 |
| 25 | 0,032 | 0,8 | 2,7 | 1,5 | 0,7 |

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5. УСТРОЙСТВО, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, РАСЧЕТ ВОЛЧКА

Цель занятия: ознакомиться с устройством и принципом работы волчка, провести его расчет.

Теоретическая часть

Волчки предназначены для среднего и мелкого измельчения сырья. Основные части волчка – механизмы подачи, измельчения и привод. Механизм подачи имеет загрузочный бункер, в котором либо смонтирован питатель (принудительная подача), либо его нет (сырье загружается самотеком). По конструкции питатели бывают одно- и двухшнековыми, спиральными, лопастными, пальцевыми, их расположение относительно механизма подачи может быть верхним, параллельным или боковым параллельным, перпендикулярным, угловым и соосным (рис. 24).

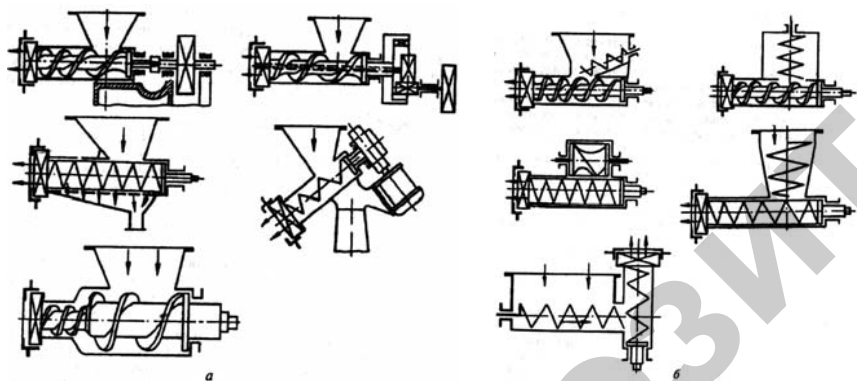


Рис. 24. Схема без принудительной (а) подачи сырья и с принудительной (б) подачи

Механизм измельчения волчка бывает коническим, цилиндрическим и плоским. Последний получил наибольшее распространение. Это вызвано не только удобством и быстротой обслуживания, но

и возможностью выполнения на нем ступенчатого измельчения, а также простотой изготовления и надежностью работы. Он представляет собой совокупность последовательно чередующихся неподвижных решеток и вращающихся ножей.

Наиболее распространенным является механизм измельчения, состоящий из приемной, промежуточной и выходной решеток, двусторонних и односторонних многозубых ножей. Особенность конструкции инструмента типа решеток – форма и размеры отверстий, представляющих собой кольцевые режущие кромки. Диаметр отверстий определяет скорость истечения сырья и степень его измельчения. Форма отверстий бывает круглой, квадратной, овальной, фасолевидной, со скосами и без них и т. д. Ножи для волчков применяют в основном трех- и четырехзубые, сплошные и составные, с одно- и двусторонней заточкой, с прямолинейными и криволинейными режущими кромками. Для жиловки мяса при измельчении используют жиловочные ножи перед выходной решеткой волчка. Они имеют разнесенные по зубьям специальные канавки, по которым при измельчении удаляются из зоны резания пленки и сухожилия. Известны также и другие конструкции жиловочных ножей.

Привод волчка электромеханический. По конструкции он может быть общим и отдельным для подающего и режущего механизмов, одно- и многоскоростным. Применение отдельного привода связано с заданием различных режимов работы подающего и режущего механизмов в зависимости от свойств измельчаемого сырья.

За основную техническую характеристику волчка принимают диаметр решетки. Наибольшее применение для измельчения мягкого мясного сырья нашли волчки с диаметрами решетки 112, 114, 120, 160 и 200 мм.

В настоящее время получили распространение волчки, которые наряду с измельчением выполняют и другие технологические операции – смешивание, жиловку, посол, наполнение фаршем оболочек при производстве колбасных изделий. Для их выполнения в приемном бункере волчка монтируют детали, которые одновременно перемешивают сырье и нагнетают его в механизм измельчения; на горловине волчка устанавливают дополнительные насадки для наполнения колбасных оболочек.

Устройство и принцип работы волчка К7-ФВП-160-2

Волчок К7-ФВП-160-2 (рис. 25) предназначен для среднего и мелкого измельчения мясного сырья.

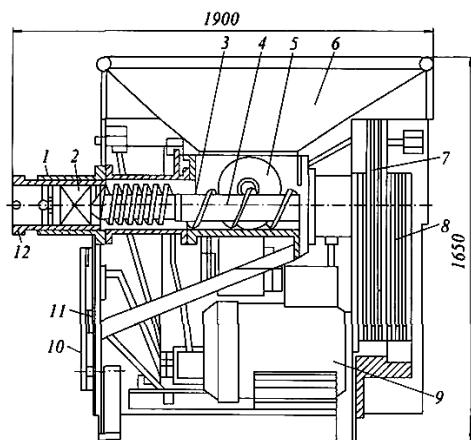


Рис. 25. Схема волчка К7-ФВП-160-2:

- 1 – подпорная решетка; 2 – режущий механизм; 3 – ножевой вал; 4 – шнек;
 5 – одновитковая лопасть; 6 – бункер; 7 – редуктор; 8 – клиноременная передача;
 9 – электродвигатель; 10 – площадки для санитарной обработки; 11 – желоб;
 12 – трубчатая насадка

Он состоит из питающего, режущего 2 механизмов, привода и станины, на которой монтируются все сборочные единицы, детали, электродвигатель 9 и пусковая электроаппаратура. Волчок включает также подпорную решетку 1, ножевой вал 3, одновитковую лопасть 5, клиноременную передачу 8 ножевого вала, площадку 10 для санитарной обработки, желоб 11 и трубчатую насадку 12.

Питающий механизм включает бункер 6 и шнеки 4.

Режущий механизм (рис. 26) состоит из подпорной решетки 1, выходной ножевой решетки 2, ножей 3, промежуточной 4 и приемной 5 решеток, а также цилиндра с внутренними ребрами и гайкой-маховиком с трубчатой насадкой. Ножи выполнены из двух частей и имеют криволинейные зубья, между которыми расположены проходные каналы для продукта. Частота вращения ножей ($8,3 \text{ с}^{-1}$) превышает частоту вращения рабочего шнека ($3,3 \text{ с}^{-1}$).

Это достигается тем, что вал, приводящий во вращение ножи, проходит внутри рабочего шнека и имеет самостоятельный привод. Рабочий шнек в месте загрузки имеет впадины для заполнения продуктом, а загрузочный бункер под шнеком – отсекающие ребра. Эта конструкция обеспечивает равномерную и непрерывную подачу продукта в рабочую зону.

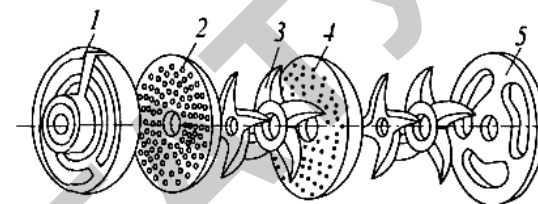


Рис. 26. Режущий механизм волчка К7-ФВП-160-2:

- 1 – подпорная решетка; 2 – выходная ножевая решетка; 3 – ножи;
 4 – промежуточная решетка; 5 – приемная решетка

Число спиральных ребер превышает в два раза число ребер со стороны загрузочного бункера, в результате чего исключается возврат продукта в бункер. Выходная решетка толщиной 8 мм поджигается жесткой подпорой с радиальными заостренными ребрами. Конструкция этой подпоры позволяет применять решетки толщиной до 3,0 мм, тогда как ранее решетки заменяли на новые при износе до толщины 8,0 мм.

Волчок работает следующим образом: жилованное мясо в кусках массой до 0,5 кг подается в бункер, откуда захватывается рабочим и вспомогательным шнеками и направляется в зону режущего механизма (рис. 26). Там сырье измельчается до заданной степени, которая обеспечивается путем установки ножей и ножевых решеток с соответствующими диаметрами отверстий. Технические характеристики волчков К6-ФВП-120 и К7-ФВП-160-1 представлены в таблице 21.

Таблица 21

Технические характеристики волчков

| Показатель | К6-ФВП-120 | К7-ФВП-160-1 |
|--------------------------------|---------------|----------------|
| Производительность, кг/ч | 2500 | 5000 |
| Диаметр режущего механизма, мм | 120 | 160 |
| Установленные мощности, кВт | 12,5 | 32,3 |
| Габариты, мм | 1600×900×1600 | 1900×1000×1650 |
| Масса, кг | 800 | 1200 |

Расчетная часть

Задание: провести расчет рабочих органов волчка, если заданы: d_p – наружный диаметр приемной, промежуточной и выходной ножевых решеток, мм; d_1 – диаметр одного отверстия в промежуточной ножевой решетке, мм; z_1 – количество отверстий промежуточной ножевой решетки, шт.; d_2 – диаметр отверстия выходной ножевой решетки, мм; z_2 – количество отверстий выходной ножевой решетки, шт.; n – скорость вращения режущего механизма, об./мин; r_n , r_b – наружный и внутренний радиусы последнего витка питающего шнека, мм; r_{\max} , r_{\min} – наружный и внутренний радиусы вращающегося ножа, мм.

Методика расчета

1. Суммарная площадь отверстий в промежуточной ножевой решетке, м²:

$$F_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} z_1,$$

где d_1 – диаметр одного отверстия, м.

2. Площадь ножевой решетки, м²:

$$F_p = \frac{\pi d_p^2}{4};$$

где d_p – диаметр ножевой решетки, м.

3. Суммарная площадь отверстий в выходной ножевой решетке, м²:

$$F_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} z_2.$$

4. Коэффициент использования площади:

– промежуточной решетки:

$$K_{p1} = F_1/F_p;$$

– выходной решетки:

$$K_{p2} = F_2/F_p.$$

5. Мощность, необходимая для разрезания продукта в режущем механизме, Вт:

251

$$N_1 = F_p (K_{\text{опр}} + 2K_{p1} + K_{p2}) \frac{n}{60} az,$$

где $K_{\text{опр}}$ – коэффициент использования площади приемной решетки ($K_{\text{опр}} = 0,42$);

a – удельный расход энергии на перерезание продукта, Дж/м³ ($a = 3 \cdot 10^3$);

z – количество перьев у одного механизма, шт. ($z = 4$).

6. Усиление затяжки режущего механизма, Н:

$$P_3 = Pbz(r_{\max} - r_{\min}),$$

где P – усредненное удельное давление в поверхности стыка ножей и решеток, Па ($P = 2,5 \cdot 10^6$);

b – ширина площади контакта лезвия ножа и решетки, м ($b = 0,002$);

r_{\max} , r_{\min} – наружный и внутренний радиусы вращающегося ножа, м.

7. Мощность, необходимая для преодоления трения в режущем механизме, Вт:

$$F_2 = \frac{\pi m}{60} P_3 (r_{\max} + r_{\min}) f \psi,$$

где f – коэффициент трения скольжения ножа о решетку ($f = 0,1$);

ψ – количество плоскостей резания ($\psi = 4$).

8. Мощность, необходимая для преодоления трения шнека о продукт и для продвижения продукта от загрузочного устройства до режущего механизма, Вт:

$$N = \frac{\pi^2 n}{90} P_0 m K_b (r_n^3 - r_b^3) \text{tg} \beta_{\text{cp}},$$

где P_0 – давление за последним витком шнека, Па ($P_0 = 4 \cdot 10^4$);

m – число витков шнека ($m = 9$);

β_{cp} – средний угол подъема витков шнека ($\beta_{\text{cp}} = 12^\circ$);

K_b – коэффициент проворачивания продукта относительно шнека ($K_b = 0,4$);

r_n – наружный радиус последнего витка питающего шнека, м;

r_b – внутренний радиус последнего витка питающего шнека, м.

9. Мощность электродвигателя, кВт:

$$N = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{1000 \eta},$$

252

где η – КПД передач от двигателя к рабочим органам ($\eta = 0,9$).

Окончание табл. 22

Контрольные вопросы

1. Приведите классификацию мясорубок.
2. Для какого вида измельчения предназначен волчок?
3. Назовите основные части волчка.
4. Наиболее распространенный механизм измельчения.
5. Особенность конструкции инструмента типа решеток.
6. Чем определяется скорость истечения сырья и степень его измельчения?
7. Какие ножи в основном применяют для волчков?
8. Какие бывают виды приводов волчка?
9. Что принимают за основную техническую характеристику волчка?
10. Какого диаметра решетки волчка нашли наибольшее применение?
11. Какие технологические операции кроме измельчения могут выполнять волчки?
12. Опишите устройство волчка К7-ФВП-160-2.
13. Опишите принцип работы волчка К7-ФВП-160-2.

| Номер варианта | d_p , мм | d_1 , мм | z_1 , шт. | d_2 , мм | z_2 , шт. | n , об./мин | r_H , мм | r_B , мм | r_{max} , мм | r_{min} , мм |
|----------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|---------------|------------|------------|----------------|----------------|
| 6 | 200 | 9 | 160 | 5 | 520 | 175 | 185 | 90 | 192 | 90 |
| 7 | 120 | 7 | 280 | 3 | 1520 | 180 | 110 | 30 | 116 | 30 |
| 8 | 160 | 8 | 220 | 4 | 880 | 185 | 150 | 50 | 154 | 50 |
| 9 | 200 | 9 | 160 | 5 | 520 | 190 | 185 | 90 | 192 | 90 |
| 10 | 120 | 7 | 280 | 3 | 1520 | 195 | 110 | 30 | 116 | 30 |
| 11 | 160 | 8 | 220 | 4 | 880 | 200 | 150 | 50 | 154 | 50 |
| 12 | 200 | 9 | 160 | 5 | 520 | 205 | 185 | 90 | 192 | 90 |
| 13 | 120 | 7 | 280 | 3 | 1520 | 210 | 110 | 30 | 116 | 30 |
| 14 | 160 | 8 | 220 | 4 | 880 | 215 | 150 | 50 | 154 | 50 |
| 15 | 200 | 9 | 160 | 5 | 520 | 220 | 185 | 90 | 192 | 90 |

Содержание отчета

- 1) цель работы;
- 2) теоретическая часть, в которой даются характеристика механизма измельчения, устройство и принцип работы волчка;
- 3) расчетная часть, в которой приводится расчет волчка по предлагаемому варианту (табл. 22).

Таблица 22

Варианты индивидуальных заданий

| Номер варианта | d_p , мм | d_1 , мм | z_1 , шт. | d_2 , мм | z_2 , шт. | n , об./мин | r_H , мм | r_B , мм | r_{max} , мм | r_{min} , мм |
|----------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|---------------|------------|------------|----------------|----------------|
| 1 | 120 | 7 | 280 | 3 | 1520 | 150 | 110 | 30 | 116 | 30 |
| 2 | 160 | 8 | 220 | 4 | 880 | 155 | 150 | 50 | 154 | 50 |
| 3 | 200 | 9 | 160 | 5 | 520 | 160 | 185 | 90 | 192 | 90 |
| 4 | 120 | 7 | 280 | 3 | 1520 | 165 | 110 | 30 | 116 | 30 |
| 5 | 160 | 8 | 220 | 4 | 880 | 170 | 150 | 50 | 154 | 50 |

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6. УСТРОЙСТВО, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, РАСЧЕТ ОБЖАРОЧНОЙ ПЕЧИ

Цель занятия: изучить теоретические основы процесса жарки; ознакомиться с классификацией обжарочных печей; изучить устройство, принцип действия, провести расчет паромасляной печи АПМП-1.

Теоретическая часть

Овощи обжаривают в специальных аппаратах, в которых промежуточным теплоносителем, контактирующим с продуктом, является растительный или животный жир. В свою очередь жир разогревается паром. Обработка ведется при сравнительно высокой температуре 120–160 °С. В продукте под действием теплоты протекает ряд связанных между собой физических и физико-химических процессов, в результате чего происходят выделение и удаление части влаги, впитывание масла, объемная усадка продукта, выделение газов, повышение давления внутри образцов, увеличение пористости, а также изменение плотности и теплоемкости продукта.

Скорость протекающих в продукте процессов зависит от формы и размера кусочков продукта, температуры масла, условий теплообмена между маслом и продуктом и других факторов.

Процесс обжаривания можно разделить на два периода тепло- и массообмена.

В первый период температура в продукте постепенно повышается от поверхностных слоев к центральным до 96–99 °С. В этот период влага движется как наружу в виде пара и жидкости, так и к центру в виде жидкости. Скорость удаления влаги в первый период постоянна, но величина ее зависит от условий теплообмена.

Во второй период температура в каждом слое образца остается некоторое время постоянной и равной 96–99 °С; затем при достижении влагосодержания в продукте 200–300 % к абсолютно сухому веществу (начиная с наружного слоя) температура постепенно повышается, приближаясь к температуре масла. В этот период происходят глубокие химические процессы, в результате которых образуются вещества, определяющие вкус и запах обжаренного продукта.

При обжаривании овощей удаляется главным образом свободная влага, выделившаяся из клеток после их плазмолиза под действием

высокой температуры. Максимальное количество влаги (примерно 30–35 % общей массы влаги) удаляется в первый период, т. е. в период нагревания кусочков продукта. Удаление из продукта влаги наружу происходит в основном под действием градиента общего давления. При этом в первый период обжаривания движение влаги наружу несколько тормозится из-за движения части жидкости к центру образца под действием градиента температуры. С повышением температуры масла скорость удаления влаги из овощей увеличивается.

Паромасляная эмульсия, образующаяся в результате испарения влаги из продукта, имеет тенденцию перемещаться со значительной скоростью к поверхности зеркала масла. Благодаря разности плотностей эмульсии в сетке и масла в межсеточных пространствах эта тенденция усиливается.

По достижении пузырьками пара верхнего уровня масла они прорываются в атмосферу. Масло, температура которого меньше, чем в нижних слоях, движется между сетками вниз к нагревательной камере. Таким образом, за счет конвективных токов и движения паромасляной эмульсии в печи создаются высокие скорости движения масла. Благодаря этому вблизи поверхности нагрева возникает турбулентный гидродинамический режим.

В первый период обжаривания интенсивность теплообмена определяется коэффициентом теплоотдачи от масла к продукту путем конвекции. Во второй период из-за образовавшейся корочки, имеющей на поверхности температуру, близкую к температуре масла, интенсивность теплообмена определяется уже коэффициентом теплопроводности корочки и ее толщиной, т. к. теплота передается в толщу продукта главным образом путем теплопроводности.

При установившемся режиме работы обжарочного аппарата количество теплоты, воспринятое маслом от греющего пара, равно количеству теплоты, затраченному на весь процесс обжаривания и потери.

В начале печи, где происходит загрузка холодного свежего продукта, теплота воспринимается продуктом интенсивнее, чем в конце печи. Равновесная температура масла по длине печи неодинакова. Теплопоток от масла к продукту зависит от физического состояния последнего.

В первый период коэффициент теплоотдачи определяется конвекцией, во второй период в связи с образованием поджаренной корочки на поверхности продукта – коэффициентом теплопроводности корочки и ее толщиной.

Продолжительность обжаривания овощей зависит от многих факторов и прежде всего от вида овощей, степени измельчения

и размеров кусочков, температуры масла, способа обжаривания, начального и конечного влагосодержания продукта, скорости удаления влаги, толщины корочки и др.

Обжарочные печи могут работать при атмосферном давлении, когда температура испарения влаги из продукта близка к 100 °С, и под вакуумом, когда температура испарения соответствует разрешению в аппарате и равна примерно 55–60 °С. В обоих случаях температура масла достигает 120–140 °С. Очевидно, что при обжаривании под вакуумом разность между температурами масла и продукта будет более высокой, и следовательно, влага будет испаряться более интенсивно.

В зависимости от вида теплоносителя различают печи с обжариванием в масле, в потоке горячего газа (воздуха), под воздействием инфракрасных лучей (рис. 27). Широко распространены печи, в которых обжаривание осуществляется в горячем масле.



Рис. 27. Классификация обжарочных печей

В печах с паровым обогревом используют водяной пар давлением 0,8–1,2 МПа, который подводят в нагревательные камеры – трубчатые теплообменники. Нагревательная камера расположена в ванне печи и погружена в масло, пар конденсируется внутри трубок. Трубки располагают в один или два ряда по высоте, чаще всего их сплющивают (овальный вид) и устанавливают по длине ванны

или по ее ширине (реже). Нагревательная камера в некоторых случаях выносится за пределы ванны; такую печь называют печью с выносной нагревательной камерой: внутри трубок движется масло, а снаружи находится пар.

Различают обжарочные печи немеханизированные и механизированные; в последних поток продукта непрерывно перемещается через обжарочную печь при помощи транспортера со съёмными или несъёмными сетками, с поперечными планками либо ленточного транспортера (сетчатая металлическая лента).

В механизированных печах сетки во время обжаривания продукта находятся в горизонтальном положении, во время выгрузки – в наклонном. К цепям транспортного устройства сетки прикреплены шарнирно или на захватах таким образом, чтобы центр их тяжести был расположен ниже места прикрепления сетки к цепям.

Все транспортные устройства механизированных печей движутся со скоростью примерно 0,4–0,8 м/мин. Такая низкая скорость обусловлена продолжительностью обжаривания и длиной ванны.

Механизированные обжарочные печи бывают также и с охладителями продукта. Охлаждение продукта достигается при обдувании его холодным воздухом (воздушное охлаждение), погружении в холодное масло (масляное охлаждение) и при самоиспарении в вакуум-камерах (вакуумное охлаждение).

Устройство и принцип работы паромасляной печи АПМП-1

Механизированная паромасляная печь АПМП-1 (рис. 28) предназначена для обжаривания в растительном масле овощей в непрерывном режиме, основные узлы: ванна 3, транспортер 1, вытяжное устройство 4, привод 2 и элеватор 5.

Ванна представляет собой сварную конструкцию и разделена перегородкой на два отсека: в первом (по ходу продукта) размещены две нагревательные камеры, каждая из которых имеет три ряда трубок по высоте ванны, во втором – две двухрядные нагревательные камеры, поднятые относительно нагревательных камер первого отсека на 50 мм.

Разделение ванны на два отсека со ступенчатым размещением нагревательных камер обеспечивает сокращение количества масла, а распределение поверхности нагрева по длине (65 % в первом отсеке и 35 % во втором) – равномерную температуру его, что способствует более качественному обжариванию продукта.

Расчетная часть

Задание: выполнить расчет обжарочной печи, если заданы: вид обрабатываемого продукта; G – производительность печи, кг/с; способ нагрева масла; d – диаметр нихромовой проволоки, мм; t_2 – средняя температура активного слоя масла, °С; $G_{\text{пр}}$ – масса продукта в одной сетке, кг.

Методика расчета

1. Расход теплоты на нагрев продукта, Дж/с:

$$Q_1 = Gc(t_4 - t_3),$$

где c – удельная теплоемкость продукта, кДж/(кг · К) (табл. 24);
 t_3, t_4 – начальная и конечная температуры продукта, °С ($t_3 = 18-23$;
 $t_4 = t_2 = 4-7$).

Таблица 24

Некоторые характеристики обрабатываемого сырья

| Наименование продукта | Удельная теплоемкость продукта c , кДж/(кг · К) | Истинный процент у жарки $x_{\text{и}}$, % | Расход масла на обжаривание M , % |
|-----------------------|---|---|-------------------------------------|
| Лук | 3,820 | 64,0 | 18,25 |
| Морковь | 3,870 | 56,0 | 23,56 |
| Баклажаны | 3,119 | 41,0–53,5 | 19,48 |
| Кабачки | 3,401 | 42,0–44,0 | 20,01 |
| Рыба | 3,400–3,680 | 50,0–55,0 | 16,25 |
| Картофель | 3,515 | 31,5 | 31,50 |
| Свекла | 3,900 | 33,0 | 33,00 |

2. Расход теплоты на испарение влаги при обжаривании, Дж/с:

$$Q_2 = 0,01Gx_{\text{и}}r,$$

где $x_{\text{и}}$ – истинный процент у жарки, %;
 r – теплота испарения, Дж/кг ($r = 2130$ кДж/кг).

3. Расход теплоты на нагрев сеток, Дж/с:

$$Q_3 = \frac{G}{G_{\text{пр}}G_{\text{к}}c_1(t_2 - t_0)},$$

где $G_{\text{к}}$ – масса одной сетки, кг ($G_{\text{к}} = 3-6$);

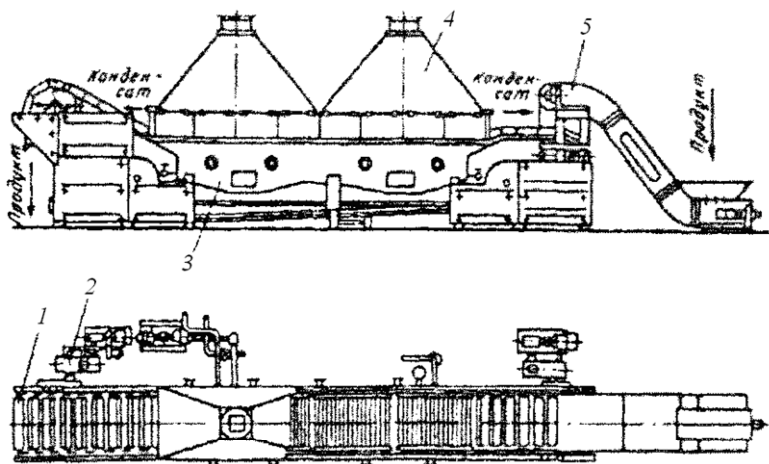


Рис. 28. Паромасляная печь АПМП-1:

1 – транспортер; 2 – привод; 3 – ванна; 4 – вытяжное устройство

Масло отделено от дна ванны водяной подушкой. Во избежание перегрева воды при работе в условиях постоянной водяной подушки под нагревательными камерами установлены трубчатые охладители. Транспортер представляет собой бесконечное полотно, собранное из ковшей.

Со стороны загрузки сырья размещена натяжная станция. Над ванной печи устанавливается вытяжное устройство. Транспортирующая лента печи вносит продукт в ванну, где происходит его обжаривание в масле при температуре 120–160 °С. Обжаренный продукт выносится лентой из ванны и выгружается в месте огибания ею приводной звездочки. Техническая характеристика паромасляной печи АПМП-1 приведена в табл. 23.

Таблица 23

Техническая характеристика обжарочной печи АПМП-1

| Показатель | Значение |
|---|-----------|
| Производительность, т/ч | 2 |
| Высота масла над транспортером, мм: в первом отсеке; во втором отсеке | 130 80 |
| Вместимость ванны, кг | 900 |

c_1 – удельная теплоемкость стали, кДж/(кг · К); ($c_1 = 0,482$)
 t_0 – начальная температура сеток, °С ($t_0 = 20–23$).

4. Расход теплоты на нагрев доливаемого масла, Дж/с:

$$Q_4 = 0,01GMc_2(t_2 - t_1),$$

где M – расход масла на обжаривание сырья, % к массе сырья;
 c_2 – удельная теплоемкость масла, кДж/(кг · К) ($c_2 = 2,000$);
 t_1 – начальная температура масла, °С ($t_1 = t_0$).

5. Расход теплоты на нагрев охлаждающей воды, Дж/с:

$$Q_5 = Gc_вB(t_6 - t_5),$$

где $c_в$ – удельная теплоемкость воды, кДж/(кг · К) ($c_в = 4,183$);
 B – удельный расход охлаждающей воды, кг на 1 кг сырья;
 t_5, t_6 – начальная и конечная температуры охлаждающей воды, °С ($t_5 = 16–18$; $t_6 = 50–60$).

Потери теплоты в окружающую среду путем конвекции и лучеиспускания Q_6 , Дж/с, составляют 8 % от общего расхода теплоты.

6. Общий расход теплоты, Дж/с:

$$Q_{\text{общ}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6$$

7. Площадь поверхности нагрева печи, по которой устанавливают размеры нагревательной камеры, м²:

$$F = \frac{Q_{\text{общ}}}{k(t_{\text{п}} - t_2)},$$

где k – коэффициент теплопередачи, Вт/(м² · К) ($k = 1900$);
 $t_{\text{п}}$ – температура греющего пара, °С ($t_{\text{п}} = 145$).

Нагревание масла в обжарочной печи может осуществляться либо за счет электроподогрева, либо за счет парового подогрева.

8. При паровом подогреве расход пара, кг/с:

$$D_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{общ}}}{i - i_{\text{к}}},$$

где $i, i_{\text{к}}$ – энтальпия пара и конденсата, Дж/кг (приложение 33).

При электроподогреве необходимо выполнить расчет электрических нагревателей для определения тепловой энергии, необходимой для процесса обжаривания.

Промышленный трехфазный ток $U = 380$ В дает $U_{\text{ф}} = 220$ В.

9. Сила тока в каждом из трех сопротивлений $I_{\text{ф}}$, А:

$$I_{\text{ф}} = Q_{\text{общ}}/(3U_{\text{ф}}).$$

Сила тока в каждом из проводников, создающих общую фазовую нагрузку, должна обеспечивать нагрев проводников – нихромовой спирали – до определенной температуры. В зависимости от диаметра нихромовой проволоки и температуры нагрева выбираем силу тока $i_{\text{п}}$ (приложение 32).

10. Число параллельных проводников спиралей n , приходящихся на каждую фазу, шт.:

$$n = I_{\text{ф}}/i_{\text{п}}.$$

11. Сопротивление каждого из проводников $R_{\text{п}}$, Ом:

$$R_{\text{п}} = U_{\text{ф}}/i_{\text{п}}.$$

12. Длина нихромового проводника, м:

$$l_{\text{п}} = R_{\text{п}}S/\rho,$$

где S – площадь поперечного сечения проводника, м²;

ρ – удельное сопротивление проводника (нихромовой проволоки), Ом · м ($\rho = 1 \cdot 10^{-6}$).

13. Полная длина нихромовой проволоки данного сечения, м:

$$L = 3nl_{\text{п}}.$$

Контрольные вопросы

1. В каких отраслях пищевой промышленности используется обжаривание?
2. Какие изменения происходят в картофеле в процессе обжаривания?
3. Каковы устройство и принцип действия механизированной паромасляной обжарочной печи?
4. Из каких основных стадий складывается расход теплоты в обжарочных печах?
5. Из каких основных периодов складывается процесс обжаривания? Охарактеризуйте их.

Содержание отчета

- 1) цель работы;
- 2) теоретическая часть, в которой приводятся классификация обжарочных печей, устройство и принцип работы паромасляной печи;

3) расчетная часть, в которой приводится расчет обжарочной печи по предлагаемому варианту (табл. 25).

Таблица 25

Варианты индивидуальных заданий

| Номер варианта | Вид обрабатываемого продукта | G , кг/с | Способ нагрева масла | d , мм | t_2 , °C | $G_{пр}$, кг |
|----------------|------------------------------|------------|----------------------|----------|------------|---------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Лук | 0,51 | Паровой | – | 130 | 0,5 |
| 2 | Морковь | 0,52 | То же | – | 134 | 0,5 |
| 3 | Баклажаны | 0,53 | « | – | 138 | 0,5 |
| 4 | Кабачки | 0,54 | « | – | 142 | 0,5 |
| 5 | Рыба | 0,10 | « | – | 144 | 0,5 |
| 6 | Картофель | 0,56 | « | – | 148 | 0,5 |
| 7 | Свекла | 0,55 | « | – | 152 | 0,5 |
| 8 | Лук | 0,54 | Электрический | 0,8 | 186 | 0,6 |
| 9 | Морковь | 0,51 | То же | 0,9 | 160 | 0,6 |
| 10 | Баклажаны | 0,52 | « | 1,0 | 154 | 0,6 |
| 11 | Кабачки | 0,53 | « | 1,1 | 158 | 0,6 |
| 12 | Рыба | 0,11 | « | 1,2 | 176 | 0,6 |
| 13 | Картофель | 0,55 | « | 1,5 | 152 | 0,6 |
| 14 | Свекла | 0,51 | « | 2,0 | 158 | 0,6 |
| 15 | Лук | 0,52 | « | 2,5 | 154 | 0,7 |
| 16 | Морковь | 0,53 | « | 3,0 | 160 | 0,7 |
| 17 | Баклажаны | 0,54 | « | 4,0 | 156 | 0,7 |
| 18 | Лук | 0,51 | « | 0,3 | 161 | 0,8 |
| 19 | Морковь | 0,52 | « | 0,4 | 143 | 0,8 |
| 20 | Баклажаны | 0,53 | « | 0,5 | 145 | 0,8 |
| 21 | Кабачки | 0,54 | « | 0,6 | 147 | 0,8 |
| 22 | Рыба | 0,12 | « | 0,7 | 179 | 0,8 |
| 23 | Картофель | 0,52 | « | 0,8 | 151 | 0,8 |
| 24 | Свекла | 0,53 | « | 0,9 | 153 | 0,8 |
| 25 | Лук | 0,54 | « | 1,0 | 155 | 0,9 |

ЗАДАНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЯЕМОЙ РАБОТЫ

Пользуясь учебно-методическим пособием «Технологии и техническое обеспечение производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (части 1 и 2) [13, 14], изучить устройство, принцип действия, провести технические расчеты оборудования в соответствии с вариантом индивидуального задания и ответить на контрольные вопросы.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

В соответствии с вариантом индивидуального задания дать классификацию определенной группы технологического оборудования; привести чертеж, описать устройство, принцип работы, дать техническую характеристику указанной машины или аппарата (табл. 26).

Таблица 26

Варианты индивидуальных заданий

| Номер варианта | Название группы оборудования (классификация) | Марка оборудования (чертеж, устройство, принцип работы, техническая характеристика) |
|----------------|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Автоклавы, пастеризаторы, стерилизаторы | Трубчатая пастеризационная установка Т1-ОУН |
| 2 | Гомогенизаторы | Гомогенизатор А1-ОГ2-С |
| 3 | Моечные машины | Барабанная моечная машина БСН-2М |
| 4 | Аппараты для кристаллизации жира и жировой продукции | Декристаллизатор |
| 5 | Аппараты для созревания молока, сливок и сыра | Ванна сливкосозревательная |
| 6 | Оборудование для молочнокислого брожения | Заквасочник Г6-03-12 |
| 7 | Фризеры, эскимо- и льдогенераторы | Льдогенератор ЛТ-50 |
| 8 | Установки криогенного замораживания | Установка для замораживания пельменей жидким азотом |
| 9 | Охладительные установки и охладители | Установка трубчатая пастеризационно-охладительная ТПУ-2 |

| 1 | 2 | 3 |
|----|--|--|
| 10 | Фасовочные машины для жидких и пастообразных продуктов | Фасовочная машина АР13Ж |
| 11 | Машины для разделки животного сырья | Рыборазделочная машина |
| 12 | Просеивающие машины | Просеиватель А1-КСБ |
| 13 | Мясорубки | Волчок К6-ФВП-120 |
| 14 | Смесительные машины | Машина РЗ-ХТО |
| 15 | Камеры охлаждения и замораживания | Установка трубчатая пастеризационно-охладительная ТПУ-2,5М |
| 16 | Морозильные аппараты | Роторный морозильный аппарат |
| 17 | Машины для снятия оперения с птиц | Комбинированная машина 270 |
| 18 | Аппараты для кристаллизации лактозы | Вакуум-охладитель |
| 19 | Оборудование для молочнокислого брожения | Заквасочник Г6-03-40 |
| 20 | Аппараты для посола мяса | Посолочные автоматы ФАП |
| 21 | Устройства для дозирования упаковываемой продукции | Объемный групповой дозатор пастообразных пищевых продуктов (пат. № 2017663 РФ, В65В3/12) |
| 22 | Смесительные машины по принципу действия | Реакторы МЗС-210 и МЗС-316 |
| 23 | Оборудование для копчения мяса и рыбы | Автоматизированная термокамера РЗ-ФАТ-12 |
| 24 | Аппараты для посола рыбы | Машина для посола кильки типа МПК |
| 25 | Аппараты для массирования и созревания мяса | Сборные среднетемпературные камеры КХС для созревания мяса |

ПРИМЕРЫ РАЗНОУРОВНЕВЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ

1-Й УРОВЕНЬ

1. Перечислите машины для разделения жидкообразных неоднородных пищевых сред:

1. Вальцовые станки, дробилки, мельницы, плющильные машины, резательные машины, свеклорезки, мясорубки, волчки, куттеры, гомогенизаторы.

2. Рассевы, ситовые машины, вымольные машины, виброцентрифугалы, энтолейторы и деташеры, дробильно-сортировочные машины.

3. Отстойники, центрифуги, сепараторы, фильтры и фильтрующие устройства, мембранные модули и аппараты, маслоизготовители и маслообразователи, прессы.

2. Для чего предназначены триеры?

1. Для очистки зерна от примесей, отличающихся от зерна основной культуры длиной и толщиной.

2. Для очистки зерна от примесей, отличающихся от зерна основной культуры шириной и толщиной.

3. Для очистки зерна от примесей, отличающихся от зерна основной культуры длиной и шириной.

4. Для очистки зерна от примесей, отличающихся от зерна основной культуры только длиной.

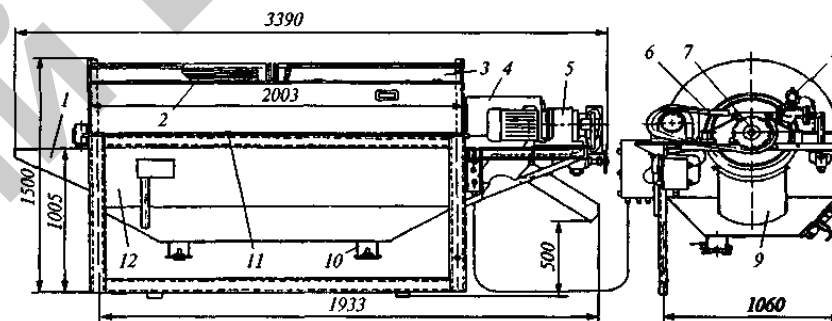
3. Соотнести наименования технологических операций, относящихся к тепловым процессам, с их определениями:

- А. Нагревание.
- Б. Охлаждение.
- В. Выпаривание.
- Г. Конденсация.

- 1. Процесс отдачи тепла в окружающую среду.
- 2. Процесс концентрирования растворов.
- 3. Процесс превращения пара или газа в жидкость.
- 4. Тепловая обработка, в результате которой различные среды передают тепло продукту, вызывая различные изменения его физико-химических свойств.

2-Й УРОВЕНЬ

Обозначить составные части барабанной моечной машины А9-КМ-2.



- приемный лоток; – барабан; – люк; – каркас; – ванна;
- мотор-редуктор; – цепная передача; – вал; – запорный магнитный вентиль; – лоток;

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ОСНОВНАЯ

1. Бредихин, С. А. Технология и техника переработки молока / С. А. Бредихин, Ю. В. Космодемьянский, В. Н. Юрин. – Москва : Колос, 2003. – 400 с. : ил.
2. Машины и аппараты пищевых производств : учебник : в 2 кн. / С. Т. Антипов [и др.]; под ред. В. А. Панфилова. – Москва : Высшая школа, 2001.
3. Машины и аппараты пищевых производств : учебник : в 3 кн. / С. Т. Антипов [и др.]; под ред.: В. А. Панфилова, В. Я. Груданова. – Минск : БГАТУ, 2007.
4. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / С. А. Банадысев [и др.]. – Минск, 2003 г. – 63 с.
5. Остриков, А. Н. Практикум по курсу «Технологическое оборудование» / А. Н. Остриков, М. Г. Парфенопуло, А. А. Шевцов. – Воронеж, 1999 г. – 424 с.
6. Переработка продукции растительного и животного происхождения / А. В. Богомоллов [и др.]; под общ. ред.: А. В. Богомоллова, Ф. В. Перцевого. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2001. – 336 с.
7. Технология пищевых производств : учебник для студентов вузов / Л. П. Ковальская [и др.]; под ред. Л. П. Ковальской. – Москва : Колос, 1997 г. – 752 с.
8. Шалак, М. В. Технология переработки продукции животноводства / М. В. Шалак, М. С. Шашков. – Минск, 2004. – 270 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

9. Бутковский, В. А. Современная техника и технология производства муки : учебное пособие / В. А. Бутковский, Л. С. Галкина, Г. Е. Птушкина. – Москва : ДеЛи принт, 2006. – 319 с. : ил.

10. Жолик, Г. А. Технология переработки растительного сырья / Г. А. Жолик, Н. А. Козлов. – Ч. 1, 2. – Горки : БГСХА, 2004.

11. Жолик, Г. А. Технология хранения и переработки картофеля, овощей, плодов и ягод / Г. А. Жолик. – Минск, 2001.

12. Технологии и техническое обеспечение процессов переработки сельскохозяйственной продукции : учебно-методический комплекс / сост. М. А. Челомбитько. – Минск, 2008. – 181 с.

13. Технологии и техническое обеспечение производства и переработки сельскохозяйственной продукции : в 2 ч. – Ч. 1. Технологии и техническое обеспечение переработки продукции растениеводства / сост. М. А. Челомбитько. – Минск, 2010. – 140 с.

14. Технологии и техническое обеспечение производства и переработки сельскохозяйственной продукции : в 2 ч. – Ч. 2. Технологии и техническое обеспечение переработки продукции животноводства / сост. : М. А. Челомбитько, В. М. Поздняков. – Минск, 2011. – 100 с.

15. Технология производства безалкогольных напитков и минеральных вод : пособие / сост. : М. А. Челомбитько, Н. П. Жук. – Минск, 2006. – 84 с.

СТАНДАРТЫ

16. ГОСТ 9793-74. Продукты мясные. Методы определения влаги / Госстандарт Республики Беларусь. – Введ. 17.12.1992.

17. ГОСТ 9957-73. Колбасные изделия и продукты из свинины, баранины и говядины. Методы определения хлористого натрия / Государственный Комитет стандартов Совета Министров СССР. – Введ. 01.07.1974.

ПРИЛОЖЕНИЯ

РЕПОЗИТОРИЙ БГАТУ

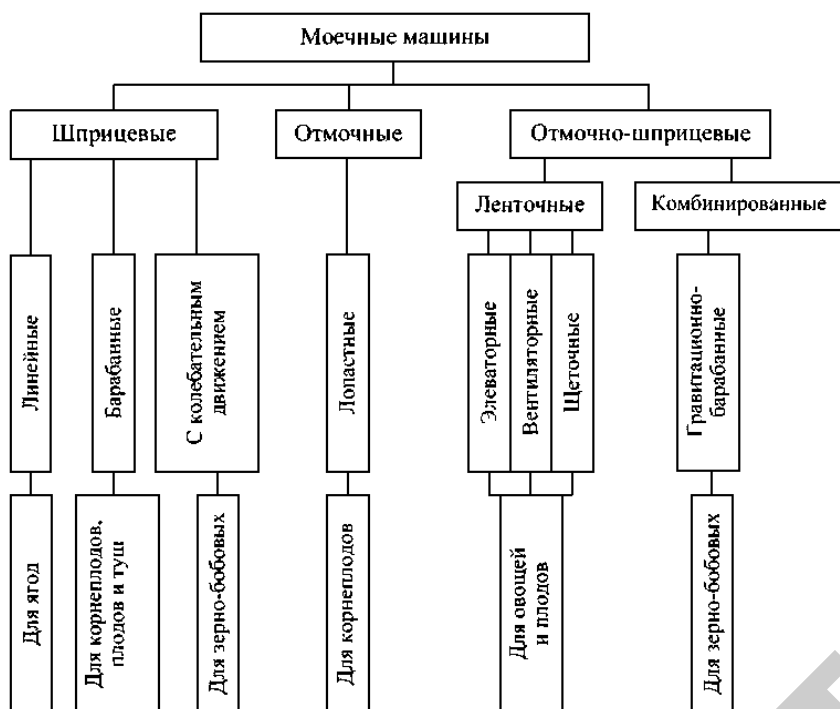
Приложение 1

Классификация оборудования для ведения механических и гидромеханических процессов

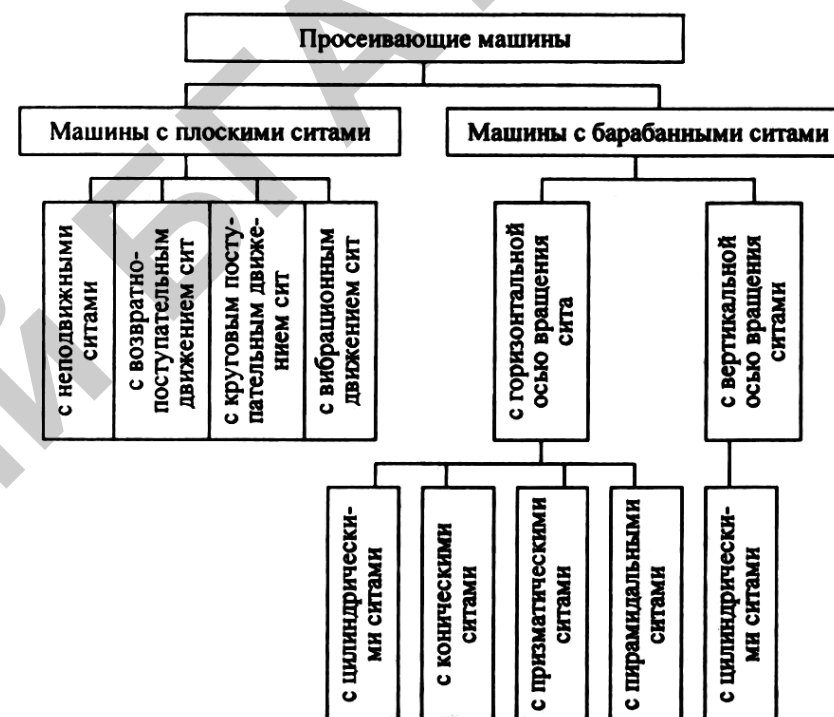
| | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|--|---|---|--|---|--|---|
| Оборудование для мойки с/х сырья | Оборудование для очистки и сепарирования сыпучего с/х сырья | Оборудование для инспекции, калибровки и сортирования сыпучего с/х сырья | Оборудование для разборки растительного и животного сырья | Оборудование для измельчения щевых сред | Оборудование для сортировки и обогащения сыпучих продуктов | Оборудование для разделения жидкообразных неоднородных пищевых сред | Оборудование для смешивания пищевых сред | Оборудование для формирования пищевых сред |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Машины для мойки зерна | Скальператоры и камнеотделительные машины | Калибровочные машины | Обоечные и щеточные машины | Вальцовые станки | Рассевы | Отстойники, центрифуги, сепараторы | Мешалки для жидких пищевых сред | Экструдеры |
| Машины для мойки сахарной свеклы | Воздушные сепараторы и просеиватели | Инспекционные транспортеры | Машины для шелушения и шлифования зерновых культур | Дробилки | Ситовые машины | Фильтры и фильтрующие устройства | Мешалки для вязких пищевых сред | Отливочные машины |
| Машины для мойки плодов и овощей | Триеры | Сортировочные машины | Бичеруши | Мельницы | Вымольные машины, вибросепараторы | Мембранные модули и аппараты | Машины и аппараты для образования пастообразных масс | Машины для формования и штампованием и отсадкой |

| | | | | | | | | |
|-------------------------------|----------------------|---|--|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Машины для мойки туш животных | Паддид-машины | | Гребнеотделители | Плосильные машины | Энтолейторы и деташеры | Маслозготовители и маслообразователи | Смесители для сыпучих пищевых сред | Машины для формования и прессования |
| Машины для мойки тары | Воздушные сепараторы | | Машины для очистки картофеля и корнеплодов | Резательные машины | Дробильно-сортировочные машины | Прессы | Машины для нарезки пластов и заготовок из полуфабрикатов | |
| | Магнитные сепараторы | | Машины для отделения шелухи и плодовых ножек | Свеклорезки | | | | |
| | | | Протирочные машины | Мясорубки, волчки, куттеры | | | | |
| | | | Установки для снятия шкур животных | Гомогенизаторы | | | | |
| | | | Машины для снятия оперения с птиц | | | | | |
| | | | Машины для снятия чешуи с рыбы | | | | | |
| | | | Машины для разделки птицы | | | | | |
| | | | Машины для разделки рыбы | | | | | |

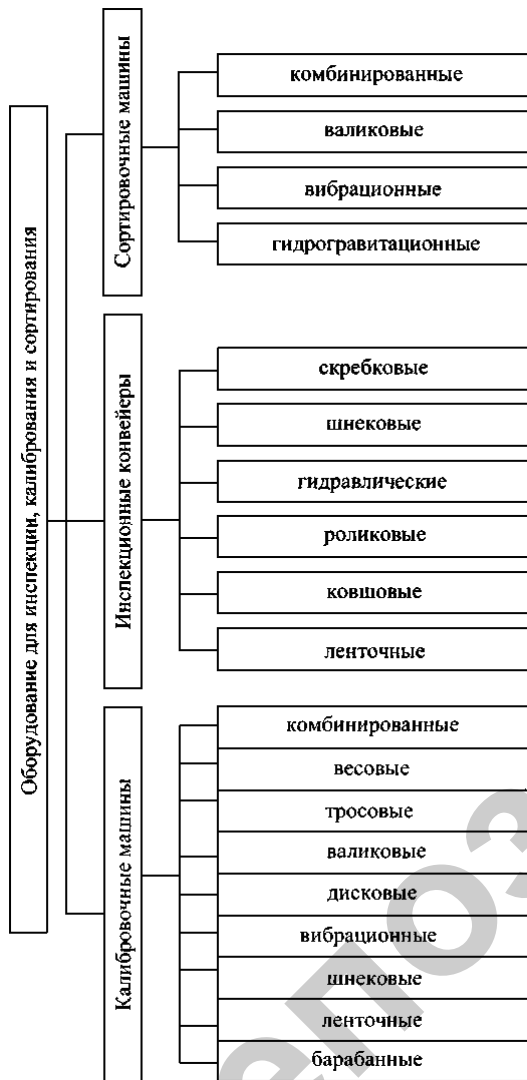
Классификация машин для мойки сырья



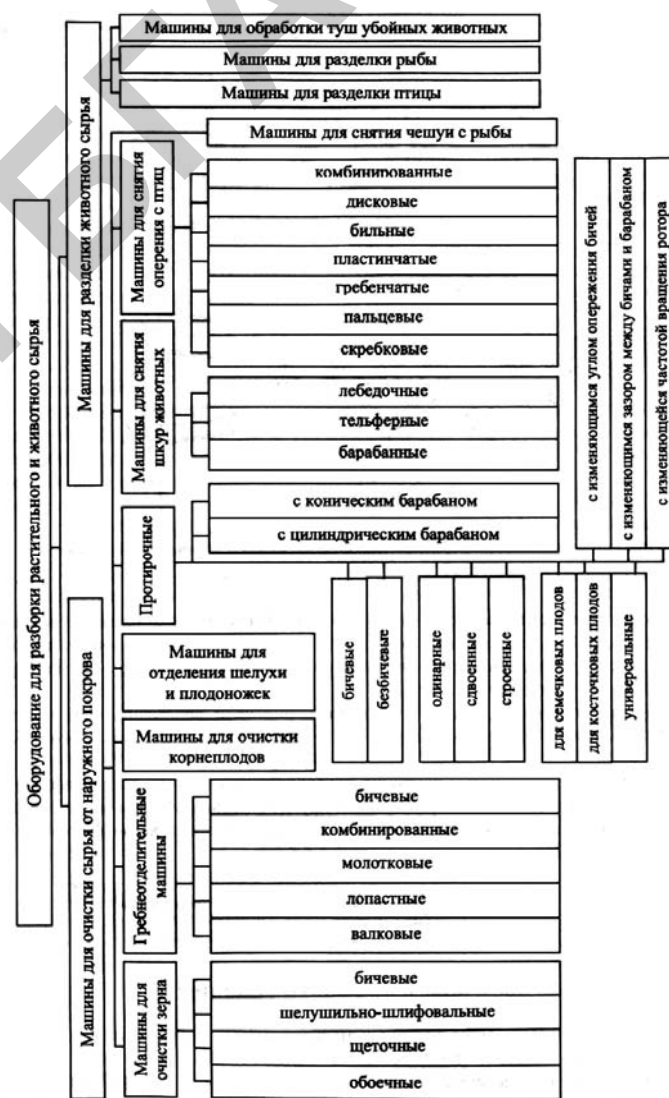
Классификация просеивающих машин



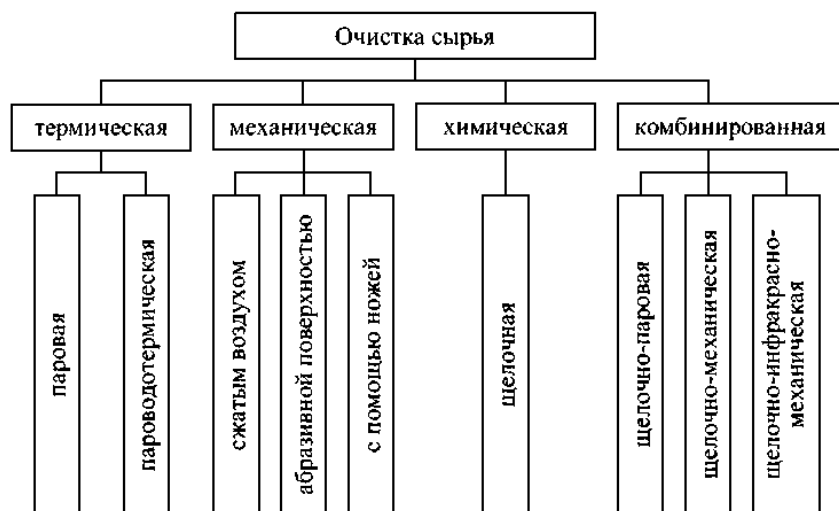
Классификация оборудования для инспекции, калибрования и сортирования пищевого сырья



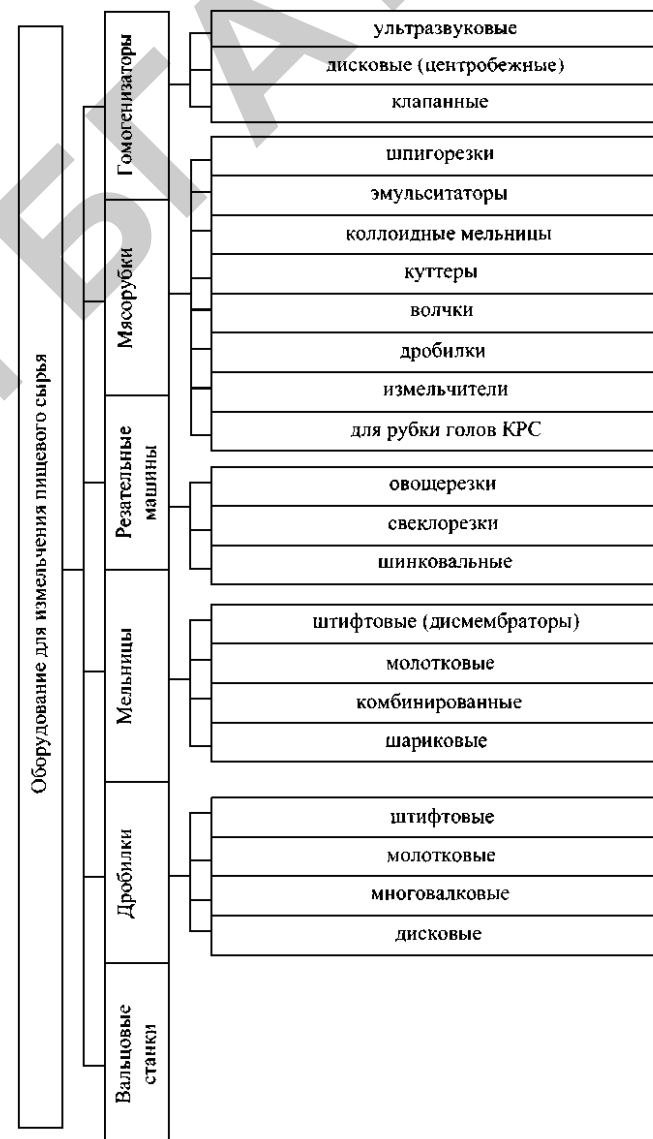
Классификация оборудования для разборки растительного и животного сырья



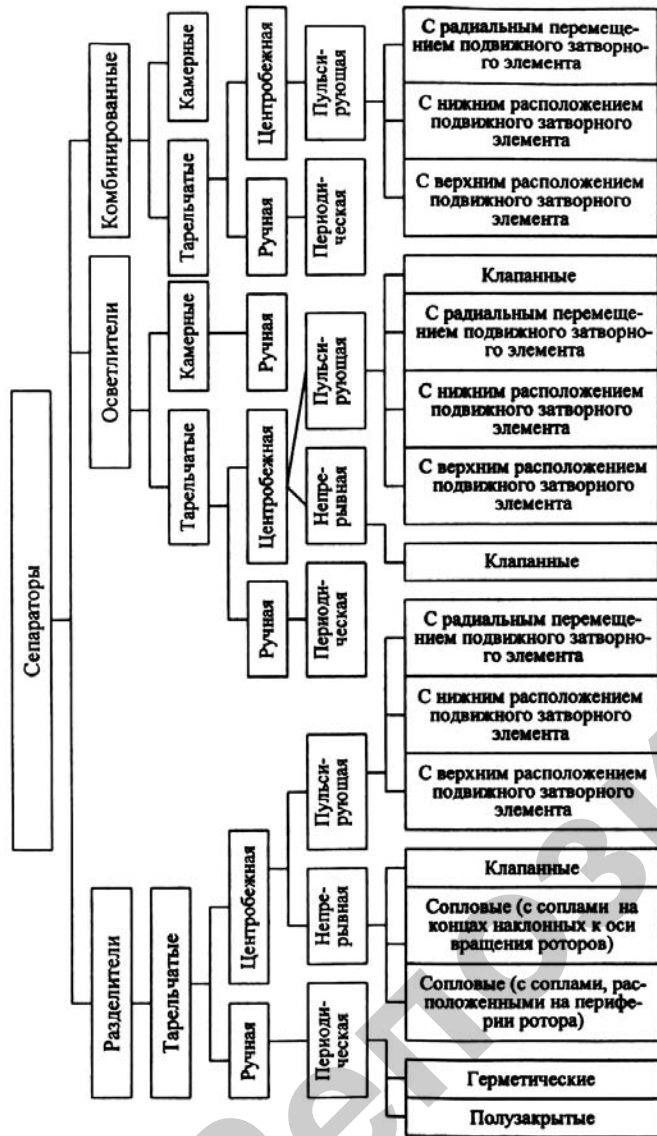
Классификация способов очистки сырья от наружного покрова



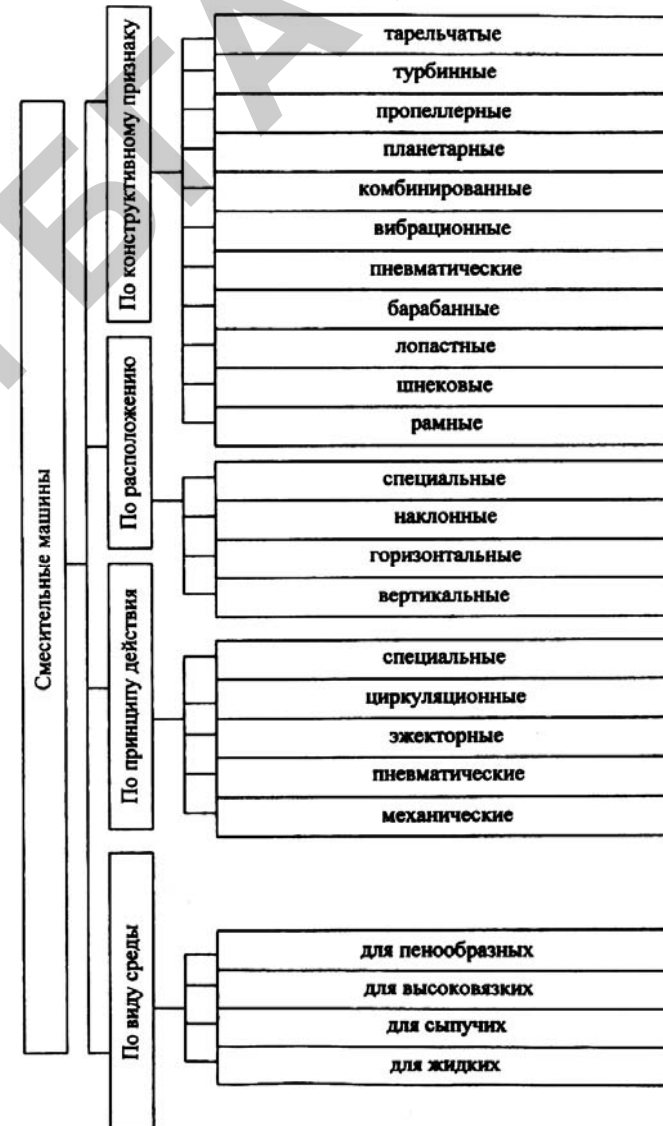
Классификация оборудования для измельчения пищевого сырья



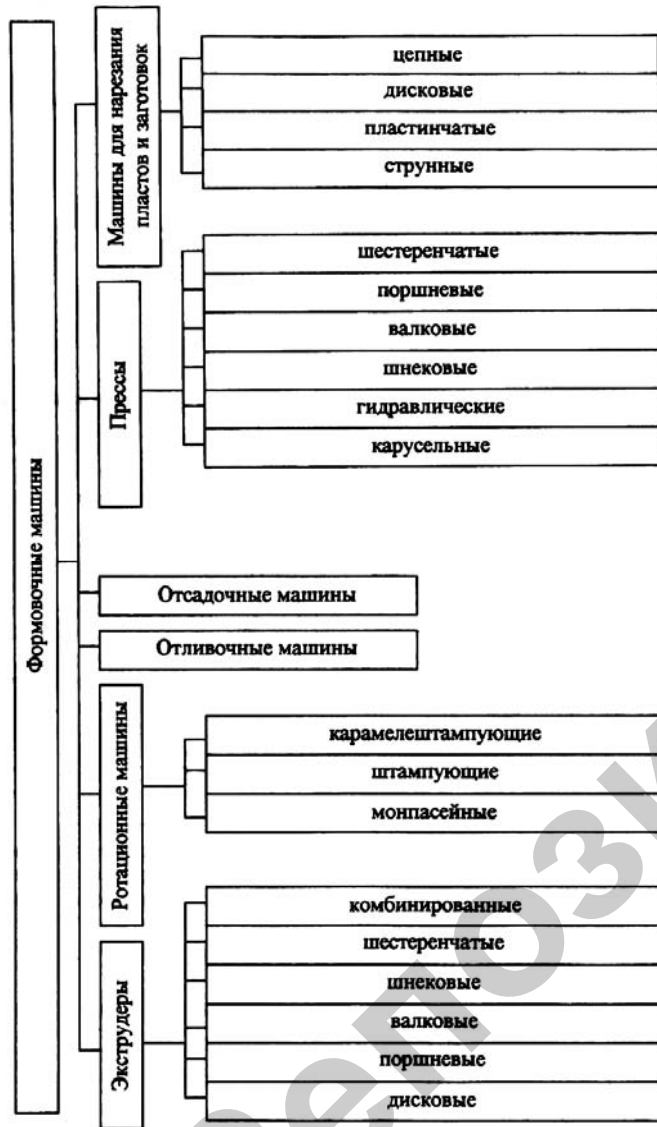
Классификация сепараторов



Классификация смесительных машин



Классификация формующего оборудования



Способы формования пищевых сред



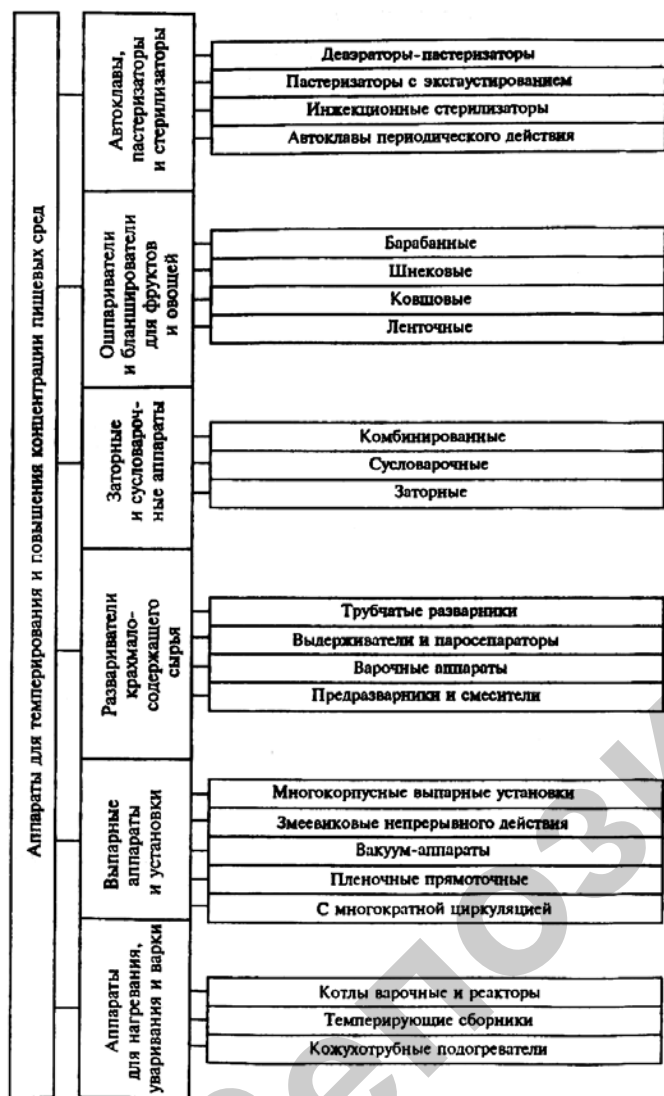
Приложение 14

Классификация оборудования для ведения тепло-массообменных процессов

| | | | | | | |
|---|---|---|---|--|---|--------------------------------------|
| Аппараты для темпирования и повышения концентрации пищевых сред | 1 | Аппараты для сушки пищевых сред | Аппараты для выпечки и обжарки пищевых сред | Аппараты для охлаждения и замораживания пищевых сред | Аппараты для ведения процессов диффузии и экстракции пищевых сред | Оборудование для ректификации спирта |
| Аппараты для нагревания, уваривания и варки пищевых сред | 2 | Шахтные и рециркулярные сушилки, зерносушилки | Печи с канальным обогревом | Охладительные установки и охладители | Аппараты для получения эссенции сока | Брагоперегонные установки |
| Выпарные аппараты и установки | 3 | Барабанные сушильные агрегаты | Печи с комбинированной системой обогрева | Камеры охлаждения и замораживания | Установки для получения настоек и морсов | Ректификационные установки |
| Развариватели крахмалосодержащего сырья | 4 | Конвейерные сушилки | Туннельные печи с канальным рециркулярным обогревом | Морозильные аппараты | Аппараты для экстракции растительного масла | Брагорециркуляционные установки |
| Заторные и суловарочные аппараты | 5 | Агрегаты с кипящим и виброкипящим слоями | Печи с электрообогревом | Фризеры, эскимораторы | Аппараты для получения экстрактов из животного сырья | |

| | | | | | | |
|--|---|--|--|-------------------------------------|--|--|
| Ошпариватели и бланширователи для фруктов и овощей | 6 | Распылительные сушилки | Оборудование для шпарки и опаливания | Бытовые холодильники и морозильники | | |
| Автоклавы, пастеризаторы, стерилизаторы | 7 | Вакуум-сублимационные сушилки Микроволновые сушильные установки | Обжарочные аппараты и печи для запекания СВЧ-установки для обработки сырья и полуфабрикатов | Установки криогенного замораживания | | |

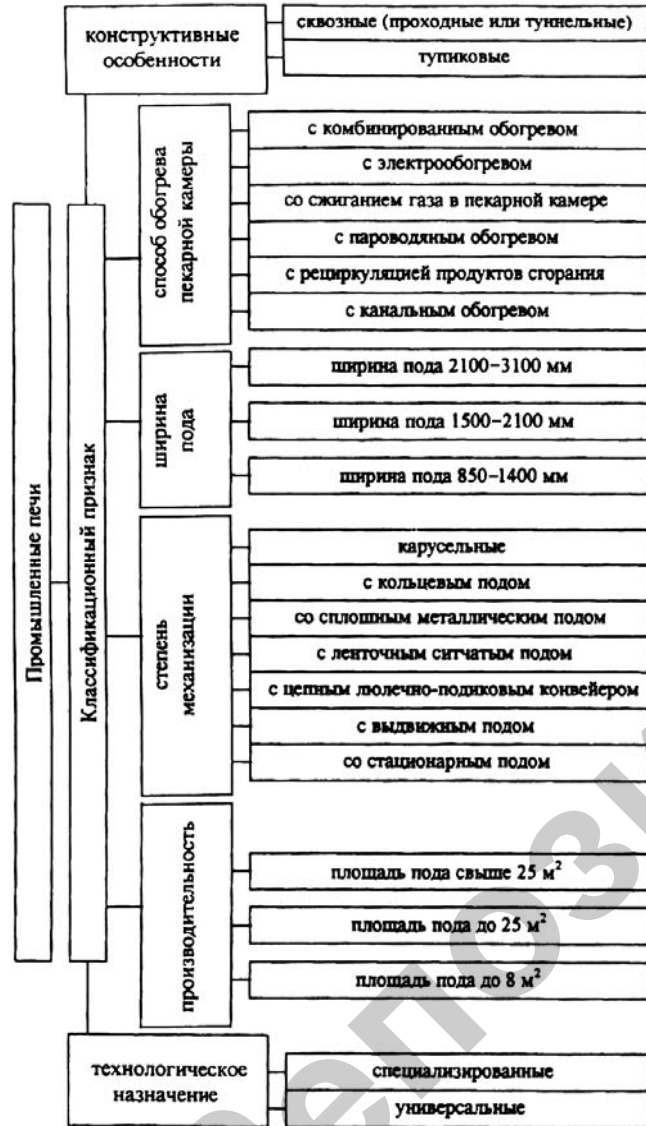
Классификация аппаратов для темперирования и повышения концентрации пищевых сред



Классификация сушильных установок



Классификация промышленных печей



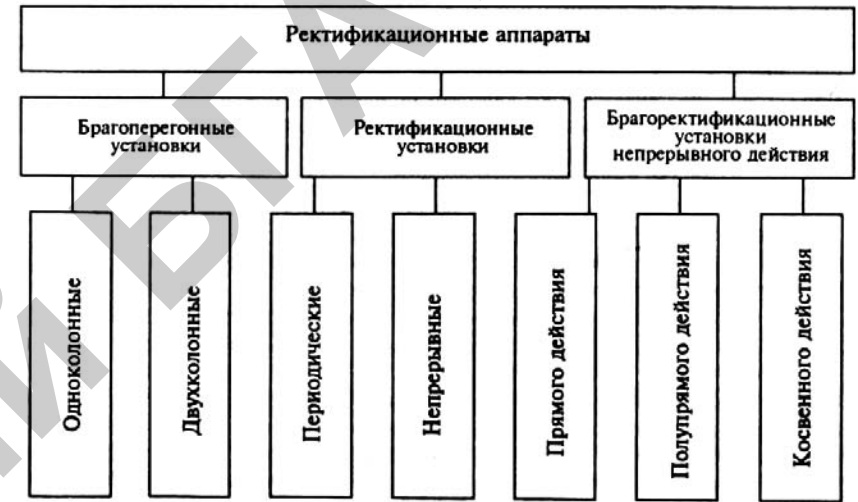
Классификация аппаратов для охлаждения и замораживания пищевых сред



Классификация диффузионных и экстракционных аппаратов



Классификация ректификационных аппаратов



Классификация оборудования для ведения биотехнологических процессов

Таблица 29

| | | | | | |
|--|--|---|-------------------------------------|----------------------------------|--|
| Оборудование для солодоращения и получения ферментных препаратов | Оборудование для брожения пищевых сред | Аппараты для созревания молочных продуктов | Оборудование для посола мяса и рыбы | Оборудование для созревания мяса | Оборудование для копчения мяса и рыбы |
| Солодорастильные установки | Аппараты для брожения и дображивания пива | Сливкозрелительные ванны и резервуары | Оборудование для посола мяса | Машины для массирования мяса | Автокопильки и копильные установки |
| Дрожжевые и дрожжерастительные аппараты | Оборудование для сбраживания сусле при производстве спирта | Оборудование для свертывания молока и обработки сгустка | Смесители для посола мяса | Аппараты для созревания мяса | Универсальные автоматизированные термокамеры |
| Ферментаторы и биореакторы | Аппараты для сбраживания сусле при производстве вина | Оборудование для посола, мойки и обсыхания сыров | Оборудование для посола мяса и рыбы | | Термоагрегаты и дымогенераторы |
| | Оборудование для брожения квасного сусле | Оборудование для изолирования и созревания сыров | | | |
| | Агрегаты для брожения опары и теста | | | | |

Классификация оборудования для солодоращения и получения ферментных препаратов



Приложение 23

Классификация оборудования для получения пива, спирта, вина, кваса и теста



Приложение 24

Классификация оборудования для посола мяса и рыбы



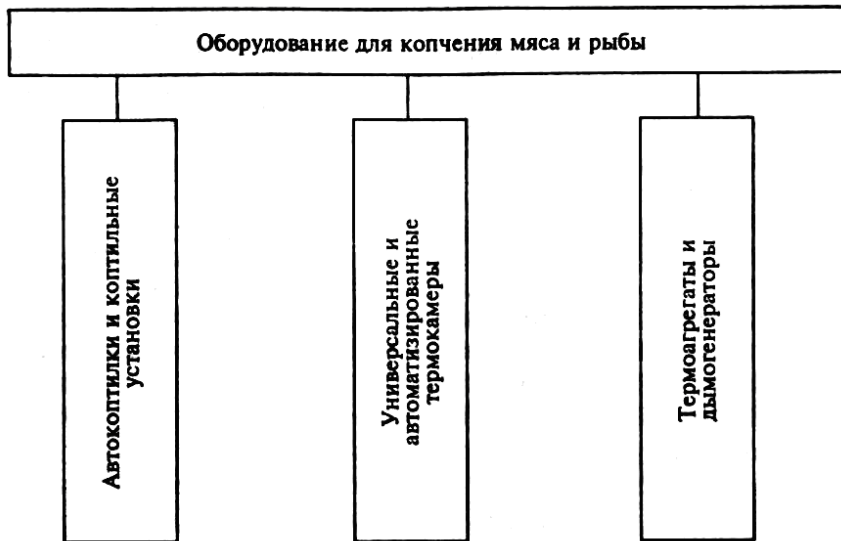
Классификация аппаратов для созревания молока, сливок и сыров



Классификация оборудования для созревания мяса



Классификация оборудования для копчения мяса и рыбы



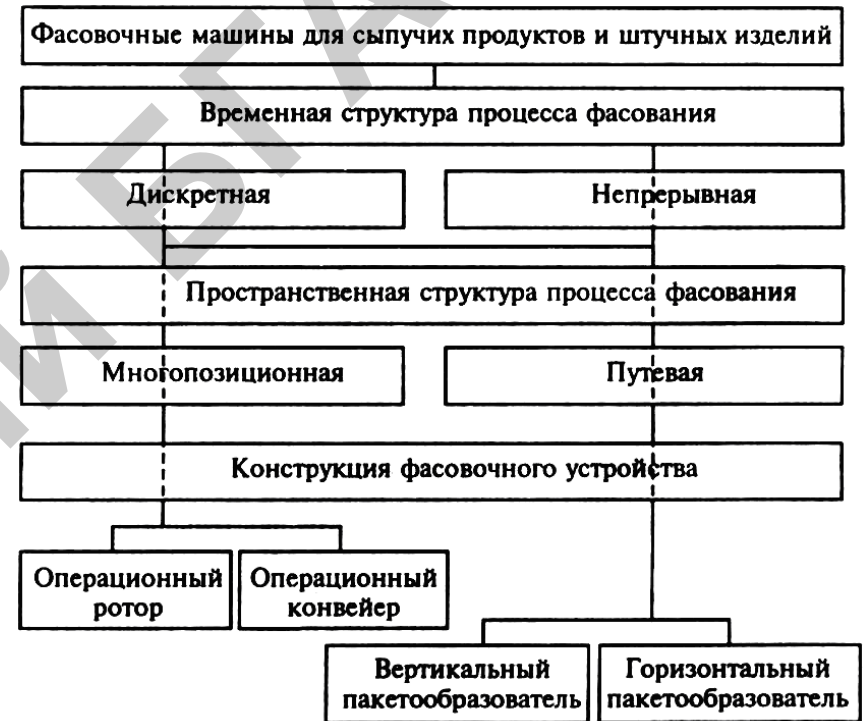
Классификация устройств для дозирования упаковываемой продукции



Классификация заверточных машин для штучных изделий



Классификация фасовочных машин для сыпучих продуктов и штучных изделий



Классификация фасовочных машин для жидких и пастообразных продуктов



Нагрузка тока нихромовой проволоки

Таблица 30

| Диаметр проволоки, мм | Площадь сечения проволоки, мм ² | Нагрузка i_n, A , при температуре, °С | | | | | | | | | |
|-----------------------|--|---|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--|
| | | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | |
| 0,1 | 0,00785 | 0,17 | 0,24 | 0,36 | 0,48 | 0,57 | 0,66 | 0,73 | 0,81 | 0,94 | |
| 0,2 | 0,0314 | 0,40 | 0,62 | 0,82 | 1,00 | 1,20 | 1,35 | 1,55 | 1,70 | 2,20 | |
| 0,3 | 0,0707 | 0,65 | 1,00 | 1,35 | 1,63 | 1,90 | 2,18 | 2,48 | 2,78 | 3,00 | |
| 0,4 | 0,1257 | 0,95 | 1,50 | 1,95 | 2,35 | 2,70 | 3,10 | 3,55 | 4,05 | 5,80 | |
| 0,5 | 0,1963 | 1,25 | 1,95 | 2,48 | 3,15 | 3,62 | 4,20 | 4,80 | 5,45 | 7,20 | |
| 0,6 | 0,2827 | 1,60 | 2,48 | 3,00 | 4,00 | 4,65 | 5,40 | 6,20 | 7,05 | 9,20 | |
| 0,7 | 0,3848 | 1,94 | 3,00 | 3,55 | 4,90 | 5,75 | 6,64 | 7,05 | 8,75 | 11,30 | |
| 0,8 | 0,5027 | 2,30 | 3,55 | 4,70 | 5,80 | 6,90 | 7,95 | 9,24 | 10,50 | 13,55 | |
| 0,9 | 0,7854 | 3,15 | 4,70 | 5,10 | 7,80 | 9,30 | 10,90 | 12,65 | 14,40 | 18,40 | |
| 1,0 | 0,6362 | 2,70 | 4,10 | 4,70 | 6,80 | 8,10 | 9,40 | 11,90 | 12,40 | 15,90 | |
| 1,1 | 0,7854 | 3,15 | 4,70 | 5,90 | 7,80 | 9,30 | 10,90 | 12,65 | 14,40 | 18,40 | |
| 1,2 | 1,3110 | 4,00 | 5,90 | 8,00 | 9,00 | 11,90 | 13,70 | 16,00 | 18,70 | 23,90 | |
| 1,5 | 1,7671 | 5,30 | 8,00 | 10,90 | 13,30 | 16,10 | 18,60 | 21,90 | 25,60 | 32,70 | |
| 2,0 | 3,1416 | 7,80 | 11,90 | 16,10 | 19,70 | 24,00 | 27,60 | 32,30 | 37,90 | 48,70 | |
| 2,5 | 4,9087 | 10,65 | 16,40 | 22,10 | 26,90 | 32,50 | 37,90 | 44,00 | 51,40 | 67,00 | |
| 3,0 | 7,0686 | 14,00 | 21,20 | 28,50 | 34,70 | 42,10 | 49,00 | 57,00 | 66,00 | 87,50 | |
| 4,0 | 12,5664 | 22,00 | 32,20 | 43,10 | 53,00 | 63,50 | 74,20 | 86,00 | 99,00 | 131,40 | |
| 4,8 | 18,0956 | 29,80 | 43,00 | 57,70 | 71,30 | 84,80 | 98,20 | 113,80 | 129,30 | 184,00 | |

Приложение 33

Термодинамические свойства воды и водяного пара в состоянии насыщения

Таблица 31

| Температура $t, ^\circ\text{C}$ | Давление $P, \text{кПа}$ | Удельный объем, $\text{м}^3/\text{кг}$ | | Энтальпия, кДж/кг | | Скрытая теплота парообразования $r, \text{кДж/кг}$ |
|------------------------------------|-----------------------------|---|------------|-------------------|------------|--|
| | | воды v' | пара v'' | воды i' | пара i'' | |
| 80 | 47,3 | 0,00103 | 3,410 | 334,9 | 2643,8 | 2308,9 |
| 90 | 70,1 | 0,00103 | 2,362 | 376,9 | 2660,3 | 2283,4 |
| 100 | 101,3 | 0,00104 | 1,674 | 419,0 | 2676,3 | 2257,2 |
| 110 | 143,3 | 0,00105 | 1,211 | 461,3 | 2691,8 | 2230,5 |
| 120 | 198,5 | 0,00106 | 0,892 | 503,7 | 2706,6 | 2202,9 |
| 130 | 270,1 | 0,00107 | 0,668 | 546,3 | 2720,7 | 2174,4 |
| 140 | 361,4 | 0,00108 | 0,508 | 589,1 | 2734,0 | 2144,9 |
| 150 | 475,9 | 0,00109 | 0,392 | 632,2 | 2746,3 | 2114,1 |
| 160 | 618,0 | 0,00110 | 0,307 | 675,5 | 2757,7 | 2082,2 |
| 170 | 792,0 | 0,00111 | 0,242 | 719,1 | 2768,0 | 2048,9 |
| 180 | 1002,7 | 0,00112 | 0,194 | 763,1 | 2777,1 | 2014,0 |
| 190 | 1255,2 | 0,00114 | 0,156 | 807,5 | 2784,9 | 1977,4 |
| 200 | 1555,1 | 0,00115 | 0,127 | 852,4 | 2791,4 | 1939,0 |
| 210 | 1907,9 | 0,00117 | 0,104 | 897,8 | 2796,4 | 1898,6 |
| 220 | 2320,1 | 0,00119 | 0,086 | 943,7 | 2799,9 | 1856,2 |
| 230 | 2797,9 | 0,00121 | 0,071 | 990,3 | 2801,7 | 1811,4 |
| 240 | 3348,0 | 0,00123 | 0,059 | 1037,6 | 2801,6 | 1764,0 |
| 250 | 3977,6 | 0,00125 | 0,050 | 1085,8 | 2799,5 | 1713,7 |
| 260 | 4694,0 | 0,00127 | 0,042 | 1135,0 | 2795,2 | 1660,2 |
| 270 | 5505,1 | 0,00130 | 0,035 | 1185,4 | 2788,3 | 1602,8 |
| 280 | 6419,1 | 0,00133 | 0,030 | 1237,0 | 2778,6 | 1541,6 |
| 290 | 7444,8 | 0,00136 | 0,0255 | 1290,3 | 2765,4 | 1475,1 |
| 300 | 8591,7 | 0,00140 | 0,0216 | 1345,4 | 2748,4 | 1403,0 |
| 310 | 9869,7 | 0,00145 | 0,0183 | 1402,9 | 2726,8 | 1323,9 |
| 320 | 11290,0 | 0,00150 | 0,0154 | 1463,4 | 2699,6 | 1236,2 |
| 330 | 12865,0 | 0,00156 | 0,0129 | 1527,5 | 2665,5 | 1138,0 |
| 340 | 14608,0 | 0,00164 | 0,0108 | 1596,8 | 2622,3 | 1025,5 |
| 350 | 16537,0 | 0,00174 | 0,0088 | 1672,9 | 2566,1 | 893,2 |
| 360 | 18674,0 | 0,00189 | 0,0069 | 1763,1 | 2485,7 | 722,6 |
| 370 | 21053,0 | 0,00223 | 0,0049 | 1896,2 | 2335,7 | 439,5 |
| 374 | 22084,0 | 0,00283 | 0,0035 | 2039,2 | 2150,7 | 111,5 |

Учебное издание

Челомбитько Марина Александровна,
Поздняков Владимир Михайлович

ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Учебно-методический комплекс

Ответственный за выпуск В. Я. Груданов
Редактор А. И. Третьякова
Компьютерная верстка А. И. Третьяковой

Подписано в печать 10.05.2012. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 17,9. Уч.-изд. л. 14,01. Тираж 170 экз. Заказ 421.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».
ЛИ № 02330/0552984 от 14.04.2010.
ЛП № 02330/0552743 от 02.02.2010.
Пр. Независимости. 99-2, 220023, Минск.