

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

И.А. Прокопенко

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ, ХРАНЕНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ИЗ СЫРЬЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Учебно-методическое пособие



Севастополь
СевГУ
2023

УДК [663/664:633/635](076)

ББК 36.81:41.8я73

П80

Рецензенты:

С. М. Братан – Заслуженный работник высшей школы
Российской Федерации, д-р техн. наук, профессор,
заведующий кафедрой «Технология машиностроения»
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Л. И. Осадчая – канд. геогр. наук, доцент,
доцент кафедры «Техногенная безопасность и метрология»
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Прокопенко, И. А.

П80 Технология обработки, хранения и производства продуктов питания из сырья растительного происхождения : учебно-методическое пособие / И. А. Прокопенко ; Севастопольский государственный университет, Политехнический институт. – Севастополь : СевГУ, 2023. – 191 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-6049083-6-5

Учебно-методическое пособие «Технология обработки, хранения и производства продуктов питания из сырья растительного происхождения» разработано на основе рабочей программы дисциплины «Технология пищевых производств» и является частью учебно-методического комплекса.

В издании рассмотрены основы технологии обработки, хранения и производства пищевых продуктов питания из сырья растительного происхождения: представлена классификация готовой продукции, характеристика сырья, описаны основные технологические процессы производства, особенности применяемых поточных линий и оборудования, а также требования к условиям хранения и качеству готовых изделий.

Учебное пособие предназначено для студентов бакалавриата всех форм обучения направления подготовки 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания». Издание может быть использовано при изучении общей технологии пищевых производств обучающимися направлений подготовки в рамках научной специальности 4.3.3 «Пищевые системы».

УДК [663/664:633/635](076)

ББК 36.81:41.8я73

Рассмотрено и рекомендовано к изданию на заседании кафедры «Пищевые технологии и оборудование», протокол № 4 от 16 ноября 2022 г.

ISBN 978-5-6049083-6-5



© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Раздел 1. Технология хранения зерна и производства круп	6
1.1. Классификация зерновых культур	6
1.2. Строение зерна и его химический состав	7
1.3. Технологии хранения зерна	17
1.4. Ассортимент круп	20
1.5. Традиционная технология получения крупы	21
1.6. Требования к качеству крупы. Условия хранения крупы	25
1.7. Физико-химические изменения круп при тепловой кулинарной обработке	26
Раздел 2. Технология производства муки	28
2.1. Производство муки	28
2.2. Ассортимент муки и ее характеристика	34
2.3. Химический состав и пищевая ценность муки	38
2.4. Требования к качеству муки	41
2.5. Хлебопекарные свойства муки	43
2.6. Упаковка и хранение муки	44
Раздел 3. Технология производства макаронных изделий	46
3.1. Классификация макаронных изделий	46
3.2. Характеристика сырья для производства макаронных изделий	47
3.3. Особенности технологии производства макаронных изделий	51
3.4. Организация и принципы функционирования комплексов технологического оборудования	54
3.5. Требования, предъявляемые к качеству макаронных изделий	55
3.6. Переработка брака	58
Раздел 4. Технология производства хлеба и хлебобулочных изделий	60
4.1. Ассортимент хлеба и хлебобулочных изделий	60
4.2. Пищевая ценность хлебобулочных изделий	62
4.3. Подготовка сырья для производства хлебобулочных изделий	63
4.4. Технологическая схема хлебопекарного производства	67
4.5. Показатели качества хлеба и хлебобулочных изделий	87
Раздел 5. Технология производства сахара	91
5.1. Ассортимент сахара	91
5.2. Общая характеристика сахарной свеклы	94
5.3. Технологическая схема производства сахара из сахарной свеклы	95

Раздел 6. Технология производства крахмала и крахмалопродуктов	101
6.1. Технология картофельного крахмала	101
6.2. Технология кукурузного крахмала	105
6.3. Технология крахмальной патоки	107
6.4. Технология глюкозно-фруктозных сиропов	109
6.5. Технология модифицированных крахмалов	110
6.6. Производство сухого крахмала	110
Раздел 7. Технология производства этилового спирта	113
7.1. Общая характеристика спирта и его свойства	113
7.2. Характеристика сырья для производства спирта	114
7.3. Технология спирта из зерно-картофельного сырья	115
7.4. Производство спирта из мелассы	129
Раздел 8. Технология производства водки и ликеро-водочных изделий	133
8.1. Технология производства водки	133
8.2. Производство ликеро-водочных изделий	136
Раздел 9. Технология производства пива	142
9.1. Характеристика сырья и готовой продукции	142
9.2. Технология производства пива	145
9.3. Требования к качеству и условиям хранения пива	151
Раздел 10. Технология производства безалкогольных напитков	154
10.1. Технология производства безалкогольных напитков	154
10.2. Технология производства кваса	154
10.3. Добыча и розлив минеральных вод	161
Раздел 11. Технология производства чая и кофе	167
11.1. Технология производства чая	167
11.2. Технология производства кофе	174
Рекомендуемая литература	183
Библиография	189

ВВЕДЕНИЕ

Пищевая промышленность – крупная отрасль российской промышленности, занимающаяся производством готовых пищевых продуктов или полуфабрикатов, безалкогольных напитков и ликёро-водочной продукции.

Пищевая и перерабатывающая промышленность рассматривается как системообразующая сфера экономики страны, формирующая агропродовольственный рынок, продовольственную и экономическую безопасность. В ее состав входит большая группа отраслей и подотраслей, главные из которых: мясная, молочная, хлебопекарная, мукомольная, рыбная, винодельческая, кондитерская.

Предприятия общественного питания используют в качестве сырья как продукты сельскохозяйственного производства (картофель, овощи, мясо, молоко, яйца и другие), так и продукцию пищевой промышленности (мука, сахар, крупы, макаронные изделия, жиры и другие).

Учебное пособие «Технология обработки, хранения и производства продуктов питания из сырья растительного происхождения» составлено в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) и рабочей программой дисциплины «Технология пищевых производств» для обучающихся по направлению подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания всех форм обучения.

Дисциплина «Технология пищевых производств» реализуется на кафедре «Пищевые технологии и оборудование» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет». Цель освоения дисциплины – получение студентами теоретических знаний о совокупности процессов и технологических операций, обеспечивающих получение пищевых продуктов заданного качества, ознакомление их с закономерностями и процессами, которые являются общими для технологий различных пищевых производств.

Учебное издание может быть рекомендовано для обучающихся при изучении общей технологии пищевых производств по направлениям подготовки в рамках научной специальности 4.3.3. Пищевые системы.

Содержание пособия состоит из 11 разделов, в которых рассмотрены теоретические и практические аспекты производства пищевых продуктов с учетом состава и свойств растительного сырья, основные технологические приемы, их характеристика и режимы, а также требования к качеству готовой продукции.

В конце каждой темы имеются контрольные вопросы для проверки усвоения материала. Для самостоятельной работы студентов подобрана рекомендуемая литература.

Цель учебного пособия: формирование у будущих специалистов необходимых компетенций, систематизированных знаний, умений и навыков в области технологий различных отраслей пищевой промышленности, понимание специфики технологических процессов и операций, обеспечивающих получение высококачественного сырья и продукции для предприятий индустрии питания.

Раздел 1. ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА И ПРОИЗВОДСТВА КРУП

План

- 1.1. Классификация зерновых культур.
- 1.2. Строение зерна и его химический состав.
- 1.3. Технологии хранения зерна.
- 1.4. Ассортимент круп.
- 1.5. Традиционная технология получения крупы.
- 1.6. Требования к качеству крупы. Условия хранения крупы.
- 1.7. Физико-химические изменения круп при тепловой кулинарной обработке.

1.1. Классификация зерновых культур

Зерновое производство традиционно является основой агропромышленного комплекса РФ и наиболее крупной отраслью сельского хозяйства. Установлено, что в структуре питания населения большинства мировых стран не меньше, чем 50 процентов от всей энергетической ценности приходится именно на зерновые культуры.

Зерновая пищевая промышленность выполняет четыре основные функции, производя следующую продукцию:

- продукты питания с повышенными потребительскими свойствами;
- функциональные продукты питания, а также продукты для профилактического и лечебного питания;
- продукты с увеличенным сроком хранения;
- продукты быстрого приготовления.

Зерновые культуры классифицируют по различным признакам [10]: ботанической принадлежности, особенностям химического состава зерна или целевому назначению.

По ботанической принадлежности зерновые культуры относят к хлебным злакам (Graminae), которые подразделяют на типичные (пшеница, рожь, овес, ячмень) и просовидные (просо, рис, кукуруза, сорго); гречишным растениям (Polygonaceae) – гречиха; бобовым (Leguminosae) – горох, фасоль, чечевица, соя, бобы и др.

В особую группу выделяют масличные культуры. В нее входят растения, принадлежащие к различным ботаническим семействам (к сложноцветным – подсолнух, крестоцветным – горчица рыжик и др., сезамовым – кунжут и т.д.).

Классификация зерновых культур *по химическому составу зерна* предусматривает их деление:

- на богатые крахмалом (злаки и гречиха);
- богатые белком (бобовые);
- богатые жиром (масличные и арахис).

Классификация зерновых культур *по целевому назначению зерна* предусматривает их деление:

- на мукомольные (в основном используемые для выработки муки), например пшеница, рожь;
- крупяные (в основном идущие для выработки крупы), например просо, рис, гречиха;
- фуражные (используемые главным образом для корма животных) – овес, ячмень, кукуруза;
- технические (применяемые для производства различных продуктов: спирта, крахмала и патоки) – кукуруза, ячмень.

1.2. Строение зерна и его химический состав

Строение зерна всех злаковых культур примерно одинаковое, и его можно рассмотреть на примере зерна пшеницы (рис. 1.1). [20] Форма его овальная. Плодовые оболочки, образовавшиеся из стенок завязи, состоят из нескольких слоев клеток: наружный слой – эпидермис, эпикарпий, мезокарпий и эндокарпий. Масса плодовых оболочек составляет 4 - 6 % от веса зерна.

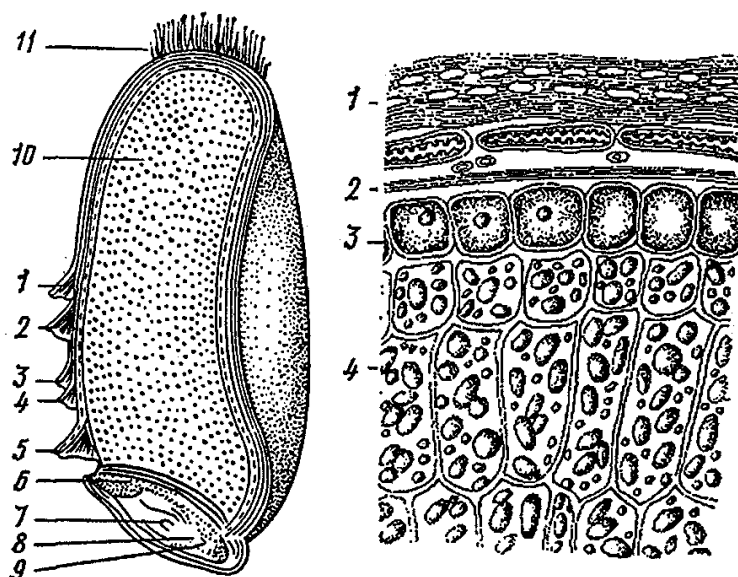


Рис. 1.1. Строение зерновки пшеницы:

- | | |
|--------------------------------------|------------------------|
| 1 и 2 – плодовые оболочки; | 1 – плодовая оболочка, |
| 3 и 4 – семенные оболочки; | 2 – семенная оболочка, |
| 5 – алейроновый слой эндосперма; | 3 – алейроновый слой, |
| 6 – щиток; 7 – почечка; | 4 – мучнистое ядро |
| 8 – зародыш; 9 – зачаточные корешки; | |
| 10 – эндосперм; 11 – хохолок | |

Под плодовыми лежат семенные оболочки, они состоят из: верхнего пигментного слоя, от которого зависит цвет зерна, и внутреннего слоя гиалинового. Масса их: 2 - 2,5 % от всего зерна. В состав оболочек входят 3,5 - 4,5 % минеральных веществ (зола), 43 - 45 % гемицеллюлоз и пентозанов, 18 - 22 % клетчатки, 4,5 - 4,8 % азотистых веществ, немного сахара и жира.

Внутренняя часть зерна – эндосперм – подразделяется на наружный, или алейроновый слой и собственно эндосперм – мучнистое ядро.

В алейроновом слое находится большое количество белков – 38 % и более, преимущественно относящихся к альбуминам и глобулинам, не способным образовывать клейковину, 9 - 10 % жира, 6 % сахара (сахарозы), 15 % клетчатки, 9 - 10 % золы, значительное количество гемицеллюлозы. Алейроновый слой богат водорастворимыми витаминами: В₁ и В₂ и особенно витамином РР. Масса его: в среднем 7 % от массы зерна (4 - 9 %). Зольность: 8 - 11 %.

Мучнистое ядро (эндосперм) занимает всю внутреннюю часть зерна. Оно состоит из крупных объемных клеток, заполненных крахмалом и частицами белков. Стенки клеток эндосперма, особенно во внутренних его слоях, очень тонки, почти неразличимы даже под микроскопом.

Зерна пшеницы бывают полностью стекловидными в том случае, когда все клетки эндосперма заполнены без воздушных пор и прослоек. Если клетки эндосперма рыхлые и содержат мельчайшие поры, зерно будет непрозрачным мучнистым. Стекловидные зерна отличаются от мучнистых содержанием белка и физическими свойствами – плотностью и твердостью.

Эндосперм содержит весь крахмал зерна, количество которого составляет 78 - 82 % от массы эндосперма, около 2 % сахарозы, 0,1 - 0,3 % редуцирующих сахаров, 13 - 15 % белков, преимущественно глиадины и глютеина, образующих клейковину. Характерным является малое содержание в эндосперме золы (0,3 - 0,5 %), жира (0,5 - 0,8 %), пентозанов (1 - 1,5 %), клетчатки (0,07 - 0,12 %). Разные слои эндосперма неодинаковы по содержанию белка. Эндосперм составляет от 80 до 84 % массы зерна.

Зародыш пшеницы, находящийся на остром конце зерна, представляет собой ту часть зерна, из которой развивается новое растение. Снаружи зародыш покрыт плодовыми и семенными оболочками. Зародыш содержит: 33 - 39 % белка, в том числе нуклеопроteidы, альбумины, глобулины и проламины; свыше 25 % сахаров, главным образом сахарозы; 12 - 15 % жира; 2,2 - 2,6 % клетчатки и около 5 % минеральных веществ.

Зародыш пшеницы богат витаминами: Е – 158 мг/кг, В₁ – 19 мг/кг (в щитке – 148 мг/кг); В₂ – 12 мг/кг; В₆ – 12,5 мг/кг; РР – 64 мг/кг; полезными зольными макро- и микроэлементами, содержит активные ферменты. Масса зародыша: 2 - 3 % от массы зерна.

Зародыш зерновки состоит из зародышевого корешка, стебелька, почечки и щитка. Считают, что щиток – единственная видоизмененная семядоля зародыша, которая не содержит запаса питательных веществ, плотно прилегает к эндосперму и похожа на тонкую пластинку.

Щиток расположен так, будто образует перегородку между зародышем и эндоспермом и при прорастании семени берет из эндосперма питательные вещества.

Пшеница – основная зерновая культура. По срокам посева ее подразделяют на яровую и озимую.

В зависимости от ботанических особенностей делят на основные виды – мягкую и твердую (рис. 1.2). [20]

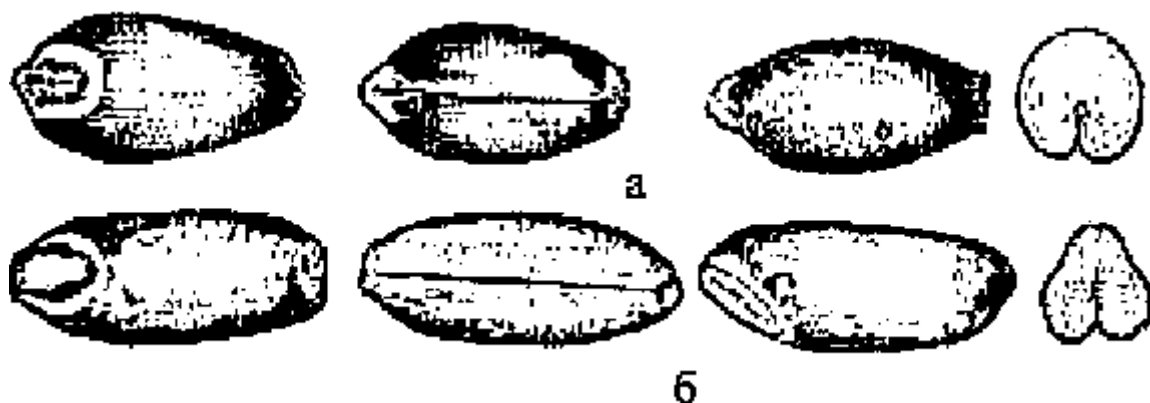


Рис. 1.2. Внешний вид зерен мягкой и твердой пшеницы:
а – мягкая пшеница; б – твердая пшеница

Мягкая пшеница имеет зерно стекловидной, полустекловидной или мучнистой консистенции, округлой или овальной формы, слегка расширенной к зародышу, с выраженной бородкой и глубокой бороздкой. Цвет зерна может быть белый, красный или желтый. Мягкая пшеница используется в кондитерском и хлебопекарном производствах.

По технологическим свойствам мягкую пшеницу делят на три группы:

- сильная пшеница – содержит повышенное количество белка (свыше 16 %), упругую, эластичную клейковину и не менее 60 % стекловидных зерен;
- средняя занимает промежуточное положение, характеризуется усредненными показателями качества;
- слабая содержит 9 - 12 % белка и дает клейковину низкого качества, для улучшения хлебопекарных свойств в нее добавляют сильную или твердую пшеницу.

Твердая пшеница значительно отличается от мягкой. Зерно ее более удлиненной формы с утолщением на спинке у зародыша, ребристое, на разрезе стекловидное, просвечивающее, бородка развита слабо, бороздка открытая, неглубоко входящая внутрь зерна. Цвет от светло- до темно-янтарного. Оно содержит больше белка, сахара и минеральных веществ, чем мягкая пшеница. Твердую пшеницу используют для производства макаронных изделий, манной крупы, добавляют при размоле пшеницы с низкими хлебопекарными свойствами, получают муку-крупчатку.

Рожь – зимостойкая озимая культура. Зерно ржи (рис. 1.3) длиннее зерна пшеницы. Цвет зерна желтый, серо-зеленый, фиолетовый, коричневый. Зерно серо-зеленого цвета крупнее остальных, содержит больше белков и обладает лучшими хлебопекарными свойствами. [20]

Рожь меньше, чем пшеница, содержит эндосперма, следовательно, больше оболочек с алейроновым слоем, меньше в ней и белков (9 - 13 %). Особенностью белков ржи является то, что они не способны образовывать клейковину. Используют в основном для получения муки и в небольшом количестве – для получения солода и спирта.

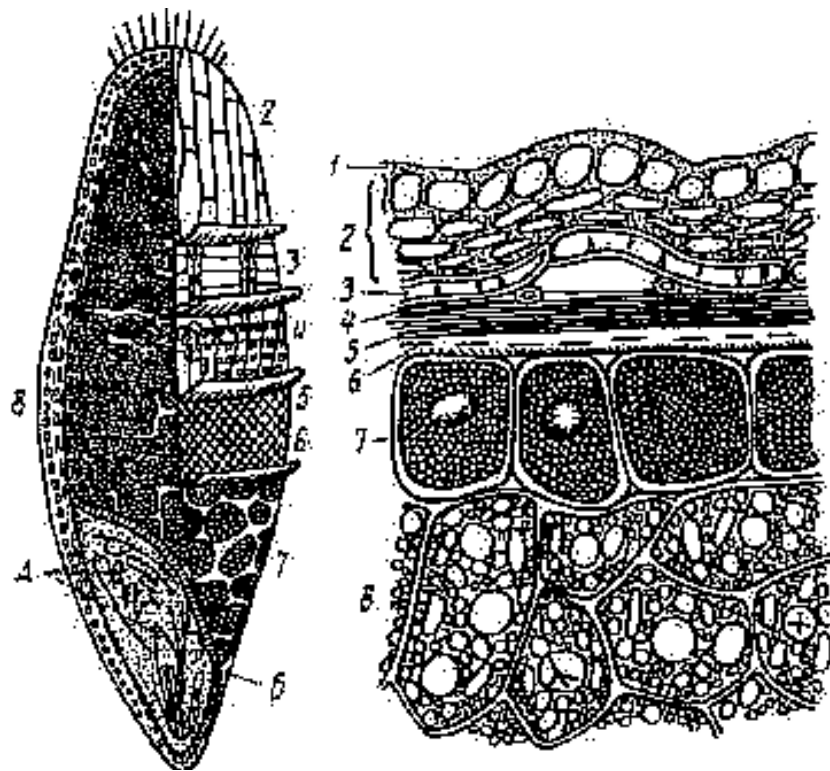


Рис. 1.3. Строение зерна ржи:

А - зародыш зерна; Б - щиток; 1, 2, 3, 4 - слои клеток плодовой оболочки; 5 и 6 - слои клеток семенной оболочки; 7 - алейроновый слой; 8 - эндосперм

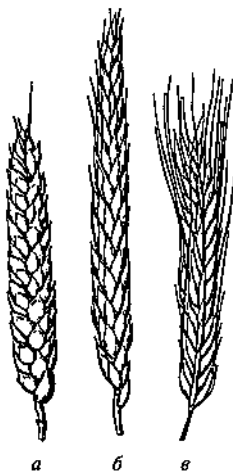


Рис. 1.4. Колосья различных культур:

а - мягкая пшеница;
б - тритикале; в - рожь

Тритикале – хлебный зимостойкий злак, гибрид пшеницы и ржи (рис. 1.4). Зерно крупнее пшеничного и ржаного. Белки этого злака полноценны и хорошо усваиваются организмом. Из муки тритикале клейковина отмывается, поэтому по хлебопекарным качествам она ближе к пшеничной. В зависимости от сорта хлеб из тритикале может иметь белый, серый или темный цвет.

Просо – ценная теплолюбивая и засухоустойчивая крупяная культура, выращивается как яровая культура. Зерно покрыто цветочными пленками, которые легко отделяются от ядра, форма зерна может быть шаровидная, овально-удлиненная, а эндосперм стекловидный или мучнистый.

Ячмень – быстросозревающая (вегетационный период длится 70 дней) яровая культура, произрастающая повсеместно. Делится на шестирядный и двурядный. Из ячменя вырабатывают перловую и ячневую крупы, частично

получают муку и солод. Этот злак является главным сырьем пивоваренного производства и используется на корм скоту.

Рис – влаго- и теплолюбивая зерновая культура. По форме бывает продолговатый (узкий и широкий) и округлый. Эндосперм его может быть стекловидным, полустекловидным и мучнистым. Наиболее ценным является рис стекловидный, так как при обрушивании (технологический процесс, в результате которого крупа отделяется от оболочек) он меньше дробится и дает больший выход крупы.

Овес – влаголюбивая и довольно требовательная к теплу культура. Выращивают повсеместно, сеют как яровую культуру, созревает быстро. Цвет зерна белый или желтый. Помимо крахмала и белковых веществ в зерне содержится много жира (4 - 6 %). Используется на откорм скоту и для получения круп.

Кукуруза по форме, строению початка и зерна подразделяется на кремнистую, зубовидную, полужубовидную, сахарную, пленчатую, крахмалистую, восковидную, лопающуюся и др. Содержит меньше, чем другие злаки, белка, но больше жира (до 5 %), который находится в основном в зародыше. Зародыш отделяют и используют для производства масла. Из кукурузы получают крупы, крахмал, спирт, патоку.

Гречиха имеет плод трехгранной формы, покрытый не цветочными пленками, как у злаков, а плотной плодовой оболочкой, под которой находится ядро, состоящее из семенной оболочки, алевронового слоя, эндосперма и крупного зародыша в виде S-образно изогнутой пластины. Плод гречихи - трехгранный орешек серой, коричневой или черной окраски, масса 100 плодов 20 - 30 г, пленчатость 18 - 30 %.[16]

Семена бобовых растений (рис. 1.5) состоят из зародыша и двух семядолей, практически не имеют эндосперма. Семя защищено плотной семенной оболочкой, внешняя часть ее покрыта кутикулой – тонкой пленкой из кутина.

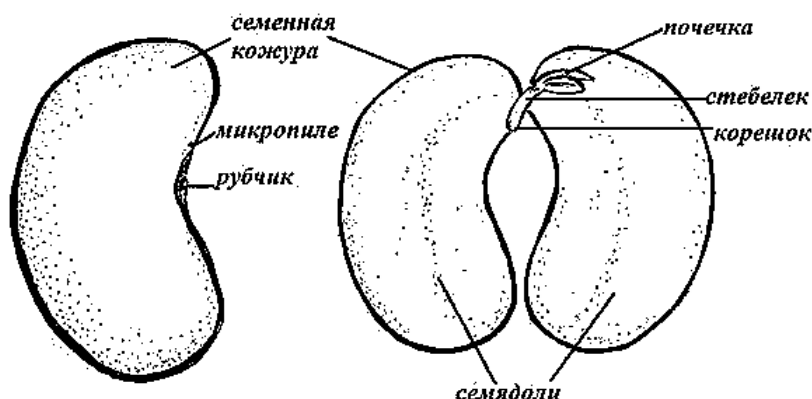


Рис. 1.5. Строение семян бобовых

Продовольственное значение имеют горох, фасоль, чечевица, чина, нут, соя, бобы (рис. 1.6). [9] Семена бобовых культур снаружи покрыты плотной оболочкой, под которой лежат две семядоли, соединенные ростком.



Рис. 1.6. Бобовые культуры

Бобовые культуры содержат: белков 30 % и более (ценные по составу, так как богаты незаменимыми аминокислотами), углеводов до 60 %, жира около 2 % (кроме сои, содержащей жиров до 20 %, углеводов до 30 %, белков до 40 %).

Недостатком бобовых культур является медленная развариваемость их семян (от 90 до 120 мин). Для ускорения развариваемости семена некоторых бобовых культур (гороха, чечевицы) обрушивают, т.е. удаляют семенную оболочку. Это сокращает варку примерно в 2 раза.

Горох происходит из Афганистана и Восточной Индии. Плод гороха – боб – состоит из створок и семян. По строению створок бобов сорта гороха делят на сахарные и луцильные. Бобы сахарных сортов используют в пищу вместе с семенами в виде так называемых лопаток. Створки луцильных сортов не съедобны. При созревании семян створки бобов легко разлучиваются, поэтому такие сорта гороха называют луцильными.

Луцильные сорта подразделяют на мозговые, которые в молочной спелости используют для приготовления овощных консервов (зеленый горошек), и гладкосеменные, которые в полной зрелости делят на два типа: продовольственный и кормовой.

Продовольственный горох в зависимости от окраски семядолей бывает белым, желтым и зеленым. По крупности семян горох подразделяют на крупный, средний и мелкий. Семена гороха сохраняют питательные и вкусовые свойства в течение 10 - 12 лет.

Фасоль по цвету делят на три типа: белая, цветная однотонная и цветная пестрая.

Чечевица – древнейшая сельскохозяйственная культура, в России известна с XIV в. Семена диаметром 5 мм напоминают двояковыпуклую линзу.

Бывает двух типов – северная, произрастающая в центральных районах России, и южная, выращиваемая на Украине.

Соя – универсальная мировая бобовая культура. Из сои получают муку, масло, молоко, сыр; ее добавляют в кондитерские изделия, консервы, соусы и другие продукты питания. Сою используют только после промышленной обработки. В натуральном виде соевые бобы в пищу не пригодны.

Нут и **чина** во многом сходны с горохом. В пищу их употребляют, как и горох, в свежем, вареном и жареном виде. Из них приготавливают консервы, а из муки – печенье и другие изделия.

Боб садовый (боб обыкновенный, боб русский, боб конский, боб хлебный, фава) – культурное однолетнее растение, вид рода Вика (Горошек).

Бобовые – травянистое однолетнее растение с сильно разветвленным стержневым корнем, проникающим глубоко в землю (до 0,8 - 1,5 метров); с прямым стеблем высотой до 1,5 метров; листьями, состоящими из парных овальных листочков; белыми или розовыми цветками мотылькового типа; плодами-бобами (часто называемыми «стручками»), содержащими овальные или сплюснутые семена разнообразной окраски.

Длина стручков может быть до 30 см, вес до 40 грамм. На одном растении при хороших условиях может появиться до 100 - 120 плодов. Семена боба садового способны сохранить всхожесть до 10 лет. Садовый боб – отличный медонос.

В пищу употребляют незрелые зеленые лопатки или только зерна (в супах или тушеными). В молочной спелости лопатки употребляют в салатах.

Кормовые бобы отличаются относительно мелкими семенами и хорошо развитой вегетативной массой, благодаря чему их используют на корм скоту.

Вика яровая – однолетняя бобовая культура, выращиваемая для получения зеленой массы, сена, сенажа и зерна. По кормовой ценности она почти не уступает многолетним травам – клеверу и люцерне.

В ее семенах содержится в среднем от 27 до 35 % белка, в соломе – 6 - 10 %, сене – 18 - 22 %, а в зеленой массе – 3,5 %, причем данное вещество богато незаменимыми аминокислотами, в том числе лизином и триптофаном, и отличается высоким коэффициентом переваримости.

Бобовые культуры в России появились в VIII - X вв. В пищу идут в зеленом и зрелом виде, а также перерабатываются на консервы.

Семена масличных растений. Из этой группы в нашей стране наиболее распространены подсолнечник, клещевина, лен, горчица. В последние годы расширяются посевы рапса. На небольших площадях высевают арахис, сафлор, кунжут, мак, рыжик, периллу и др.

Семена масличных культур предназначены для получения растительного масла.

Семена подсолнечника состоят в основном из зародыша с одним рядом клеток эндосперма и защищены семенной оболочкой (рис. 1.7.). [20]

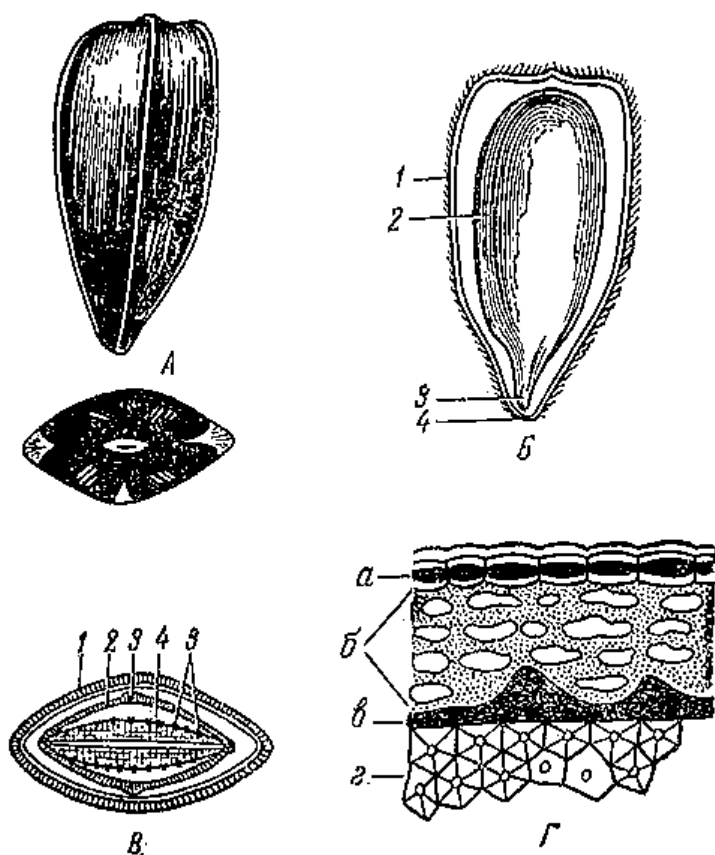


Рис. 1.7. Строение семянки подсолнечника:

А – общий вид семянки сбоку и сверху.

Б – продольный разрез: 1 – плодовая оболочка; 2 – семя; 3 – микропиле;
4 – место прикрепления семени.

В – поперечный разрез: 1 – околоплодник; 2 – семенная оболочка;
3 – сосудистые пучки; 4 – семядоли.

Г – разрез кожуры семянки: а – клетки эпидермиса; б – пробковая ткань;
в – панцирный слой (может и отсутствовать); г – клетки склеренхимы

Химический состав зерна

Химический состав зерна сильно зависит от культуры и сорта, почвенно-климатических условий, приемов агротехники, условий хранения и других факторов. В среднем зерно состоит из 14 % влаги и 86 % сухих веществ.

Таблица 1.1 – Химический состав злаковых культур

Культура	Белки	Крахмал	Моно- и дисахариды	Клетчатка	Липиды	Минеральные вещества	Вода
Пшеница мягкая озимая	11,2	54,0	1,2	2,4	2,1	1,7	14,0

Продолжение таблицы 1.1

Культура	Белки	Крахмал	Моно- и дисахариды	Клетчатка	Липиды	Минеральные вещества	Вода
Пшеница мягкая яровая	12,5	53,0	0,9	2,5	2,3	1,7	14,0
Пшеница твердая	13,0	54,5	0,8	2,3	2,5	1,7	14,0
Рожь	9,9	54,0	1,5	2,6	2,2	1,7	14,0
Тритикале	12,8	53,5	1,0	2,6	2,1	1,7	14,0
Кукуруза	10,3	56,9	1,6	2,1	4,9	1,2	14,0
Ячмень	10,3	48,1	1,3	4,3	2,4	2,4	14,0
Овес	10,0	36,5	1,1	10,7	6,2	3,2	13,5
Рис	7,5	55,2	0,9	9,0	2,6	3,9	14,0
Просо	11,2	54,7	1,9	7,9	3,9	2,9	13,5
Сорго	10,6	58,0	1,6	3,5	4,1	2,2	13,5

Примечание. Химический состав приведен с учетом стандартной влажности зерна.

Вода. В зерне по сравнению с клубнями картофеля значительно меньше влаги, что придает ему более прочную структуру. Влажность зерна зависит не только от его гигроскопических свойств, но и от зрелости и других условий. зерно злаковый пшеница бобовый

Различают 4 состояния товарного зерна: сухое, средней сухости, влажное и сырое. Например, для ржи, пшеницы и ячменя эти состояния характеризуются следующими показателями содержания влаги (%): сухое до 14, средней сухости от 14 до 15,5, влажное от 15,5 до 17 и сырое более 17. в дефектном и подмоченном зерне влажность может достигать 30 % и выше. Влага, соответствующая сухому состоянию, является коллоидно-связанной, жизненные процессы в зерне сведены к минимуму; при средней сухости появляется небольшое количество свободной воды и зерно может пробуждаться к жизни. Общая влажность, соответствующая этому состоянию зерна, называется критической.

Сухие вещества. В зерне в среднем 84 % органических и 2 % минеральных веществ, в том числе (%): крахмала 52, сахара 3, клетчатки 6, пентозанов и пектиновых веществ 9, азотистых веществ 11, жира 3.

Крахмал содержится (%): в здоровых зрелых зернах пшеницы – 48 - 57; ржи 46 - 53; ячменя 43 - 55; овса 34 - 40; проса 42 - 60; кукурузы крахмалистой

61 - 70, зубовидной 58 - 64, кремнистой 54 - 71. В дефектном зерне количество крахмала снижается.

Сахара в здоровом зерне обычно от 0,6 до 7,0 %. Он состоит в основном из сахарозы и небольших количеств три- и тетрасахаридов. В ячмене и ржи в заметных количествах присутствует раффиноза. Мальтозы нет, но она появляется при прорастании зерна.

В недозрелом, морозобойном и проросшем зерне сахара больше, он состоит главным образом из редуцирующих сахаров (инвертированного сахара, мальтозы).

Целлюлозы в зерне, свободном от цветочных пленок, относительно немного – 1,5 - 2,5 %. В зерне с неотделенными пленками оно повышается и составляет в (%): в овсе 10, в просе 8, ячмене 4 - 5, горохе 7,7.

Пентозаны – доминирующая составная часть гумми (слизей). Общее количество пентозанов в зерне 7 - 15 %. Много пентозанов в овсе 13 - 15 %, в ячмене 9 - 13 % и ржи около 10 %.

Пектиновых веществ в зерне относительно немного.

Азотистые вещества в здоровом зрелом зерне состоят главным образом из белков, которых может содержаться от 7 до 25 %. Содержание небелкового азота (включая аммиачный) составляет в среднем 2 %. В недозрелом, подвергшемся самосогреванию и проросшем зерне количество аминокислот увеличивается.

В зерне найдены альбумины – белки, растворимые в воде; глобулины – белки, растворимые в слабых (3-10%-ных) растворах нейтральных солей, а некоторые из них – в слабых (0,2%-ных) растворах кислот; проламины – белки, растворимые в 60 -80%-ных растворах спиртов; глютелины – белки, растворимые в слабых (0,2%-ных) растворах щелочей.

Таблица 1.2 – Содержание различных видов белка в зерне, мас. %

Белок	Пшеница	Рожь	Ячмень	Овес	Кукуруза	Просо
Альбумин	4	28	12	20	0,5	10
Глобулин	8	22	30	20	20	6
Проламин	40	32	35	15	40	60
Глютелин	48	18	23	45	30	10

Жиры. Содержатся в зерне в относительно небольшом количестве - от 1,8 до 2,5 %. В кукурузе жиров 5 - 7 %, в овсе 5 - 6 %, в просе 3,5 - 5 %. Приблизительно 85 % жира локализовано в зародыше, 12% – в алейроновом слое и 3% – в мучнистой части эндосперма.

Витамины зерна представлены жирорастворимыми витаминами и водорастворимыми (мг на 100 г): тиамин 0,3 - 0,8, рибофлавин 0,07 - 0,30, биотин, пантотеновая кислота.

Минеральные вещества (зола) и кислоты составляют 1,5 - 3,0 % от массы зерна. Они находятся в оболочках, цветочных пленках и в зародыше.

Кислоты зерна представлены фосфорной, щавелевой, яблочной и молочной.

1.3. Технологии хранения зерна

Хранение зерна предусматривает поддержание качества зернового продукта на протяжении всего необходимого периода. Технология хранения зерна выбирается с целью снижения объема потерь продукта и сохранения его первоначального качества. Она зависит от влажности сырья и типа зернохранилища. [29]

На практике используются три режима хранения зерна:

- в сухом состоянии (с пониженной влажностью);
- в охлажденном состоянии (понижение температуры до значений, замедляющих жизнедеятельность компонентов зерна);
- в герметических условиях (без доступа воздуха).

Также, в обязательном порядке, используются вспомогательные приёмы, повышающие устойчивость зерновых масс при хранении:

- 1) очистку зерна от примесей;
- 2) сушку зерна перед закладкой на хранение;
- 3) активное вентилирование зерна атмосферным и искусственно охлажденным воздухом;
- 4) борьбу с вредителями хлебных запасов;
- 5) химическое консервирование зерновых масс;
- 6) применение излучений.

Определяя режим хранения, принимают во внимание местные климатические условия, вместимость зернохранилищ, внутренние резервы хозяйства, целевое назначение партий зерна, его качество, рациональность применения выбранного режима. Комплексное применение режимов даёт наилучшие результаты.

В России наиболее распространены режимы хранения зерна в сухом и охлажденном состоянии в сочетании с такими вспомогательными приемами, как очистка, сушка, активное вентилирование зерна, а также комплекс мероприятий, направленных на предупреждение заражения зерновых масс вредителями.

Семенное и фуражное зерно размещают на хранение с учетом следующих показателей:

- ботанические признаки (тип, подтип, сорт). Зерно различных типов, подтипов, сортов размещают и хранят отдельно;
- влажность зерновой массы. Зерно зерновых и зернобобовых культур размещают по состоянию влажности. Отдельно размещают зерно: сухое, средней сухости, влажное, сырое. Допускают совместное размещение зерна сухого и средней сухости. Высоту насыпи зерна сухого и средней сухости принимают в пределах, допускаемых технологическим состоянием зернохранилища. При невозможности вентилирования высота насыпи для влажного зерна допускается не более 2-х метров, для сырого – не более 1-го метра;

– засоренность зерна. Зерно размещают по состояниям засоренности. Отдельно размещают зерно: чистое, средней чистоты, сорное до ограничительных кондиций, сорное выше ограничительных с интервалом в 6 %;

– объемная масса. Зерно размещают отдельно по категориям: высоконатурное, средненатурное, низконатурное;

– особо учитываемые признаки. По признакам, связанным с дефектностью зерна: морозобойное, пораженное клопом-черепашкой, зараженное вредителями, содержащее проросшие зерна, вредные, трудноотделимые примеси, а также зерно с посторонним запахом.

Отдельно размещают однородные по качеству партии зерна в зависимости от его целевого назначения.

Характеристика режимов хранения зерна

1. Хранение зерновых масс в сухом состоянии

Зерновая масса хранится в сухом состоянии, влажность которой на 1 - 3 % ниже критического уровня. На хранение засыпают семенной материал с влажностью зерновых не более 14 %; зернобобовых не более 15 – 16 %; масличных – не более 8 - 10 %. В сухом зерне преобладает связанная вода, поэтому энергия дыхания находится на самом низком уровне и не происходит развитие микроорганизмов. Этот режим является самым надежным и универсальным, наиболее распространен в производственных условиях.

2. Хранение зерновых масс в охлажденном состоянии

В производственных условиях этот режим является дополнительным к первому режиму хранения. Он основан на принципе термоанабиоза, когда жизнедеятельность зерна и семян подавляется или тормозится низкими температурами. Такое понижение является радикальным средством в подавление жизнедеятельности амбарных вредителей. При охлаждении полностью сохраняется качество зерна, сокращаются потери и расходы на послеуборочную обработку, так как затраты на охлаждение меньше, чем на сушку.

3. Хранение зерновых масс без доступа воздуха (в герметичном состоянии)

Способ хранения основан на принципе аноксианабиоза. Отсутствие кислорода в межзерновых пространствах и над зерновой массой значительно уменьшает интенсивность ее дыхания. Практически полностью прекращается жизнедеятельность микроорганизмов, так как подавляющая масса их состоит из аэробов. Исключается возможность развития клещей и насекомых, также нуждающихся в кислороде. Таким образом, резко сокращаются потери зерна.[29]

В бескислородной среде с влажностью до критической хорошо сохраняются технологические и фуражные свойства зерновой массы. С увеличением влажности продовольственные и кормовые достоинства несколько понижаются: темнеют оболочки, появляется спиртовой и кислый запах, увеличивается кислотное число жира. Прекращение доступа кислорода к хранящейся зерновой массе приводит к повышению концентрации углекислого газа. В партиях зерна с влажностью до 18 % в герметичных условиях содержание

CO₂ – 40 %; при 20 % влажности – CO₂ – 70 %; при влажности 24 % – CO₂ – 90 %.

Хранение без доступа воздуха партий посевного материала возможно только при влажности значительно ниже критической, когда семена находятся в состоянии глубокого анабиоза, иначе неизбежна потеря всхожести. [29]

Наибольшей технологической эффективности и наибольшего сокращения издержек при хранении достигают только в том случае, если при выборе режима учитывают многообразие условий, влияющих на устойчивость зерновой массы. Лучшие результаты получают при комплексном использовании режимов, например, хранение сухой зерновой массы при низких температурах с использованием для охлаждения наружного холодного сухого воздуха во время естественных перепадов температур.

Современные зернохранилища – это целый комплекс сооружений, позволяющий подготовить, просушить и заложить зерно как на длительный, так и на короткий срок хранения.

Различают зернохранилища первого и второго звена.

Зернохранилища *первого звена* размещаются на выращивающих зерно хозяйствах и предназначены для временного хранения урожая во время уборки, а также его первичной обработки. Вместительность таких комплексов обычно невелика и хранение не превышает 2-х месяцев.

Зернохранилища, относящиеся ко *второму звену*, делятся по своему назначению:

- Заготовительные, используемые местными небольшими хозяйствами для хранения собранного урожая;
- Перевалочные, в функцию которых входит разгрузка зерна с одного транспорта и дальнейшая погрузка в другой;
- Базисные, для хранения зерна для зерноперерабатывающих заводов и комплектации экспортных заказов;
- Фондовые для хранения государственного стратегического зернового резерва;
- Производственные, входящие в структуру зерноперерабатывающих заводов;
- Портовые, предназначенные для накопления, хранения и погрузки на водный транспорт больших партий зерна.

Современный элеватор представляет собой многофункциональный комплекс с полной механизацией и автоматизацией всех этапов загрузки, обработки, хранения и выгрузки зерна.

1.4. Ассортимент круп

Крупа – ценный пищевой продукт, содержащий полезные питательные вещества, отличающиеся высокой усвояемостью и хорошими потребительскими свойствами. [9] Крупиные заводы в зависимости от способа

производства вырабатывают разнообразный ассортимент крупяной продукции, которую можно разделить на пять групп.

Крупы недробленые – рис (шлифованный, полированный), пшено, ядрица гречневая, овсяная недробленая, горох целый, получаемые шелушением и последующей обработкой шелушенного зерна (ядра).

Крупы дробленые шлифованные – перловая (из ячменя), Полтавская и Артек (из пшеницы), кукурузная шлифованная. Их получают удалением оболочек и зародыша, дроблением ядра и последующим шлифованием, полированием и сортированием по размерам (от 0,56 до 3,5 мм) на пять номеров.

Крупы дробленые – ячневая (из ячменя), овсяная, кукурузная, получаемые дроблением чистого ядра и сортированием по размерам (от 0,56 до 2,5 мм) на три номера.

Хлопья – продукт дальнейшей переработки крупы. Из ядра или крупы получают также «воздушный рис», «воздушную кукурузу» и др.

Крупы повышенной питательной ценности, получаемые на основе смеси 2-3 видов размолотой крупы с введением обогатителей животного или растительного происхождения. Крупу, вырабатываемую из большинства культур, в зависимости от качества подразделяют на сорта: высший, первый и второй. [16]

Основные виды, сорта, номера круп, их выход из зерна базисных кондиций регламентированы Правилами организации и введения технологического процесса на крупяных предприятиях. Основные виды, сорта и номера крупы, вырабатываемой в нашей стране, приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Основные виды, сорта и номера крупы

Культура	Вид, сорт и номер крупы
Рис	Рис полированный и шлифованный высшего, первого и второго сорта. Рис дробленый шлифованный.
Гречиха	Ядрица первого и второго сорта. Ядрица быстрорастворимая первого и второго сорта. Прodel. Прodel быстрорастворимый.
Просо	Пшено шлифованное высшего, первого и второго сорта.
Овес	Крупа овсяная недробленая высшего сорта. Крупа овсяная плющенная высшего и первого сорта. Овсяные хлопья Геркулес. Лепестковые хлопья. Толокно.
Ячмень	Крупа перловая № 1, 2, 3, 4, 5. Крупа ячневая № 1, 2, 3
Пшеница	Крупа Полтавская № 1, 2, 3, 4, Артек.
Кукуруза	Крупа шлифованная № 1, 2, 3, 4, 5. Крупа крупная для хлопьев. Крупа мелкая для палочек. Мука кукурузная.
Горох	Горох лущеный целый. Горох лущеный колотый.
Смесь круп различных видов	Крупы повышенной питательной ценности: Юбилейная, Здоровье, Спортивная, Пионерская, Сильная, Южная, Флотская, Союзная.

При переработке риса и проса выход крупы составляет по 65 %, гречихи – 67 %, овса 44 – 45 %, ячменя – 40 %, перловой или ячневой крупы – 62 %, гороха целого и колотого – 73 %, кукурузной крупы 40 %, крупы Полтавской и Артек – 63 %. Установлены также нормы выхода отходов и побочных продуктов.

Особенной питательностью отличается гречневая крупа, она содержит и наибольшее количество витаминов группы В, в ней много кальция, фосфора, железа. Химический состав рисовой крупы характерен высоким содержанием углеводов (около 80%) при минимальном количестве клетчатки, что определяет ее хорошую усвояемость. Менее питательна крупа из кукурузы и ячменя. Кулинарные достоинства определяют цвет, вкус, структуру сваренной каши, продолжительность варки крупы, коэффициент развариваемости. Нормы качества крупы указаны в стандартах.

При производстве крупы получают также большое количество побочных продуктов и отходов (мучка, сечка, дробленка и лузга), большинство которых используют в качестве компонентов для производства комбикормовой продукции.

Мучку, сечку и дробленку, состоящие в основном из измельченных частиц эндосперма, относят к ценным побочным продуктам. Лузга состоит из наружных оболочек (цветковые у большинства крупяных культур зерна, плодовые у гречихи и семенные у гороха), выделенных в процессе шелушения зерна и содержащих обычно небольшое количество мучнистых частиц эндосперма. Лузгу используют для получения кормовых дрожжей, некоторых химических веществ и др. Ячменную, овсяную и гороховую лузгу применяют для кормовых целей. Базисный выход лузги в зависимости от вида перерабатываемого зерна колеблется в пределах 6 - 26 %. Количество выделяемой мучки значительно и составляет 13 - 40 %.

1.5. Традиционная технология получения крупы

Процесс производства крупы можно разделить на два этапа (рис. 1.8): предварительный (подготовка зерна к переработке) и основной (получение крупы). [23]

Подготовка зерна к переработке. Примеси, входящие в состав зерновой массы, предназначенной для переработки в крупу, могут значительно ухудшить качество готового продукта. Поэтому сначала производят очистку зерна от органических и минеральных примесей, семян сорных растений, дефектных и мелких семян основной культуры.

Примеси отличаются от основного зерна линейными размерами, формой, плотностью.

В зависимости от вида примесей применяют различные способы очистки. Для разделения зерен, отличающихся размерами от основной культуры (крупные и мелкие примеси), используют сита – металлические, шелковые, из полиамидных волокон и др., являющиеся рабочими органами различных просеивающих машин. Для отделения легких примесей, пленок, щуплых зерен используют воздушный поток (*сепарирование*). [17]

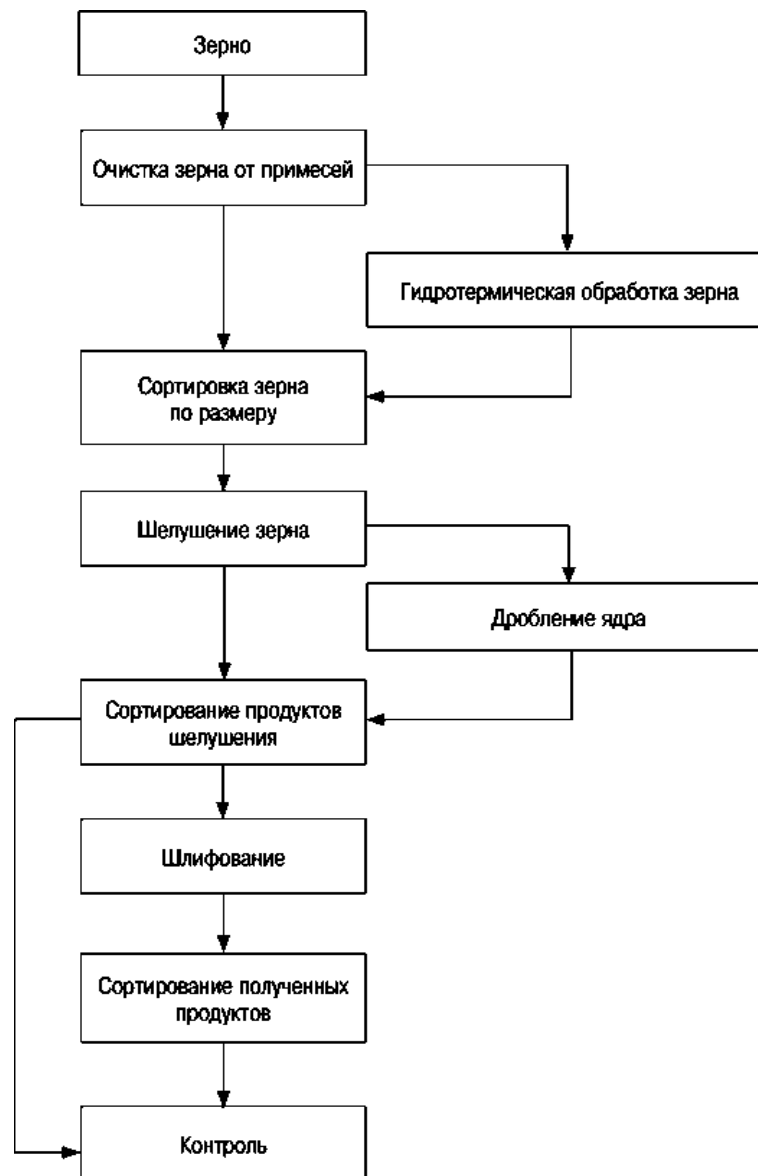


Рис. 1.8. Схема получения крупы

Для отделения коротких и длинных примесей применяют машины, называемые *триерами* (куколеотборочные и овсюгоотборочные машины).

Минеральные примеси (галька, комочки земли, руды и др.), имеющие такой же размер, как основное зерно, но отличающиеся от зерна более высокой плотностью, отделяют на камнеотделительных машинах по принципу самосортирования. Металломагнитные примеси (гвозди, шурупы, гайки и т.д.), которые могут попасть в зерно в процессе его переработки, удаляют на магнитных или электромагнитных сепараторах, которые обычно устанавливают в нескольких местах по ходу технологического процесса.

Для получения высококачественной крупы и увеличения ее выхода могут использовать *гидротермическую обработку зерна* (ГТО) – увлажнение и пропаривание в течение 3 - 5 минут, затем высушивание до влажности 12 - 14 %. В результате разрушаются клейящие вещества в пленках и оболочках зерна, в периферийных слоях эндосперма происходит частичная клейстеризация крахмала.

У овса удаляется присущая ему горечь. ГТО инактивирует ферменты, в том числе липазу и липоксигеназу, которые способствуют прогорканию жира, тем самым предотвращается появление в крупе горечи. Почти полностью прекращается дыхание.

Цветковые пленки овса, риса и плодовые оболочки гречихи, пшеницы, кукурузы становятся более эластичными, а ядро – более прочным, что облегчает шелушение зерна и обеспечивает увеличение выхода недробленой крупы. ГТО не только улучшает процесс переработки зерна, но и в ряде случаев приводит к улучшению цвета крупы, изменению ее вида, повышению потребительских достоинств, а также стойкости при хранении. На приготовление каш из крупы, полученной после ГТО зерна, затрачивается меньше времени.

Степень увлажнения зерна зависит от давления пара и длительности пропаривания, начальной влажности и температуры зерна. С повышением давления и продолжительности воздействия влажность зерна увеличивается, преобразования в нем становятся более существенными. Однако чрезмерное давление пара и продолжительность пропаривания могут привести к порче ядра, – в таком случае крупа становится очень темной и плохо разваривается.

ГТО используют при переработке: овса – инактивируются ферменты, облегчается шелушение; гречихи быстрорастворимой – увеличивается выход крупы, изменяется цвет, сокращается продолжительность варки; гороха – исчезает специфический бобовый запах и привкус; пшеницы и кукурузы – увеличивается выход фракций крупной крупы; риса (иногда) – получается крупа с более высоким содержанием витаминов и минеральных веществ.

ГТО обычно не используют при переработке ячменя, проса и традиционного риса, так как последний быстро приобретает желто-ватую окраску (см. рис. 1.8).

Сортировка зерна по размеру производится с целью увеличения выхода целой крупы и облегчения отделения шелушенных и нешелушенных зерен.

Основной этап – получение крупы – заключается в шелушении и шлифовании, сортировании продуктов.

Шелушение – удаление грубых цветковых пленок (для пленчатых), плодовых (для голозерных) или семенных (для гороха) оболочек. В результате уменьшается количество неусвояемых веществ клетчатки и пентозанов. В зависимости от анатомического строения зерна и прочности связи ядра и оболочек используют разные способы шелушения. Шелушение зерна можно осуществлять за счет его сжатия и сдвига оболочек (рис. 1.9, а).

Зерно попадает между двумя рабочими поверхностями с расстоянием меньше размера зерна. При этом зерно сжимается, оболочка раскалывается, и в результате движения одной поверхности относительно другой происходит сдвиг расколовшихся частей. Такой способ используется для шелушения зерна тех культур, у которых пленки или плодовые оболочки не прочно соединены с ядром (рис, гречиха, просо, овес).

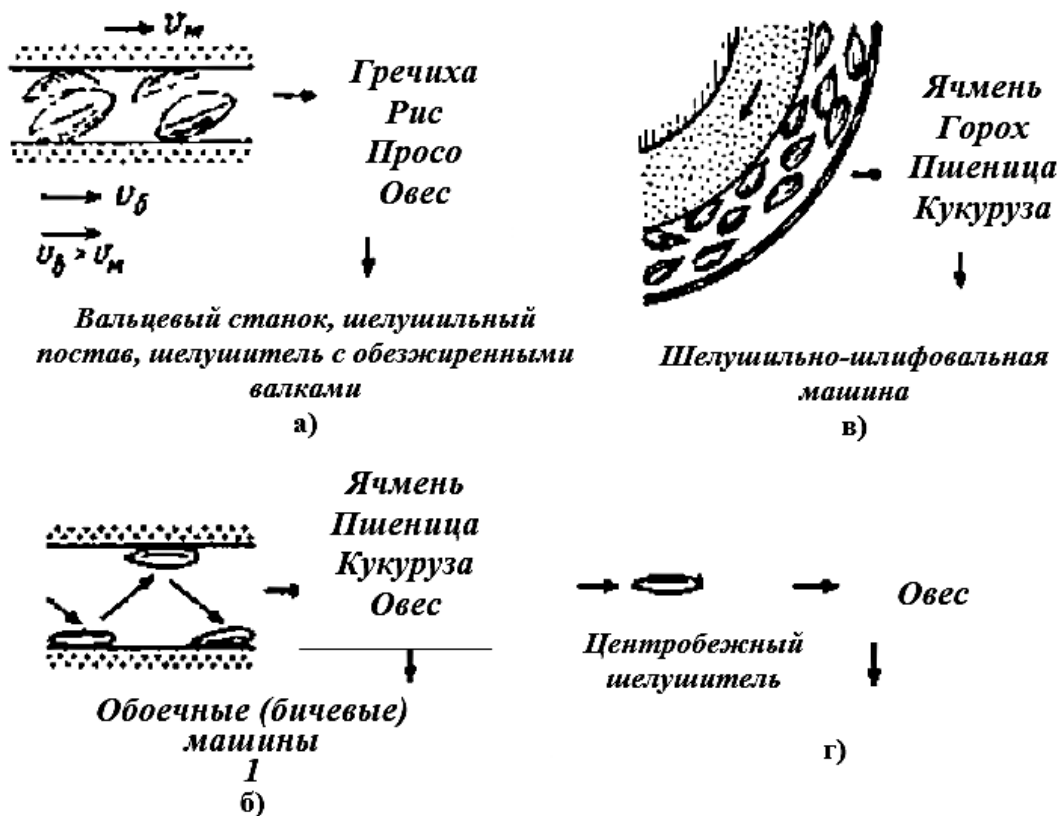


Рис. 1.9. Способы шелушения зерна:

а – сжатие и сдвиг; б – однократный (1) и многократный (2) удар;
в – интенсивное истирание оболочек для того, чтобы расколоть оболочки
или отколоть их от ядра частями, но недостаточной для того, чтобы разрушить зерно

При обработке зерен, имеющих нехрупкое зерно (овес), или при получении дробленой крупы из ячменя, пшеницы, кукурузы используют другой способ шелушения – многократный и однократный удар (рис. 1.9, б). Сила ударов должна быть достаточной.

Третий способ заключается в постепенном снятии оболочек в результате трения зерна о какую-либо шероховатую поверхность (абразивную, металлическую). Расстояние между двумя поверхностями значительно больше размеров зерна (рис. 1.9, в). Зерно, находящееся вблизи шероховатой поверхности, трется об нее, постоянно перемещаясь и многократно переворачиваясь. В результате у каждого зерна со всех сторон снимаются оболочки. Такой способ применяют для зерна, у которого оболочки плотно соединены с ядром (ячменя, пшеницы, кукурузы и гороха).

Процесс шелушения должен обеспечивать максимально полное отделение цветковых пленок и оболочек при минимальном дроблении ядра. В результате шелушения зерна в шелушильных машинах получают смесь продуктов, основным из которых является шелушенное зерно или ядро, освобожденное от наружных пленок и оболочек. Этот продукт превращается в крупу после отделения от полностью или частично нешелушенного зерна, цветковых пленок и оболочек, мучки, дробленого ядра, для чего проводят просеивание. Выделенные нешелушенные зерна направляют на повторное шелушение, а шелушенное ядро – на дальнейшую обработку (шлифование).

Шлифование – это удаление с поверхности целого ядра оставшихся плодовых, а также частично семенных оболочек и зародыша. При выработке дробленой крупы из пшеницы, ячменя и кукурузы шлифование проводят для придания шаровидной или овальной формы крупе. Шлифуют ядро либо на специальных шлифовальных машинах, либо используют для этой цели некоторые шелушильные машины. Шлифование осуществляют трением ядра об абразивную поверхность рабочих органов машин и между собой. При этом удаляется часть эндосперма. В результате изменяется химический состав: уменьшается содержание клетчатки, жира и белка, а содержание крахмала увеличивается. Повышается усвояемость крупы, улучшаются вкусовые и кулинарные свойства (скорость разваривания и увеличение объема при варке).

При получении гречневой крупы операция шлифования исключается (см. рис. 1.8), так как шелушенное ядро гречихи представляет собой готовую крупу.

После шлифования кроме крупы образуется некоторое количество битого ядра и мучки – их необходимо удалить *просеиванием*, чтобы повысить качество крупы. Одновременно при получении круп из ячменя, пшеницы, кукурузы происходит разделение по крупности (номер).

Выход разных видов крупы определяется природными особенностями зерна, качеством сырья и технологией переработки. Наибольший выход – у гороха шлифованного – 73 %, наименьший – у перловой и кукурузной шлифованной крупы – 40 %. У остальных круп выход составляет 63 - 66 %.

Крупа с целью повышения ее ценности может обогащаться различными добавками.

Крупяная промышленность вырабатывает быстрорастворимые крупы из круп длительной варки. Их моют, пропаривают, сушат, расплющивают и досушивают. По составу они не отличаются от обычных, но быстро набухают и варятся в течение 10 - 20 мин.

1.6. Требования к качеству крупы. Условия хранения крупы

Качество круп должно соответствовать требованиям действующих в стране стандартов по органолептическим и физико-химическим показателям. [9]

Основными показателями являются внешний вид, цвет, вкус, запах, влажность, наличие посторонних примесей, количество доброкачественных ядер, величина крупки, зараженность амбарными вредителями и др. Зерно доброкачественной крупы должно быть определенной формы, величины поверхности и консистенции.

Цвет должен соответствовать данному виду и сорту крупы.

Рисовая крупа имеет белый цвет; гречневая – белый с желтоватым или зеленоватым оттенком, а быстрорастворимая – коричневый разных оттенков; овсяная – серовато-желтый; пшено, пшеничная – желтый; манная – белый или желтоватый.

Вкус свежей доброкачественной крупы – слегка сладковатый. Прогорклый и кисловатый привкус указывает на ее несвежесть. В овсяной крупе допускается слабая горечь.

Запах. У крупы должен быть нормальный, свойственный данному виду запах. Несвежая, дефектная крупа имеет затхлый или плесневелый запах. Посторонний запах может появиться при совместном хранении крупы с остропахнувшими продуктами или от наличия в ней посторонних пахучих примесей (полынь и др.). Затхлый, плесневелый или какой-либо другой посторонний запах не допускается.

Наличие посторонних примесей нормируется стандартами: сорная примесь, необрушенные зерна (в крупе из ячменя – недодир сверх допустимых норм), испорченные ядра, битые ядра, мучная пыль (мучель) и некоторые др.

Зараженность амбарными вредителями – жуками, бабочками и клещами – может возникать при хранении зерна и продуктов его переработки в условиях повышенной влажности и температуры, особенно при плохой вентиляции и сырости складских помещений, к амбарным вредителям можно условно отнести мышевидных грызунов (мыши, крысы). Крупа, зараженная амбарными вредителями (кроме клещей), к использованию для пищевых целей не допускается.

По *зольности* можно судить о содержании оболочек зерна, оставшихся в крупе. Зольность является показателем качества овсяных хлопьев и кукурузной крупы.

Влажность имеет важное значение для хранения крупы, а также для количественной приемки крупы, упакованной в мешки стандартного развеса. Влажная крупа быстро подвергается порче, поэтому в стандартах нормируется верхний предел влажности. Влажность для текущего потребления установлена не более 12 - 17 % в зависимости от вида зерна, а для крупы, направляемой на длительное хранение, на крайний Север, в отдаленные районы, нормы влажности снижаются на 1,0-1,5% в зависимости от вида крупы.

Не используют в общественном питании крупы, имеющие плесневелый, затхлый запах, прогорклые. Упаковывают крупы в тканевые мешки, пакеты и пачки.

Хранят крупы при температуре 18 - 20 °С и относительной влажности воздуха 50 - 70 % в течение 9 - 11 мес., Геркулес – 4, пшено – 6, овсяная крупа – 8, перловая и рисовая – 13 - 15 мес.

1.7. Физико-химические изменения круп при тепловой кулинарной обработке

Варка круп сопровождается изменением физико-химических свойств и приводит к размягчению, изменению консистенции, массы, объема, вкуса и аромата.

Размягчение. При увлажнении ядер круп в процессе промывания и особенно замачивания механическая прочность их уменьшается. Так, после 30 минутного замачивания в воде с температурой 20 °С твердость риса снижается в 3,5 раза, перловой крупы – в 1,5 раза. Это объясняется набуханием и разрыхлением клеточных стенок, а также набуханием сухих белковых студней и разрыхление тканей в целом вследствие проникновения воды в межклеточное

пространство. Ядра круп в процессе варки размягчаются в основном вследствие деструкции углеводов и набухания клетчатки.

Изменение консистенции ядер круп обусловлено не только деструкцией клеточных стенок, но и другими процессами – клейстеризацией крахмала, изменением агрегатного состояния внутриклеточных белков вследствие их денатурации и др.

В начале варки происходит поглощение воды белками, крахмалом и полимерами клеточных стенок. В интервале от 50 °С до 70 °С происходит денатурация белков и клейстеризация крахмальных зерен. Оклеистеризованный крахмал внутри клеток образует прочный студень, участвующий в формировании консистенции готовых изделий.

Изменение массы. Изменение массы круп при варке обусловлено в основном поглощением воды. Выход каш зависит от вида крупы и количества приливаемой жидкости.

Изменение содержания растворимых веществ. Тепловая обработка круп приводит к накоплению растворимых веществ в них, причем в основном за счет крахмала (увеличивается количество сахаров, растворимый пектин).

Контрольные вопросы

1. По каким признакам проводят классификацию зерна?
2. Опишите строение оболочек зерновки пшеницы.
3. Чем отличается строение семян бобовых культур от строения злаковых?
4. Опишите строение семянки подсолнечника.
5. Опишите строение зерна ржи.
6. В чем основное отличие твердой и мягкой пшеницы?
7. Дайте характеристику бобовых культур.
8. Дайте характеристику зерна для получения гречневой, рисовой круп.
9. Дайте характеристику химического состава злаковых культур.
10. Назовите режимы хранения зерна.
11. Значение крупяных культур в питании человека.
12. Ассортимент круп.
13. Как влияют показатели качества зерна на выход и качество крупы?
14. Этапы технологического процесса производства круп.
15. Из каких операций состоит подготовка зерна к переработке его в крупу?
16. Что такое гидротермическая обработка и на какие свойства зерна она влияет?
17. Шелушение зерна и его способы шелушения.
18. Что такое выход крупы? Какие факторы влияют на этот показатель?
19. Новые вид круп. В чем особенности их производства?
20. Основные показатели качества круп. Как размещают и хранят крупы?

Раздел 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МУКИ

План

- 2.1. Производство муки.
- 2.2. Ассортимент муки и ее характеристика.
- 2.3. Химический состав и пищевая ценность муки.
- 2.4. Требования к качеству муки.
- 2.5. Хлебопекарные свойства муки.
- 2.6. Упаковка и хранение муки.

Мука – порошкообразный продукт, получаемый размолотом зерна с отбором или без отбора отрубей. Мука подразделяется на виды, типы и сорта. Вид муки определяется видом зерновой культуры, используемой для ее получения. Так, мука бывает пшеничная, ржаная, кукурузная и др. [9]

Каждый вид муки подразделяется на типы в зависимости от целевого назначения. Например, пшеничная мука может быть хлебопекарной, для макаронной промышленности, готовой к употреблению (для кулинарных целей), для кондитерских изделий, блинная. Ржаная мука выпускается одного типа – только для хлебопечения.

Мука одного и того же вида, но разных типов отличается строением частиц, физико-химическими и технологическими свойствами. В пределах вида и типа различают сорта муки. Понятие сорта обусловлено количественным соотношением содержащихся в муке тканей зерна (эндосперма, алевронового слоя, зародыша и оболочек). Этим объясняется различие муки отдельных сортов в химическом составе, физических свойствах, усвояемости и др.

2.1. Производство муки

Процесс производства муки называют *помолом*. В зависимости от целевого назначения муки сначала составляют помольные партии зерна, т.е. подбирают и смешивают партии зерна разных типов и качества в пропорциях, обеспечивающих оптимальные свойства муки.

Качество муки зависит от качества перерабатываемого зерна и технологии производства. Процесс производства складывается из двух этапов – подготовительного и непосредственного размолот (помолот) зерна. [16]

Подготовительный этап включает составление помольной смеси зерна (смешивание разнокачественных партий), очистку зерновой массы от примесей, сухую обработку поверхности зерна или ГТО зерна (только при сортовых помолах) (рис. 2.1).

Составление помольной смеси зерна проводят с целью улучшения качества зерна одной партии за счет другой, чтобы получаемая после помола мука соответствовала требованиям стандарта и обладала хорошими хлебопекарными свойствами.

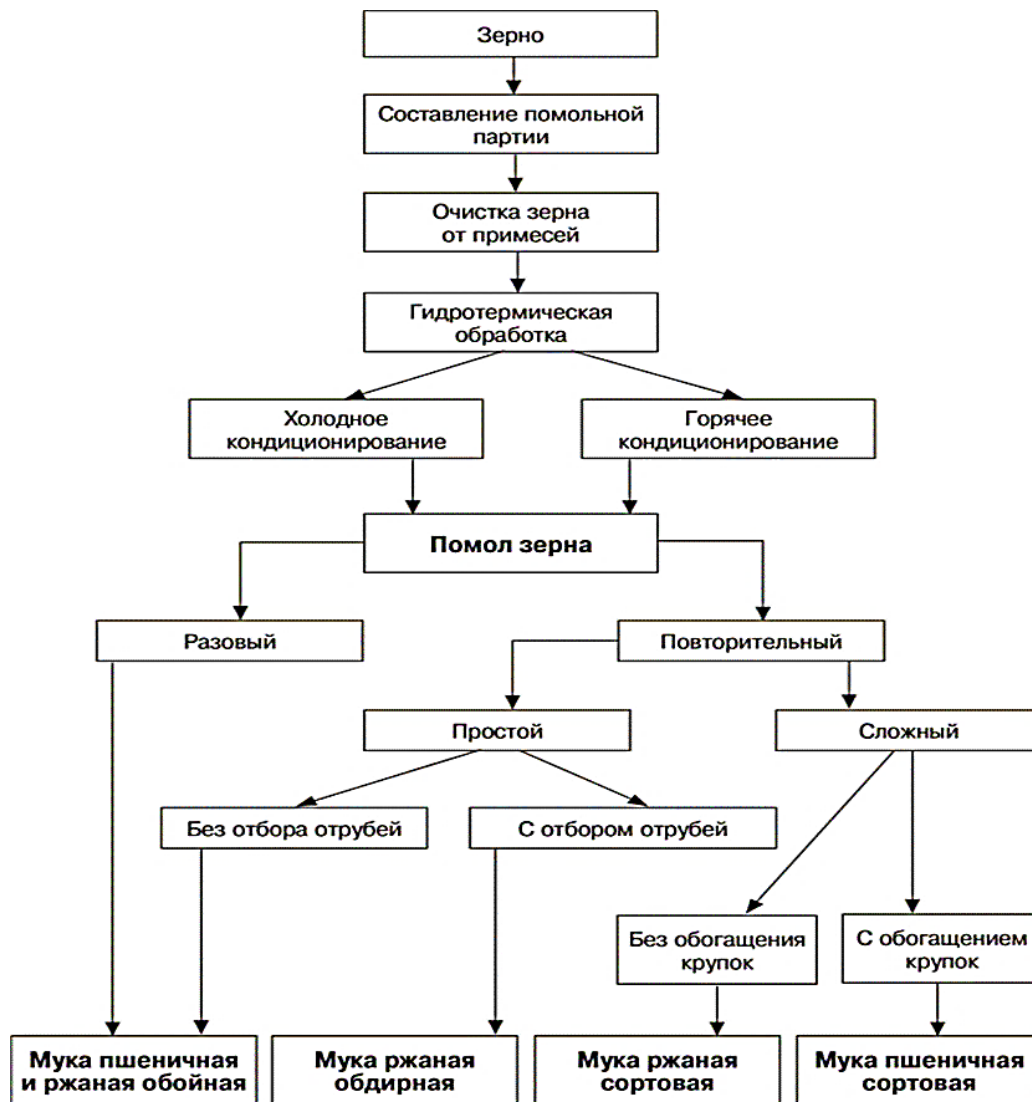


Рис. 2.1. Схема переработки зерна в муку

На мукомольные заводы поступают партии зерна из разных районов произрастания, различных типов и сортов, качество и технологические свойства которых (зольность, влажность, стекловидность, содержание клейковины и др.) могут значительно колебаться. Раздельная переработка каждой партии зерна привела бы к выработке муки разного качества. Поэтому важнейшей задачей является создание стабильных помольных смесей по типовому составу, количеству и качеству клейковины, стекловидности и другим показателям. Смешивают не только качественные партии зерна, но и поврежденного, например, клопом-черепашкой, морозобойное и проросшее.

Очистка зерна от примесей заключается в последовательном отделении примесей, различающихся размерами и аэродинамическими свойствами, на сепараторах (зерно просеивают на ситах и продувают восходящим потоком воздуха, уносящим легкие примеси). После выхода зерна из сепаратора его очищают от металломагнитных примесей. [16]

Трудноотделимые примеси (мелкие камни, гальку, песок, осколки стекла и др.) по размерам и аэродинамическим свойствам близки зерну основной

культуры. Их попадание в муку, даже в незначительных количествах, приводит к выпуску нестандартной продукции (по наличию хруста). Такие примеси отделяют на специальных камнеотделительных машинах.

Обработка поверхности зерна проводится сухим и мокрым способами. В массе зерна, очищенного от примесей, остается большое количество пыли и микроорганизмов, которые собираются в бороздке и на волосках бородки. С этой целью проводится сухая очистка поверхности зерна в обоечных и щеточных машинах. В результате из зерна удаляется пыль, бородка и частично зародыш, а также частицы надорванных оболочек. При этом зольность зерна снижается.

Очистка зерна мокрым способом заключается в его мойке с одновременным перемешиванием зерновой массы. В результате с поверхности зерна смываются пыль и микроорганизмы, полностью удаляется минеральная примесь, отделяются тяжелые и легкие примеси.

ГТО зерна или его кондиционирование заключается в увлажнении зерна, тепловой обработке массы, отволаживании. В результате ослабляются связи между оболочками и эндоспермом зерна, повышается эластичность оболочек, улучшаются мукомольные и хлебопекарные свойства зерна. Эту операцию осуществляют только при сортовых помолах с целью более полного удаления оболочек зерна при его помоле.

Кондиционирование может быть горячим (40 - 50 °C) и холодным (при комнатной температуре). Его проводят сразу после мойки зерна. Длительность отлежки зависит от типа пшеницы, стекловидности эндосперма, так как в эндосперм стекловидного зерна вода проникает значительно медленнее. Для зерна твердой пшеницы необходимо длительное (до 24 часа) отволаживание, для мягкой — 4 - 8 часов. Продолжительность отволаживания зависит также от температуры воды. Чем холоднее вода, тем более длительный процесс отволаживания. Применение вибрационного увлажнителя позволяет значительно сократить продолжительность подготовки зерна к помолу. Происходит более быстрое поглощение воды зерном, тем самым гарантируется снижение длительности отволаживания до 2 - 8 часов.

Зерно ржи при подготовке к помолу подвергают только холодному кондиционированию из-за более низкой температуры клейстеризации крахмала.

При кондиционировании в зерне под действием воды и ферментов протекают сложные структурно-механические и биохимические изменения, позволяющие увеличить выход высокосортной муки и улучшить ее хлебопекарные свойства. Перераспределение воды с поверхности внутрь эндосперма влияет на физико-химические свойства биополимеров, повышает гибкость и подвижность боковых цепей их макромолекул. Благодаря расширению межмолекулярных промежутков, образованию микротрещин снижаются плотность и твердость зерна, что облегчает его разрушение при размоле и способствует получению более однородной по крупности муки. Вместе с водой от наружных слоев к центру зерновки происходит перераспределение витаминов и минеральных веществ. Их содержание в муке возрастает, что повышает пищевую ценность. За 15 - 30 минут до размола зерно увлажняют повторно, но эту влагу поглощают только оболочки, что придает им

эластичность, повышает сопротивляемость дроблению и позволяет легче и полнее удалять их при получении сортовой муки.

Размол зерна в муку состоит из собственно размола (помола) и просеивания полученных продуктов. Размол осуществляют на вальцовых машинах.

Основными рабочими органами вальцовых станков являются валки с рифленой, шероховатой или гладкой поверхностью. Валки работают попарно. Они располагаются по диагонали и закрепляются: верхний – неподвижно, нижний – подвижно. Валки вращаются с разной скоростью. За счет подвижного нижнего валка регулируется зазор (расстояние между валками) и, соответственно, крупность помола. Зерно, попадая в зону между валками, задерживается нижним медленно вращающимся валком и режется, скалывается и растирается рифлями верхнего валка. Изменяя режим работы станка, можно более или менее интенсивно обрабатывать зерно, превращая его в муку при низком режиме (когда валки сближены) или в крупу – при высоком режиме (когда валки удалены). Разнородные по размеру, весу и составу частицы, полученные в результате дробления и размола зерна, сортируют. С этой целью после каждого вальцового станка для сортировки продукта по крупности частиц устанавливается рассев (набор сит разных размеров, расположенных друг под другом). Сита могут быть стальные проволочные, шелковые или капроновые. Номер сита определяет размер ячеек, выраженный в миллиметрах. Мелкие частицы, проходящие сквозь сито, называются проходом, а крупные, сходящие с сита, – сходом. Крупность получаемой муки определяется сходами и проходами с сита определенного номера.

Вальцовый станок вместе с рассевом образует систему, которая может быть драной или размольной. Драная система, имеющая рифленую поверхность вальцов, предназначена для дробления зерна в крупу. Размольная система с гладкой поверхностью вальцов предназначена для получения муки. [17]

Помолом принято называть совокупность связанных между собой в определенной последовательности операций по переработке зерна в муку. Помолы бывают разовые и повторительные.

При разовом помоле мука получается за один проход через размалывающую машину. Качество муки низкое – обойная пшеничная или ржаная мука с выходом 95 - 96,5 % (см. рис. 2.1). [16]

При повторительном (многократном) помоле для получения муки зерно или продукты дробления пропускают неоднократно через драные и размольные машины. Повторительные помолы бывают простые и сложные.

При простом повторительном помоле вырабатывается только один сорт муки (см. рис. 2.1). Измельчение ведут на 3-4 системах, и мука получается путем объединения потоков муки со всех систем. В случае недостаточной очистки зерна с последней драной системы в виде отрубей снимается 1 - 1,5 % крупных сходов.

Принципиальная схема формирования обойной муки, представлена на рис. 2.1. Эти помолы могут быть без отбора отрубей – обойный с выходом 95 - 96 % обойной пшеничной или ржаной муки, с отбором отрубей – обдирный с выходом ржаной муки 87 % и сеяный – 63 %.

Сложный повторительный помол, который называют сортовым, предназначен для получения сортовой муки. Он состоит из пропускания зерна через драную систему, сортировку продуктов размола и их обогащение, а затем размол крупок на разных размольных системах. При сортовом помоле необходимо отделить эндосперм от остальных частей зерна, чтобы потом получить различные сорта муки. Задача эта сложная, так как части зерна плотно соединены друг с другом.

Сортовой помол осуществляют в несколько этапов. На первом этапе осуществляют дробление зерна в крупку (драный процесс), и при этом стремятся получить минимальное количество муки. Драный процесс осуществляют на 4-5 системах. Так как оболочки зерна дробятся значительно хуже, чем эндосперм, крупки с оболочками всегда бывают большего размера, чем без оболочек. Кроме того, крупки с оболочками имеют меньшую плотность, чем крупки из чистого эндосперма. Продукты размола сортируют по крупности и плотности – их обогащают на ситовейках, продувая воздух. В результате получают следующие фракции: крупку крупную, среднюю и мелкую по крупности и качеству: чистую (белую), состоящую из эндосперма; крупку пеструю (сростки), образованную кусочком оболочки и эндосперма; дунсты – частицы крупнее муки, но мельче крупки; муку. Обогащение крупок дополняется их шлифованием, во время которого их пропускают через несколько вальцовых станков для отделения оставшихся на них оболочек.

Лучшие крупки из центральной части эндосперма размалывают на первых трех размольных системах, получая муку высших сортов (экстра, высший, крупчатка). Худшие крупки из периферийных частей эндосперма размалывают на последних размольных системах, получая муку низших сортов (первый и второй). Пестрые крупки подвергают повторному дроблению, вновь просеивают и полученные продукты дробления размалывают в муку.

В общей сложности при сортовом помоле получают 16 - 22 потока муки разного качества, которые затем объединяют в 1 - 3 сорта в зависимости от сортового помола. При составлении сортов муки учитывают зольность, белизну, крупноту частиц, содержание клейковины и др. Мука с первых размольных систем богата крахмалом, клейковинообразующими белками, содержит минимальное количество золы, клетчатки. Получаемая с последних размольных систем мука содержит больше общего белка, но меньше клейковинообразующего, меньше крахмала, но больше минеральных веществ, клетчатки.

Сортовые помолы могут быть односортными, двухсортными и трехсортными с различными выходами муки. На рис. 2.2 представлена схема формирования товарных сортов муки при трех- и двухсортных помолах, предложенная Рукосуевым А.Н.

При трехсортном помоле мука с первых размольных систем объединяется в высший сорт, мука со II-III драных и 4-7 размольных – в первый, а мука с остальных систем – во второй сорт.

При двухсортном помоле мука с четырех размольных систем объединяется в высший или первый сорт, а вся остальная – во второй сорт. При односортном помоле вся мука объединяется в один сорт.

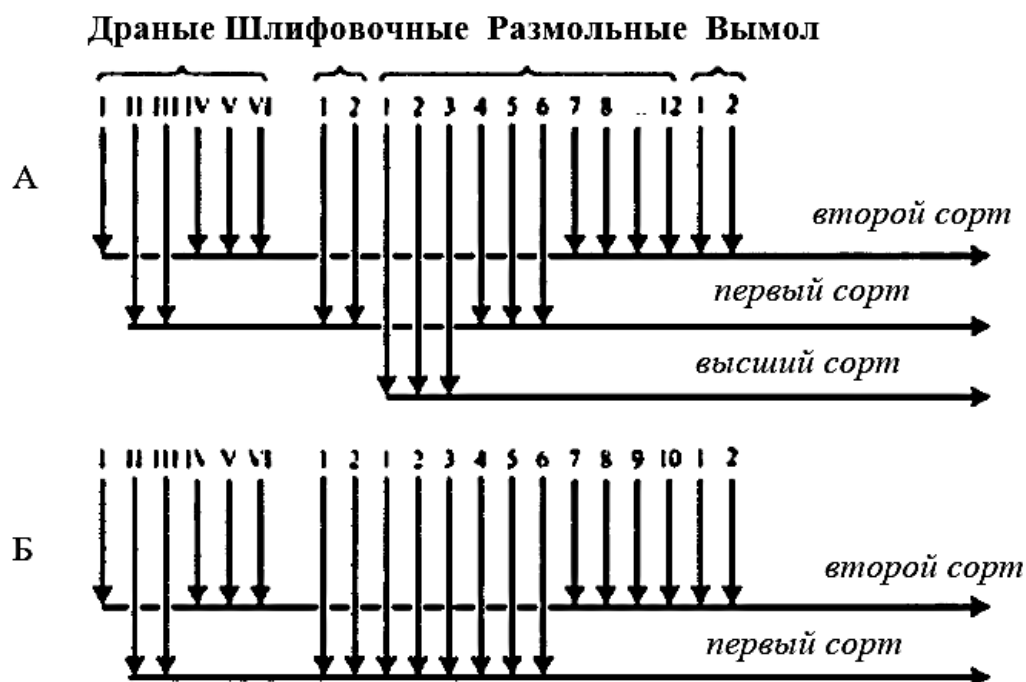


Рис. 2.2. Схема формирования товарных сортов пшеничной муки:
А – при трехсортном помоле; Б – при двухсортном помоле

После смешивания муки каждого товарного сорта подвергается контрольному просеиванию, очистке на магнитах, витаминизации – обогащению синтетическими витаминами с улучшителями – добавлению улучшителей (сухой клейковины и др.), после чего направляется на упаковку.

Особенности производства ржаной муки. Зерно ржи более тонкое и длинное по сравнению с пшеницей, соответственно у нее больше доля оболочек и алейронового слоя, которые притом более прочно связаны с эндоспермом. При дроблении зерна ржи образуются в основном сростки. Их сортируют только по крупности и каждую фракцию отдельно размалывают на размольных системах. При двухсортном помоле получают сеяную и обдирную муку, а при односортном – или сеяную, или обдирную.

Макаронную муку получают при двух и трехсортных помолах твердой или мягкой высокостекловидной пшеницы (стекловидность не менее 60 %). В мягкой стекловидной пшенице, идущей на размол, допускается содержание твердой пшеницы не более 10 %, а в твердой пшенице, идущей на размол, – не более 15 % мягкой. Введение больших количеств мягкой пшеницы в твердую при получении макаронной муки приводит к снижению качества макаронных изделий из твердой пшеницы.

При двухсортном помоле с выходом в 75 % получают 60 % муки высшего сорта (крупки) и 15 % муки второго сорта. Трехсортные помолы бывают 75 и

78%-е. При 75%-м помоле получают от 35 до 45 % муки высшего сорта (крупки), от 15 до 25 % – первого сорта (полукрупки) и 15 % муки второго сорта. При 78%-м: 20 - 35, 20 - 35 и 23 % муки высшего, первого и второго сортов соответственно.

Манную крупу получают одновременно с сортовой пшеничной или хлебопекарной мукой. Ее отбирают из потока крупной крупки после 11-й драной системы, имеющей наиболее высокое качество. Доля манной крупы составляет 1 - 2 % переработанного зерна. Для получения высококачественной манной крупы ее подвергают двойному обогащению на ситовейках.

Выходом продукции (общим и по сортам) считают отношение количества выработанной продукции к количеству зерна (в процентах), используемого для помола в муку. Одноименные сорта муки получаются при разных помолах и с различным выходом. Существенная разница в формировании и выходе муки каждого сорта обуславливает и определенное различие в качестве муки и хлебобулочных изделий.

2.2. Ассортимент муки и ее характеристика

Основными видами муки являются пшеничная и ржаная; ячменная, кукурузная, соевая и другие виды муки выпускаются в ограниченном количестве.

Пшеничная мука. Мукомольная промышленность вырабатывает пшеничную муку хлебопекарную и для макаронной промышленности. Хлебопекарная мука чаще всего изготавливается высшего, 1-го, 2-го сортов и обойная. Эти сорта получают различными типами помолов и с разным выходом, что обуславливает различие их потребительских свойств и химического состава.

Мука *высшего сорта* состоит из тонкоизмельченного эндосперма, почти не содержащего отрубей; она белого цвета со слабым кремовым оттенком; размер частиц в основном 30-40 мкм. Зольность не выше 0,55 %, содержание клетчатки 0,08 - 0,19 %. В этой муке относительно много крахмала (77 - 79 %) и мало белка (12 - 14 %); выход сырой клейковины не менее 28 %. Обладает высокими хлебопекарными достоинствами: дает хлеб большого объема и пористости с чисто-белым мякишем. Ее используют для выпечки улучшенных и сдобных хлебных изделий и для изготовления мучных кондитерских изделий.

Мука *1-го сорта* белого цвета с желтоватым оттенком; частицы менее однородные по величине, размером в основном 40 - 60 мкм. Крупность ее характеризуется просеиванием через сита № 35 и № 43 (сход с первого сита не более 2 %, проход последнего сита не менее 75 %). По сравнению с мукой высшего сорта содержит меньше крахмала (74 - 77 %), больше белков (12 - 15 %), клетчатки (0,21 - 0,38 %), золы (0,55 - 0,74 %) и дает большой выход сырой клейковины (30 - 37 %). Она используется в кулинарии (для приготовления лапши, пирожков, блинов, оладий и пр., а также выпечки разнообразных хлебных и булочных изделий). [10]

Мука *2-го сорта* белого цвета с желтоватым или сероватым оттенком; частицы муки неоднородные и более крупные, чем у муки 1-го сорта, размером

от 30 до 200 мкм; содержание оболочечных частиц в ней до 8 - 10 %. Крупность ее характеризуется просеиванием через сита № 27 и № 38.

Мука 2-го сорта отличается от муки высшего и 1-го сорта пониженным содержанием крахмала (71 - 72 %) и сравнительно большим количеством белка (13 - 16 %), но невысоким выходом сырой клейковины (не менее 25 %). Ее зольность колеблется в пределах от 1,00 до 1,25 %, содержание клетчатки – от 0,58 до 0,98 %. Мука 2-го сорта наиболее изменчива по биохимическим свойствам, так как она может быть сформирована при разных типах помолов и различной величине ее выхода. Несмотря на сравнительно высокую пищевую ценность (по содержанию витаминов и минеральных веществ), эта мука обладает невысокими и непостоянными потребительскими достоинствами. Используется главным образом для приготовления хлеба.

Обойная мука получается при обойном односортом помоле без отсева отрубей, выход – 96 % . Эта мука неоднородна по размеру частиц (от 30 до 600 мкм). Цвет ее белый с коричневым оттенком; частицы отрубей хорошо различимы. Химический состав обойной муки близок к составу исходного зерна. Ее зольность колеблется в пределах от 1,5 до 2 %, а содержание клетчатки – от 2 до 2,5 %. Обладает высокой влагоемкостью и сахарообразующей способностью, выход сырой клейковины не менее 20 %. Эту муку используют только в производстве хлеба.

Цельнозерновая мука. Продукт получают путем перемалывания неочищенного зерна. Частицы муки неоднородные и крупные. Содержит самое высокое количество полезных веществ.

Макаронная мука получается специальным помолом пшеницы с высоким содержанием клейковины хорошего качества. Частицы этой муки несколько крупнее частиц обычной хлебопекарной. Макаронная мука высшего сорта называется *крупкой*. Крупка из твердых пшениц характеризуется кремовым цветом с желтоватым оттенком, имеет частицы размером 300-400 мкм, должна содержать не менее 30% клейковины и не более 0,75% золы.

Макаронная мука 1-го сорта называется *полукрупкой*. Полукрупка несколько светлее, в ней заметны частицы оболочек, это существенно проявляется в макаронных изделиях, размер частиц – 125 - 250 мкм. Нормы для полукрупки: клейковина – 32 %, зола – 1,1 %. Для той и другой муки ограничено количество частиц: крупных – не более 3 %; мелких (близких к муке) для крупки – 12 %, для полукрупки – до 40 %.

Крупка из мягких пшениц белого цвета с желтоватым оттенком; зольность ее не более 0,55 %, клейковины в ней не менее 28 %. Полукрупка – белая с кремоватым оттенком, зольность ее – 0,75 %, содержание клейковины – 30 %. По размерам частиц они аналогичны продукции из твердой пшеницы.

Мука макаронная 2-го сорта в макаронной промышленности не применяется, а используется в хлебопечении. Норма зольности этой муки при помоле твердой пшеницы – 1,75 %; мягкой – 1,4 - 1,6 %, норма клейковины – 28 %.

Ржаная мука вырабатывается сеяная, обдирная, обойная. Содержит 62 - 73 % крахмала, 9 - 14% белковых веществ. Белки ржаной муки состоят из альбумина, глобулина и глютелина, клейковину не образуют. Содержание Сахаров 4,7 - 6,5 %;

из Сахаров в состав муки входят сахароза и в небольших количествах глюкоза, фруктоза. Ржаная мука содержит гummивещества (слизи), образующие в тесте вязкие растворы. Количество гummии в муке колеблется от 3 до 5 %. Зольность муки составляет 0,75 - 1,9 %. Количество минеральных веществ в ржаной муке колеблется от 0,8 до 2 %, меньше всего их в сеяной муке.

Сеяная мука имеет тонкий помол (просеивают через шелковые сита). Получают ее при односортном помоле с выходом 63 %, при двухсортном – с выходом 15 - 30 %. Цвет белый с синеватым оттенком, отрубей очень мало, зольность не более 0,75 %. Из сеяной муки выпекают Минский, Рижский и Пеклеванный хлеб.

Обойная мука имеет цвет серовато-белый или с синеватым оттенком, помол грубый, много отрубей. Выход – 95 %, зольность до 1,9 %.

Обдирная мука содержит меньше отрубей, чем обойная, цвет ее серовато-белый. Выход – 85 - 87 %, зольность – 1,45 %.

Потемнение ржаной муки при приготовлении хлеба связано с наличием активной полифенолоксидазы, инициирующей окисление тирозина.

Кукурузная мука. Вырабатывают кукурузную муку тонкого помола, крупного помола и типа обойной.

По пищевой ценности и хлебопекарным достоинствам кукурузная мука уступает пшеничной и ржаной. Она не дает связного эластичного теста, белки ее слабо набухают.

Кукурузная мука *тонкого помола* применяется для изготовления песочных и заварных кондитерских изделий, пудингов, местных хлебных изделий. Мука *крупного помола и типа обойной* в кулинарии не используется.

Мука тритикале имеет более высокую сахаро- и газообразующую способность, чем пшеничная мука. Зерно и мука тритикале имеют высокую амилолетическую и протеолитическую активность. По содержанию белковых веществ тритикале превосходит пшеницу и рожь. Содержание сырой клейковины в муке тритикале выше, чем в пшеничной муке, однако по качеству клейковина характеризуется как слабая. Хлебопекарные свойства муки тритикале ниже, чем у пшеничной муки. Хлеб имеет меньший объем, плотный заминающийся мякиш. Поэтому муку тритикале рекомендуется использовать в качестве добавки к пшеничной муке или использовать для выработки специальных сортов хлеба, которые близки к хлебу, состоящему из смесей муки.

Соевая мука. Из сои вырабатывают муку трех видов: дезодорированную, необезжиренную, полуобезжиренную и обезжиренную.

Необезжиренная мука получается из светлоокрашенных семян сои, которые перед помолом пропаривают (дезодорируют) для удаления пахучих веществ. Выход муки – 90 %. Цвет муки кремовый, она богата белками (38 - 43 %), жиром (17 - 20 %), сахарами (10 - 12 %), декстринами (6 %), минеральными веществами (4 - 6 %), клетчаткой (3 - 4,5 %).

Полуобезжиренную муку вырабатывают из жмыха (после получения масла методом прессования). Эта мука тоже дезодорированная, так как перед прессованием дробленые семена прогревают в жаровнях. Цвет ее желтый или светло-коричневый, содержание жира – 5 - 8 % и 43 % белка.

Обезжиренную муку изготавливают из шрота (после извлечения масла из семян сои экстракционным методом). Цвет ее светло-желтый или серый; содержание жира – до 2 %, много белков – 48 %.

Сырой клетчатки в необезжиренной муке высшего сорта не более 3,5 %, 1-го – 4,5 %, а в полуобезжиренной и обезжиренной – соответственно 4,5 и 5 %.

Влажность необезжиренной и полуобезжиренной муки должна быть не выше 9 %, а обезжиренной – 10 %.

Соевая мука – ценный высокобелковый продукт. Ее применяют в кондитерской промышленности для производства конфет, для блинной муки и в хлебопечении. Соевую муку в зависимости от содержания клетчатки, крупности помола и цвета выпускают высшего и 1-го сортов.

Витаминизированная мука. Биологическая ценность сортовой муки по содержанию витаминов значительно ниже, чем обойной.

Несмотря на пониженную биологическую ценность ржаной и пшеничной муки высоких сортов, спрос на изделия из нее все время возрастает, поэтому разработана технология введения в муку синтетических витаминов. Хлеб служит одним из основных источников тиамина (витамина В₁) и отчасти рибофлавина (витамина В₂) и никотинамида (витамина РР), поэтому приняты следующие нормы добавки витаминов для пшеничной муки высшего и 1-го сортов и ржаной сеяной (в мг на 100 г муки): В₁ – 0,4; В₂ – 0,4; РР – 2.

При отсутствии всех трех витаминов рекомендуется обогащать муку одним витамином, в особенности никотинамидом, который в зерновых продуктах находится в малодоступной для усвоения форме (пиатицин).

К мешкам с этой мукой прикрепляют ярлык, который должен иметь полосу с надписью «витаминизированная» с перечислением добавленных витаминов.

Высокобелковая мука. Эта мука может быть приготовлена из пшеницы, ржи и других культур с учетом особенностей строения эндосперма.

В высокобелковой муке находится 20 - 25 % белка против 12 - 14 % в обычной хлебопекарной. Количество сырой клейковины достигает 50 - 60 %, она очень упругая, с короткой растяжимостью.

При добавлении высокобелковой муки в количестве 10 % к муке 2-го сорта значительно улучшаются ее хлебопекарные свойства. Она предназначена для улучшения хлебопекарной муки невысокого качества; производства макаронных и слоеных изделий; формирования новых сортов муки диетического и лечебного назначения.

Рисовая мука – это наиболее востребованный вид в Восточной Азии. Там она так же популярна, как пшеничная разновидность в Европе. Она отличается высокой питательностью. Подходит для изготовления сладких блюд, панировки.

Гречневая мука – известный диетический вид муки, может использоваться для приготовления детских смесей. Распространена в Восточной Азии. Она может иметь стойкий запах гречихи. Чтобы избавиться от запаха, можно смешать продукт с иными видами муки.

Овсяная мука применяется преимущественно в кулинарии. Она популярна, как и гречневая, в диетическом и детском питании.

Льняная мука – по большей части лечебный, а не кулинарный продукт. Является крайне полезной для здоровья.

2.3. Химический состав и пищевая ценность муки

Химический состав муки обусловлен прежде всего составом зерна, из которого она получена. В муку переходят практически все вещества, которые имеются в зерне, но количество и соотношение их зависят от сорта муки. Чем выше сорт муки, тем больше в ней частиц чистого эндосперма и тем меньше отрубей. Разные сорта муки различаются химическим составом (табл. 2.1).

Таблица 2.1 – Химический состав и калорийность муки

Наименование	Содержание в 100 г продукта			Энергетическая ценность, ккал
	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	
Мука пшеничная	9,2	1,2	74,9	342
Мука пшеничная 1-го сорта	10,6	1,3	67,6	331
Мука пшеничная 2-го сорта	11,7	1,8	63,7	324
Мука пшеничная высшего сорта	10,3	1,1	68,9	334
Мука пшеничная цельнозерновая	11,5	2,2	55,8	298
Мука ржаная обдирная	8,9	1,7	60,2	298
Мука ржаная обойная	10,7	1,9	56,8	293
Мука ржаная сеяная	6,9	1,4	67,3	304
Мука рисовая диетическая	7,4	0,6	82,0	371
Мука соевая необезжиренная	36,5	18,6	17,9	385
Мука соевая обезжиренная	48,9	1,0	21,7	291
Гречневая мука	12,6	3,1	70,6	335
Овсяная мука	13,0	6,8	64,9	369
Льняная мука	36,0	10,0	9,0	270

С повышением сорта муки увеличивается содержание углеводов, в основном крахмала. Количество же других питательных веществ – белков и жиров, а также минеральных солей и клетчатки – снижается. Это объясняется тем, что мука высших сортов вырабатывается практически из чистого эндосперма, богатого крахмалом; мука же более низких сортов содержит определенное количество отрубей, богатых клетчаткой, минеральными солями, жирами и белками.

Чем ниже сорт муки, тем ближе ее химический состав к составу зерна. Обойная мука по химическому составу почти не отличается от зерна, поскольку она представляет собой зерно, измельченное практически без отделения отрубей.

Таким образом, в муке низких сортов находятся разнообразные полезные вещества, но усвояемость ее несколько снижается из-за значительного содержания клетчатки. Мука же высших сортов беднее полезными веществами, особенно минеральными солями и витаминами, но усваивается значительно полнее и легче.

Химический состав муки обуславливает ее пищевую ценность и хлебопекарные свойства. Важнейшими веществами муки являются белки и углеводы. От количества белков и их свойств зависят хлебопекарные достоинства и качество хлеба.

Белков в зависимости от вида и сорта в муке содержится от 9 до 16%.

В муке высших сортов их меньше. Это объясняется тем, что в эндосперме белки распределены неравномерно: больше их в наружном слое и меньше в центральной части, из которой получают высшие сорта муки. Мука низших сортов богаче белками еще и потому, что в ней имеются алейроновый слой и зародыш со значительными запасами белковых веществ.

Белки ржаной муки по составу и свойствам отличаются от белков пшеничной муки. Около половины белков ржаной муки растворимы в воде и клейковины не образуют, но по пищевой ценности они выше белков пшеничной муки, так как богаче незаменимыми аминокислотами.

Углеводы муки – это в основном крахмал и клетчатка. Между ними существует обратная зависимость: с повышением сорта муки увеличивается содержание крахмала, но уменьшается количество клетчатки. В среднем в муке имеется около 75 % крахмала. Сахаров в муке сравнительно немного.

Жиры в муке содержится не более 2 %, они легко окисляются и при ее хранении быстро прогоркают.

Богаче жирами низшие сорта муки, так как в их составе больше частиц алейронового слоя и зародыша, в которых главным образом концентрируются жиры.

Минеральные вещества муки представлены: фосфором, кальцием, железом, калием, магнием, натрием, марганцем, медью, цинком и др. Эти вещества находятся главным образом в оболочках, алейроновом слое и зародыше, поэтому мука низких сортов по сравнению с высшими богаче минеральными соединениями.

Из витаминов в муке имеются В₁, В₂, В₃, В₆, В₁₂, РР и Е, а также каротин. Высшие сорта муки бедны витаминами, так как при сортовом помолу удаляются алейроновый слой и зародыш, в которых они сосредоточены.

Ферменты муки играют большую роль при замешивании и брожении теста. Из многочисленных ферментов наибольшее значение имеют амилазы, катализирующие расщепление крахмала, и протеазы, катализирующие расщепление белков.

Макаронные свойства муки.

Макаронные свойства муки характеризуют возможность получения из нее макаронных изделий хорошего качества. К показателям макаронных свойств относятся: количество клейковины, содержание каротиноидных пигментов, содержание темных вкраплений, крупнота помола.

Количество клейковины. Клейковина в макаронном производстве является пластификатором, придающим крахмальным зернам текучесть, и связующим веществом, соединяющим крахмальные зерна в единую тестовую массу. Первое

свойство клейковины позволяет формировать тесто, продавливая его через отверстия матрицы, второе – сохранять приданную тесту форму.

Клейковинный каркас сформированный при прессовании теста, удерживает массу крахмальных зерен в выпрессовываемых сырых изделиях и упрочняется при сушке изделий, а при варке – фиксируется при денатурации клейковины.

При содержании сырой клейковины от 28 до 40 % показатели варочных свойств изделий улучшаются (возрастает: время варки до готовности, коэффициенты увеличения массы, объема сваренных изделий, прочность сваренных изделий, уменьшаются потери сухих веществ изделий в процессе варки, их слипаемость). При уменьшении содержания сырой клейковины в муке ниже 28 % резко увеличиваются потери сухих веществ и слипаемость и снижается прочность сваренных из-за чрезмерного ослабления структуры изделий.

Содержание клейковины в муке определяет белковую ценность макаронных изделий и обуславливает вкус и аромат сваренных изделий. Наиболее приемлемой для производства макаронных изделий является мука с содержанием клейковины 30 % и более. Для производства коротких макаронных изделий нормального качества пригодна мука с содержанием клейковины 26 - 28 % при соблюдении правильных технологических режимов.

Основными белковыми фракциями клейковины являются глютен и глиадин. Для макаронного производства наиболее ценной фракцией является глиадин: его свойства определяют текучесть и связанность теста. Однако определенную роль выполняет и глютен, обуславливая необходимую упругость и эластичность сырых макаронных изделий.

При температуре 20 - 30 °С клейковина удерживает максимальное количество воды – примерно двукратное. При увеличении температуры воды до 60 °С и более клейковина поглощает примерно в два раза меньшее количество воды. При замесе макаронного теста добавляют примерно 1/3 воды от массы муки, т.е. лишь половину того количества воды, которое может связать и удержать клейковина. Увеличение температуры приводит к изменению и другого свойства клейковины, особенно важного для макаронного производства, – снижению связующих свойств в результате денатурации. Этот процесс замедляется при снижении влажности клейковины. При влажности клейковины, характерной для макаронного теста, полная потеря ее связующих свойств наступает при 90 °С.

Содержание каротиноидных пигментов. Для производства макаронных изделий наиболее предпочтительна мука с высоким содержанием каротиноидов, так как каротиноидные пигменты придают макаронным изделиям приятный янтарно-желтый цвет.

Содержание темных вкраплений. Частицы оболочек, зародыша, присутствующие в муке выступают на поверхности макаронных изделий в виде темных точек, ухудшая внешний вид изделий. Наличие в муке значительного количества периферийных частей зерна свидетельствует о повышенном содержании аминокислот и ферментов, в частности тирозина, фенилаланина и

полифенолоксидазы, участвующих в процессе потемнения макаронных изделий (образования меланинов) во время сушки.

Чем ниже сорт исходной муки, тем выше пищевая ценность изготовленных из нее изделий – больше содержание белка, витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон.

Крупнота помола (размер частиц муки). Размер частиц муки в пределах 150 - 400 мкм не оказывает заметного влияния на качество макаронных изделий. Размер частиц муки оказывает значительное влияние на ее водопоглотительную способность, а следовательно, на физические свойства уплотненного теста и сырых изделий. Оптимальное соотношение пластичности и прочности имеет место при размерах частиц от 200 до 350 мкм. Крупка с такими размерами частиц наиболее благоприятна для производства макаронных изделий.

2.4. Требования к качеству муки

Качество муки определяют органолептическими (цвет, запах, вкус) и физико-химическими (влажность, зольность, крупность помола, количество и качество клейковины пшеничной муки, содержание примесей и зараженность амбарными вредителями) показателями.

Органолептические показатели. *Цвет* муки является показателем ее свежести и сортности. Чем выше сорт муки, тем она светлее, так как содержит меньше оболочек зерна (отрубей). Свежая ржаная мука имеет белый или сероватый цвет, в зависимости от сорта, пшеничная – белый с желтоватым оттенком, различным по интенсивности окраски.

Сортность муки по цвету определяют, сравнивая ее с эталонами муки соответствующего сорта, при рассеянном свете или фотометром (цветомером).

При хранении мука становится светлее в результате разрушения красящих веществ, в частности каротина.

Запах свежей муки специфический, приятный, слабовыраженный. Посторонние и плесневелый запахи свидетельствуют о недоброкачественности зерна, из которого получена мука, или о начавшейся порче самой муки; полынный и чесночный запахи возникают вследствие попадания в зерно, а затем и в муку семян сорных растений; при наличии в муке головни она приобретает селедочный запах, а при заражении клещом – медовый. Посторонние запахи в муке могут появиться и в результате несоблюдения товарного соседства при хранении.

Вкус муки должен быть слегка сладковатым, без горьковатого или кисловатого привкуса. При разжевывании не должно ощущаться хруста на зубах, связанного с наличием в муке минеральных примесей (земля, песок, глина, т. п.).

Физико-химические показатели. *Влажность* пшеничной хлебопекарной, ржаной и кукурузной муки не должна превышать 15 %, макаронной – 15,5 %, соевой обезжиренной – 10 %, необезжиренной – 9 %. Мука с повышенной влажностью хуже хранится и обладает меньшей водопоглотительной способностью, что уменьшает выход готовых изделий. Сухая мука при сжатии в руке рассыпается, влажная – образует комок.

Зольность является главным показателем сорта муки и характеризует соотношение в ней эндосперма и отрубей. Чем выше сорт муки, тем меньше в ней отрубей и тем ниже зольность.

Нормы зольности муки (%):

- для крупчатки – 0,60;
- пшеничной муки высшего сорта – 0,55;
- 1-го сорта – 0,75;
- 2-го – 1,25;
- для ржаной муки сеяной – 0,75;
- обдирной – 1,45.

Зольность обойной пшеничной и ржаной муки должна быть на 0,07 % ниже зольности зерна и, как правило, не должна превышать 2 %.

Крупность помола является одним из признаков сорта муки и характеризуется размером ее частиц. Чем выше сорт муки, тем она мельче, за исключением крупчатки, которая состоит из относительно крупных частиц эндосперма. Размер частиц влияет на хлебопекарные свойства муки. Крупные частицы муки при замесе теста набухают медленнее и труднее поддаются действию ферментов и микроорганизмов, чем мелкие. Однако и слишком тонкая, пылевидная мука непригодна для хлебопечения, так как хлеб из нее получается пониженного объема, с грубым мякишем.

Для каждого сорта установлена крупность помола, определяемая просеиванием муки через контрольные сита.

Клейковина – основной показатель хлебопекарных свойств пшеничной муки. От количества и качества клейковины зависят физические свойства теста (эластичность, упругость, растяжимость, а также форма), объем и пористость хлеба. Хорошая клейковина должна быть эластичной, растяжимой, но не липкой и не крошащейся. Плохую клейковину имеет мука дефектная. Для каждого сорта пшеничной муки установлены нормы содержания сырой клейковины по количеству и качеству.

Содержание примесей в муке нормируется стандартом. Наличие примесей (% , не более): спорыньи, горчака, головни – 0,03; куколя – 0,01; вязеля – 0,04; металлических примесей (мг на 1 кг) – 3, отдельных частиц руды и шлака – 0,4.

Зараженность амбарными вредителями не допускается.

2.5. Хлебопекарные свойства муки

Хлебопекарные свойства муки – это способность муки давать хлеб определенного качества. Они обусловлены ее химическим составом и свойствами отдельных веществ.

«Сила муки» – ее способность образовывать тесто, обладающее определенными физическими свойствами. По хлебопекарным свойствам пшеничную муку подразделяют на сильную, среднюю и слабую.

«Силу пшеничной муки» в основном определяет состояние белков. Белковые вещества имеют огромное значение для улучшения качества хлеба, особенно из пшеничной муки. От их состава и свойств зависят объем и

пористость хлебобулочных изделий, существенно влияющие на усвояемость хлеба (рис. 2.3).

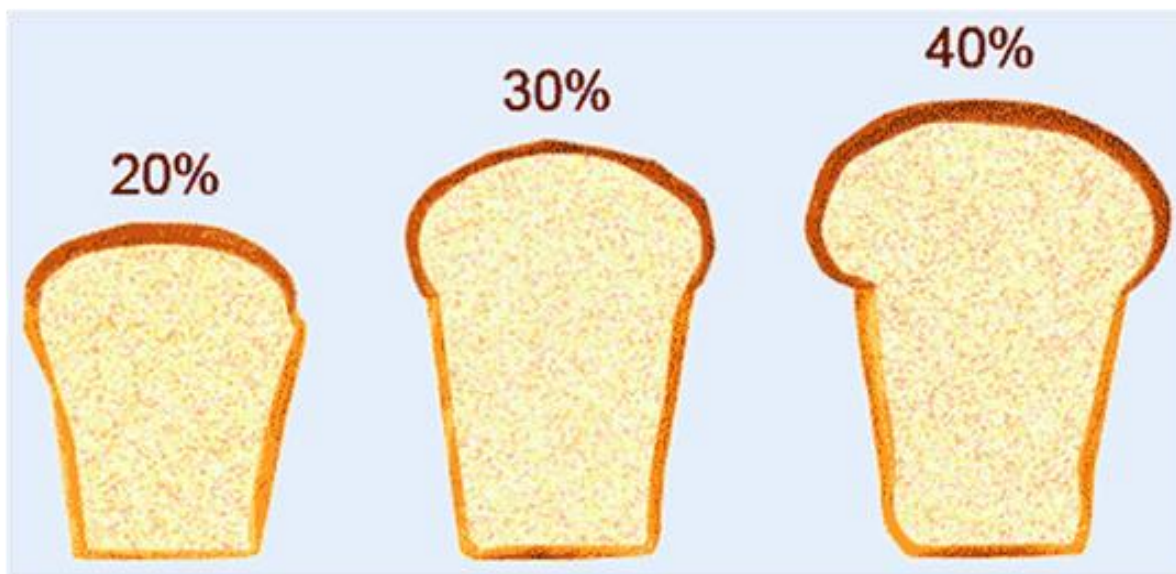


Рис. 2.3. Внешний вид и пористость хлеба в зависимости от содержания клейковины в муке

«Сильная» мука способна поглощать при замесе теста нормальной консистенции относительно большое количество воды. Такое тесто очень устойчиво сохраняет свои физические свойства в процессе замеса и брожения, при расстойке и выпечке сохраняет форму и мало расплывается. Хлеб из такой муки имеет высокий объем, правильную форму, хорошую пористость.

«Слабая» мука при замесе теста нормальной консистенции поглощает относительно мало воды. Тесто из такой муки в процессе замеса и брожения быстро ухудшает свои физические свойства, при расстойке и выпечке расплывается.

Хлеб из «слабой» муки получается пониженного объема и очень расплывается при выпечке его на поду.

Для получения муки с удовлетворительными хлебопекарными свойствами составляют смеси «слабой» и «сильной» муки (*валка муки*).

Минеральные вещества и витамины, содержащиеся в муке, стимулируют процессы брожения, при этом хлеб характеризуется более полным вкусом и ароматом, он богаче витаминами и минеральными солями.

В формировании хлебопекарных качеств муки важную роль играют углеводы.

Основной компонент муки – крахмал, различается по размерам гранул: мелкие – 2 - 17 мкм, крупные – 40 - 50 мкм, что связано с условиями формирования его в зерновке при созревании и с процессом помола, при котором разные части эндосперма попадают в тот или иной сорт.

Важное значение имеют размеры крахмальных зерен муки, степень их поврежденности, а, следовательно, доступность воздействию ферментов. В процессе помола повреждается от 4 до 25 % крахмальных зерен.

Если в муке повышено содержание мелких крахмальных зерен, то вязкость теста уменьшается, если много поврежденных зерен крахмала, то создаются условия для активной деятельности амилазы, что приводит к увеличению липкости мякиша хлеба.

Хлебопекарные свойства ржаной муки в большей мере зависят от состояния крахмала. Ржанные белки не образуют клейковинный каркас, как пшеничные. Белки ржаной муки набухают, пептизируются и образуют очень вязкий коллоидный раствор. Вязкость еще увеличивается за счет взаимодействия со слизями. Хлебопекарные свойства муки определяют пробной выпечкой хлеба.

2.6. Упаковка и хранение муки

Упаковывают муку в чистые, сухие, без постороннего запаха и не зараженные амбарными вредителями мешки. На каждый мешок пришивают маркировочный ярлык из бумаги или картона, на котором обозначают наименование продукции, ее вид и сорт, массу нетто, дату выработки и номер стандарта. В торговую сеть поступает мука, расфасованная в бумажные однослойные пакеты массой нетто 1 - 3 кг. Пакеты с расфасованной мукой упаковывают в ящики. Перевозят муку всеми видами транспорта. [26]

Хранят муку в чистых сухих помещениях при температуре не выше 15 °С и относительной влажности воздуха 60 - 75 %. Мешки укладывают на подтоварники или поддоны. Высота штабелей летом должна быть не более 8 рядов, зимой – 12. На базах и складах предельный срок хранения не установлен.

При хранении муки при неблагоприятных условиях может произойти порча муки (прогоркание, прокисание, плесневение, развитие насекомых и клещей, самосогревание и слеживание). *Прогоркание* является следствием изменений жира муки в результате гидролитических процессов. *Плесневение* является следствием поражения муки плесневыми грибами. *Прокисание* муки характеризуется появлением в ней специфичного кислого вкуса и запаха, значительным повышением титруемой кислотности.

Контрольные вопросы

1. Перечислите виды и сорта муки.
2. Назовите основные этапы производства муки.
3. Какие типы пшеницы используют для производства макаронной муки?
4. Назовите особенности производства макаронной муки.
5. Назовите особенности производства ржаной муки.
6. Назовите требования к хранению муки, дефекты муки.
7. Что такое сила муки?
8. По каким показателям оценивается качество клейковины?
9. Как влияет химический состав муки на ее хлебопекарные свойства?
10. По каким показателям определяют качество муки?

Раздел 3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

План

- 3.1. Классификация макаронных изделий.
- 3.2. Характеристика сырья для производства макаронных изделий.
- 3.3. Особенности технологии производства макаронных изделий.
- 3.4. Организация и принципы функционирования комплексов технологического оборудования.
- 3.5. Требования, предъявляемые к качеству макаронных изделий.
- 3.6. Переработка брака.

3.1. Классификация макаронных изделий

Макаронные изделия – пищевой продукт, полученный высушиванием отформованного теста из пшеничной муки и воды до 13%-ной влажности и ниже. По всему миру насчитывается около 600 различных видов макарон.

Основные достоинства макаронных изделий [10]:

- способность к длительному хранению (более года) без изменения свойств: макаронные изделия совершенно не подвержены черствению, менее гигроскопичны, чем сухари, печенье и зерновые сухие завтраки, хорошо переносят транспортирование;
- быстрота и простота приготовления (продолжительность варки в зависимости от ассортимента составляет от 3 до 20 мин);
- относительно высокая пищевая ценность: блюдо, приготовленное из 100 г сухих макаронных изделий, на 10 - 15 % удовлетворяет суточную потребность человека в белках и углеводах;
- высокая усвояемость – белков и углеводов макаронных изделий.

Макаронные изделия относятся к основным продуктам питания, и спрос на них достаточно стабилен. Наряду с крупой они занимают существенное место в рационе питания. Макаронные изделия имеют высокую питательную ценность, хорошую усвояемость, быстро развариваются, транспортабельны и хорошо сохраняются.

Макароны очень сытные из-за того, что состоят из пшеничной муки, а их приготовление не требует много времени и умений. Чаще всего их употребляют в качестве гарнира к каким-либо мясным блюдам или как самостоятельное блюдо. Так как на рынке существует много производителей данного продукта, то актуальным становится вопрос о качестве выпускаемой продукции.

В зависимости от вида пшеницы и сорта муки макаронные изделия подразделяются на группы А, Б, В и классы 1, 2:

- группа А – изделия из муки твердой пшеницы;
- группа Б – изделия из муки мягкой высокостекловидной пшеницы;
- группа В – изделия из хлебопекарной муки мягкой пшеницы;
- класс 1 – изделия из муки высшего сорта;

- класс 2 – изделия из муки I сорта.

При изготовлении макаронных изделий с применением добавок к указанию группы и класса прибавляют название соответствующей добавки, например, группа Б, 1-й класс яичные, группа В, 2-й класс, томатные. [26]

Макаронные изделия в зависимости от способа формования классифицируют на следующие виды:

- резанные изделия, тип которых формируется из ленты уплотненного теста ножом;
- прессованные изделия, тип которых формируется путем продавливания через матрицу;
- штампованные изделия, тип которых формируется из ленты уплотненного теста штампом.

По форме макаронные изделия делят на следующие типы:

- трубчатые изделия, имеющие форму изогнутой или прямой трубки (рожки, перья и их аналоги у итальянских производителей – пенне ригате (*penne rigate*), челентани (*cellentani*) и др.);
- нитевидные изделия, сформованные в виде нитей, имеющих форму круга в поперечном сечении (вермишель, капеллини (*capellini*));
- ленточные изделия, сформованные в виде нитей, имеющих форму овала в поперечном сечении (лапша, феттучине (*fettuccine*), тальятелле ларге (*tagliatelle larghe*));
- фигурные изделия, имеющие форму объемных или плоских фигур (ракушки / конкилье ригате (*conchiglie rigate*), гребешки, бантики / фарфалле (*farfalle*), спиральки / фузилли (*fusilli*) и др.)

Макаронные изделия всех типов выпускают длинными (длиной 200 мм и более) или короткими (длиной менее 200 мм). Длинные макаронные изделия могут быть одинарными (т.е. не иметь изгибов) или двойными гнутыми, а также сформованными в мотки, бантики и гнезда.

3.2. Характеристика сырья для производства макаронных изделий

Для производства макаронных изделий используют основное и дополнительное сырье. Основными видами сырья для производства макаронных изделий служат мука и вода, а к дополнительному сырью относят различные обогатительные и вкусовые добавки. [14]

Качество макаронных изделий, определяется двумя факторами:

- качеством исходного сырья,
- спецификой технологических операций его переработки.

Химический состав муки.

Белки. Технологическую роль в макаронном производстве играют – глиадин и глютен. Именно эти фракции формируют при замесе теста клейковину, свойства готовых изделий.

Жиры. Выполняют важную функцию: в них растворены каротиноидные пигменты (каротины). Жиры муки, содержащие каротиноиды, образуют с

белками комплексы, которые предохраняют каротиноидные пигменты от ферментативного разрушения и от разрушения под действием света.

Каротиноиды. Вещества, окрашенные в желтый или оранжевый цвет. Они обуславливают янтарно-желтый цвет изделий.

Относительно большое количество каротиноидов находится в продуктах помола твердой и мягкой стекловидной пшеницы, поэтому они являются основным мучным сырьем макаронного производства.

Макаронные свойства муки определяются четырьмя основными показателями:

- количеством клейковины,
- крупнотой помола – гранулометрическим составом муки,
- содержанием каротиноидных пигментов,
- содержанием темных вкраплений;

Клейковина выполняет две основные функции:

- является пластификатором, придающей массе крахмальных зерен текучесть,
- связующим веществом, соединяющим крахмальные зерна в единую тестовую массу.

Первое свойство клейковины позволяет формировать тесто, продавливая его через отверстия матрицы, второе сохранять приданную тесту форму.

Особенность клейковины состоит в том, что при сушке изделий она упрочняется и при варке изделий, не разжижается, а фиксируется в результате денатурации клейковины.

Хорошими варочными свойствами обладают изделия при содержании в муке сырой клейковины от 30 - 40 % характеризуются

При уменьшении содержания клейковины в муке ниже 28 % резко увеличиваются степень слипаемости, снижается прочность сваренных изделий (они становятся кашеобразными). Содержание клейковины в муке определяет белковую ценность макаронных изделий и обуславливает вкус и аромат сваренных изделий.

Воду, предназначенную для замеса теста, используют только питьевую воду, удовлетворяющую требованиям ГОСТ. Она должна быть прозрачной, бесцветной, без посторонних привкусов и запахов, не содержать органических примесей и взвешенных частиц. Для замеса макаронного теста применяют обычно теплую воду температурой 40 - 60 °С, которую получают смешиванием холодной водопроводной и горячей воды в нужном соотношении.

Небольшую часть макаронных изделий вырабатывают с использованием дополнительного сырья-добавок.

Добавки подразделяют:

- на обогатительные,
- вкусовые.

Обогатительные добавки повышают пищевую ценность изделий, часто изменяя также их цвет и вкус. В качестве обогатительных добавок чаще всего

используют яйца и яичные продукты (яичный порошок, меланж), а также молочные продукты (сухое молоко, нежирный творог) и некоторые витамины.

Вкусовые добавки не повышают питательную ценность изделий, но придают им специфические вкус и цвет. К этим добавкам относят в первую очередь разнообразные овощные пасты, пюре и порошки.

Яйца. Основные составные части яйца - белок, желток и скорлупа. Масса куриного яйца зависит от вида, породы и возраста птицы, от условий кормления и содержания ее и составляет 30 - 75 г.

Яичный порошок. Получают высушиванием яичной массы. Яичный порошок имеет светло-желтый или ярко-желтый цвет, однородный по всей массе, порошкообразную структуру с легко раздавливающимися комочками. Вкус и запах порошка должны быть свойственны высушенному яйцу, без посторонних привкусов и запахов.

Яичный меланж. Представляет собой освобожденную от скорлупы замороженную при температуре минус 18 °С смесь яичных белков и желтков в естественной пропорции.

Согласно требованиям ГОСТа:

- консистенция меланжа должна быть твердой в замороженном состоянии и жидкой, однородной после дефростирования (размораживания);
- цвет – темно-оранжевым в замороженном состоянии и от светло-желтого до светло-оранжевого после дефростирования;
- запах и вкус – свойственными данному продукту, без посторонних запахов и привкусов.

Иногда меланж изготавливают с небольшими добавками соли или сахара. В этих случаях вкус его должен быть солоноватым или сладковатым.

Желток яичный сухой. Имеет цвет от светло-желтого до желтого с оранжевым оттенком, однородный по всей массе, порошкообразную структуру с легко раздавливающимися комочками, вкус и запах – свойственные высушенному желтку.

Сухое молоко. Представляет собой порошок, полученный высушиванием цельного или обезжиренного коровьего молока. Качество сухого цельного молока устанавливает ГОСТ

Вкус сухого молока должен быть свойствен пастеризованному молоку, цвет – белым или кремовым, влажность – от 4 до 5 % (в зависимости от вида упаковки), содержание жира (в сухом цельном молоке) – не менее 25 %, кислотность – не более 20 - 21 °Т.

Творог. В макаронном производстве используют нежирный и 9%-ной жирности творог. Получают его свертыванием белков молока с последующим отделением их от сыворотки прессованием.

По органолептическим и физико-химическим показателям качества нежирный творог, согласно ГОСТу, должен удовлетворять следующим требованиям. Вкус и запах кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов. Консистенция нежная, допускается неоднородная, рыхлая. Цвет белый, с кремовым или желтоватым оттенком. Влажность не более 80 %, кислотность не выше 240 °Т.

Сухой молочный пищевой белок. Вырабатывают из обезжиренного молока после осаждения хлоридом кальция и диспергирования полученного полуфабриката влажного белка. В качестве диспергента используют обезжиренное молоко и пахту. После диспергирования белковую суспензию сушат на распылительной сушилке.

Согласно ТУ сухой молочный пищевой белок должен удовлетворять следующим требованиям: вкус и запах чистый, свежий, молочный, слегка сладковатый, свойственный пастеризованному обезжиренному молоку и пахте; консистенция сухая, мелкораспыленный порошок; цвет белый, с легким кремовым оттенком. Влажность не более 10 %, кислотность не выше 70 °Т.

Витамины используют в макаронном производстве в качестве обогатительных добавок.

Применяемые витамины должны отвечать двум основным требованиям:

- быть термоустойчивыми, т. е. не разлагаться в процессе варки макаронных изделий и не терять своей ценности,
- растворяться в воде, чтобы было удобно вносить их при замесе теста.

Вследствие этого при производстве макаронных изделий можно использовать витамины В₁, В₂ и РР.

Витамин В₁ (тиамин). Представляет собой белый или белый с легким желтоватым оттенком порошок со слабым характерным запахом, легкорастворимый в воде.

Витамин В₂ (рибофлавин). Представляет собой кристаллический порошок желто-оранжевого цвета со слабым специфическим запахом и горьковатым вкусом. На свету обесцвечивается.

Витамин РР (ниацин, никотиновая кислота). Представляет собой белый кристаллический порошок без запаха, слабокислого вкуса. Достаточно хорошо растворяется в горячей воде.

Смесь витаминов В₁, В₂ и РР. Предназначена для витаминизации муки. Согласно ТУ смесь витаминов представляет собой тонкодисперсный порошок светло-желтого цвета с белыми вкраплениями, влажностью не более 1 %.

Овощные продукты добавляют в тесто в виде пюре, паст, порошков или соков, относятся к вкусовым добавкам. Они придают макаронным изделиям своеобразные цвет и вкус.

Представляют собой:

- пюре,
- несоленую и соленую пасты.

Томаты. По внешнему виду концентрированные томатные продукты должны представлять однородную тонкоизмельченную массу без остатков кожицы, семян; *вкус и запах* - натуральными, свойственными уваренной томатной массе, без горечи, других посторонних привкусов и запахов; *цвет* - красным, красно-оранжевым. *Порошок из томатопродуктов.* Согласно требованиям ТУ, порошок после восстановления (смешивания с водой) должен обладать однородным по всей массе оранжево-красным цветом, приятными, свойственными исходному сырью вкусом и запахом. В сухом виде в порошке

допускается наличие слежавшихся комочков, рассыпающихся при легком надавливании.

Пюре из шпината, щавеля и их смеси. Готовят из протертых свежих молодых листьев шпината, щавеля или их смеси. Пюре представляет собой однородную протертую массу зеленого или бурого цвета, одинакового по всей массе, со свойственными вареным листьям шпината и щавеля вкусом и запахом.

Натуральные морковный и свекольный соки с мякотью. Представляют собой однородную массу с равномерно распределенной мякотью. Допускается незначительное расслаивание сока и мякоти.

В соответствии с ТУ вкус, запах и цвет соков должны быть натуральными, хорошо выраженными, свойственными данному виду овощей.

К *нетрадиционному сырью* макаронного производства относят продукты переработки зерна и семян различных растительных культур (кроме пшеницы), плодов клубневых культур, а также побочные продукты их переработки.

Интерес представляют мука тритикале, мука и крахмал бесклейковинных крахмалсодержащих зерновых, бобовых, и клубневых культур.

Тритикале – зерновой гибрид (см. Тема 1), искусственного скрещивания пшеницы и ржи. В тритикале сочетаются положительные свойства обеих культур: высокие урожайность, зимостойкость и пищевая ценность, характерные для ржи, а также способность белков формировать клейковину с относительно низкой степенью их потемнения в процессе приготовления пищевых продуктов, что является особенностью пшеницы.

Горох и соя относятся к бобовым культурам, отличительной особенностью которых является высокое содержание белков. При этом надо отметить высокую ценность белков сои, которые по аминокислотному приближаются к составу животных белков.

Все перечисленные культуры могут быть использованы в макаронном производстве в виде муки и других продуктов их переработки.

3.3. Особенности технологии производства макаронных изделий

Технологический процесс производства макаронных изделий включает следующие основные стадии и операции: *подготовку сырья к производству, дозирование и смешивание рецептурных компонентов, замес и прессование макаронного теста, формование сырых тестовых заготовок, сушка, стабилизация и охлаждение тестовых заготовок, упаковывание изделий в потребительскую и транспортную тару.*

На малом предприятии производство ориентировано на выпуск широкого ассортимента макаронных изделий в соответствии с запросами потребителей. Поэтому макароны вырабатывают с применением универсального оборудования, обеспечивающего быструю смену вида выпускаемой продукции и оперативную регулировку параметров технологического процесса. [17]

Подготовка сырья. Состоит из смешивания разных партий муки, просеивания муки, очистки от металломагнитных примесей и дозирования.

Для равномерного распределения добавок в тесте их предварительно смешивают с водой в емкостях с мешалками. Во избежание свертывания белков температура воды для размешивания яичных добавок должны быть не выше 45 °С, для сухого молока – не выше 55, для остальных добавок – 55 - 65 °С.

Приготовление макаронного теста. Готовят тесто в две стадии: дозирование и смешивание рецептурных компонентов до образования сыпучей комкообразной смеси, которую затем интенсивно перемешивают до получения однородной пластичной массы, приготовленной для формования. В условиях механизированного производства макарон первую стадию выполняют в тестосмесителе, а вторую – с помощью нагнетательных шнеков макаронного пресса.

В тестосмесителе макаронное тесто готовят преимущественно влажностью 29 - 31 % при перемешивании не менее 25 - 30 мин. Это время необходимо для протекания процессов диффузии воды внутрь частиц муки, набухания белков и углеводов, растворения веществ, входящих в состав муки.

В тестосмесителе обычно создается вакуум для удаления из теста пузырьков воздуха, наличие которых приводит к растрескиванию готовых изделий. Кроме того, в обедненном кислородом тесте замедляются окислительные процессы, что повышает питательные свойства макаронных изделий, улучшается вкус и внешний вид, а полученная плотная и однородная структура продукта увеличивает его прочность после сушки.

Из тестосмесителя сыпучая смесь подается в шнеки макаронного пресса, интенсивно им перемешивается, прессуется и превращается в плотную пластичную массу – крутое тесто, пригодное для формования. Температуру теста перед формованием поддерживают не выше 55 °С.

Формование макаронных изделий. Состоит из операций выпрессовывания и резки прядей сырого макаронного теста. Выпрессовывание заключается в непрерывном выдавливании профилированных прядей в виде трубок, нитей или лент пластичного макаронного теста. Для этого тесто продавливается шнеками макаронного пресса через формирующие матрицы с определенными размерами и формой отверстий (фильер).

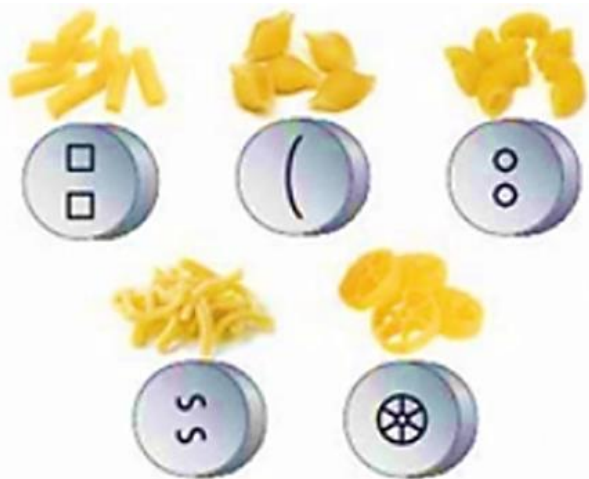


Рис. 3.1. Конфигурации отверстий формирующих матриц

Форма макаронных изделий зависит от конфигурации формующих отверстий матрицы (рис. 3.1). Применяются три вида отверстий: кольцевые с вкладышами для получения макаронной трубки, без вкладышей для получения нитеобразных изделий, щелевидные для прессования лапши, фигурных изделий и широких лент теста для последующего формования из них штампованных изделий.

Резка предназначена для получения из непрерывных макаронных прядей тестовых заготовок заданной длины, которые затем раскладывают на конвейеры, кассеты или рамки сушильных устройств.

Сушка макаронных изделий. Цель сушки – закрепить форму изделий и предотвратить развитие в них микроорганизмов. Это наиболее важная стадия технологического процесса, от которой существенно зависит качество изделий. Чрезмерно интенсивная сушка приводит к появлению высушенных изделий с трещинами, а медленная сушка, особенно на первой стадии удаления влаги, может привести к закисанию и плесневению изделий.

Подготовительный этап сушки заключается в обдувке воздухом выдавливаемых из матрицы прядей макаронного теста. При обдувке происходит быстрое подсушивание поверхности сырых полуфабрикатов, а содержание влаги снижается на 2 - 3 %. В результате уменьшается пластичность полуфабриката, увеличивается его упругость, на поверхности образуется корочка, которая препятствует слипанию и искривлению тестовых заготовок при резке, транспортировании и сушке, а также прилипанию их к ножам и к сушильным поверхностям.

Стабилизация и охлаждение высушенных макаронных изделий. Перед упаковыванием изделия необходимо медленно охладить в течение не менее 4 ч до температуры окружающей среды за счет обдувки воздухом. При этом происходит стабилизация изделия: окончательно выравнивается влажность по всей его толщине, рассасываются внутренние напряжения, вызывающие растрескивание, и снижается масса продукта за счет испарения 0,5 - 1,0 % влаги.

В поточных линиях стабилизацию и охлаждение изделий проводят в стабилизаторах-охладителях, в которых создается запас 12-часовой выработки высушенных изделий. В остальных случаях применяют виброохладители.

Упаковывание макаронных изделий. Состоит из следующих операций: подача изделий на упаковочные столы или в бункера, сортировка и удаление брака, проверка на магнитных сепараторах, фасование в тару, включая дозирование порций, уплотнение на вибраторе и маркировку.

Ящики и мешки с макаронными изделиями должны *храниться* в складских помещениях на стеллажах или поддонах, где укладывают не более 6-7 рядов. Помещения должны быть сухими, чистыми, хорошо проветриваемыми, не зараженными вредителями хлебных запасов, защищенными от воздействия атмосферных осадков, с относительной влажностью воздуха не более 70 % и температурой не более 30 °С. Не допускается хранение макаронных изделий вместе с товарами, имеющими специфический запах. Срок хранения макаронных изделий без добавок – год; молочных, творожных, яичных – 5 мес., томатных – 3 мес.

3.4. Организация и принципы функционирования комплексов технологического оборудования

Машинно-аппаратурная схема комплекса технологического оборудования МАКИЗ-02-150 для производства короткорезанных макаронных изделий представлена на рис. 3.2. Комплекс предназначен для выработки с вакуумированием короткорезанных макаронных изделий и их высокотемпературной сушки с обработкой паром. Состоит из мукопросеивателя 1, макаронного пресса 2, трехсекционной конвейерной сушилки 3, стабилизатора-охлаждителя 4, наклонного конвейера 5 и фасовочно-упаковочной машины 6.

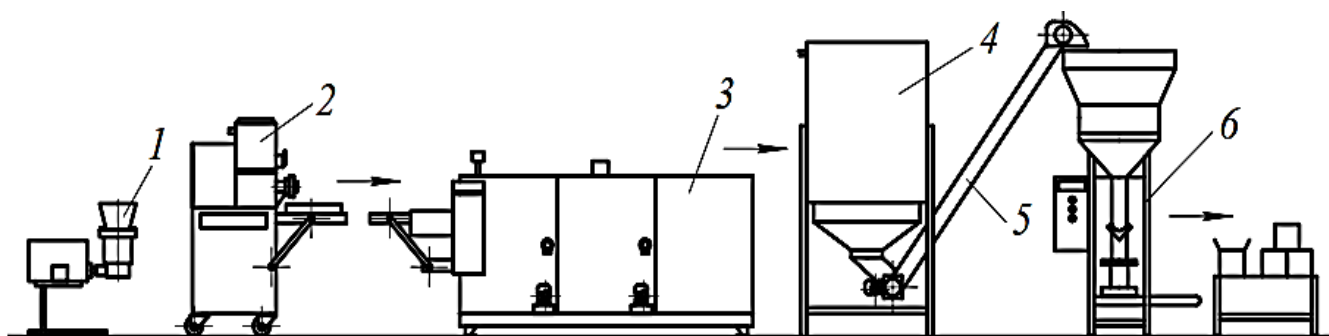


Рис. 3.2. Машинно-аппаратурная схема комплекса МАКИЗ-02-150 для производства короткорезанных макаронных изделий

Рецептурная смесь муки и других сыпучих компонентов поступает в просеиватель 1 для удаления механических и металломагнитных примесей. Вода и разведенные добавки фильтруются. Затем очищенные сыпучие компоненты дозируются в тестосмеситель макаронного пресса 2 и перемешиваются. Вакуумирование в емкости тестосмесителя позволяет удалить воздух из рыхлой тестовой смеси.

Выходящие из макаронного пресса 2 пряди теста нарезаются вращающимся ножом. Отрезанные тестовые заготовки с помощью укладчика подаются на конвейер сушилки 3. Конвейер имеет регулировку скорости движения, что исключает ручную операцию по загрузке и выгрузке кассет. В сушилке 3 осуществляется конвективная сушка сырых заготовок с автоматическим регулированием по секциям температуры и влажности нагретого воздуха. [8]

Макаронные изделия из сушилки 3 загружаются в стабилизатор охладитель 4. После выдержки не менее 4 ч макаронные изделия наклонным конвейером 5 подаются в приемный бункер фасовочной машины 6, обеспечивающей упаковывание продукта в потребительскую тару.

Машинно-аппаратурная схема комплекса технологического оборудования для производства длинных макаронных изделий представлена на рис. 3.3.

Комплекс состоит из просеивателя 1, тестомесильной машины 2, макаронного пресса 3, комплекта лотков 4, тележки 5 с рамками и шкафной сушилки периодического действия 6.

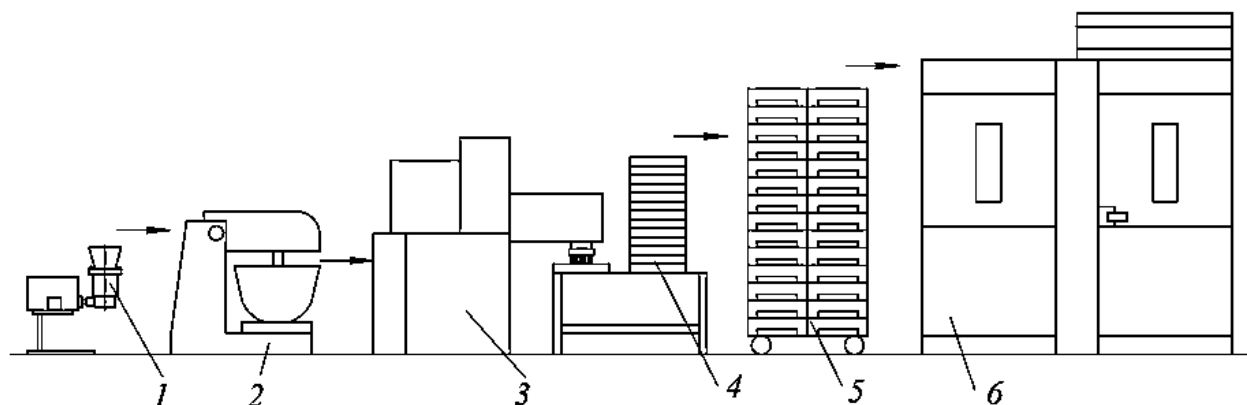


Рис. 3.3. Машинно-аппаратурная схема комплекса технологического оборудования для производства длинных макаронных изделий

Очищенная в просеивателе 1 рецептурная смесь муки, воды и разведенных добавок дозируется в подкатную дежу тестомесильной машины периодического действия 2. Обычно готовят макаронное тесто влажностью 28 - 31 %. Затем дежу снимают с тестомесильной машины 2, подкатывают к макаронному прессу 3 и загружают тесто в приемный бункер. [8] Пресс 3 снабжен матрицей, имеющей кольцевые отверстия с вкладышами для формования макаронной трубки. Выходящие из отверстий матрицы трубки сырого макаронного теста обдувают воздухом и разрезают на длинные заготовки и укладывают в лотки 4. При этом тестовые заготовки обдувают воздухом для получения на их поверхности подсушенной корочки, а затем развешивают на рамки, размещенные на тележке 5. После этого тележку 5 помещают в сушилку 6 для удаления влаги и закрепления формы макаронных изделий.

При таком способе сушки качество готовых изделий существенно зависит от плотности размещения сырых тестовых заготовок на рамках. В случае неплотного размещения высушенный продукт может иметь значительные искривления. Избыточная плотность приводит к образованию слипшейся продукции.

3.5. Требования, предъявляемые к качеству макаронных изделий

Качество выпускаемых предприятием макаронных изделий должно удовлетворять требованиям ГОСТ 31743-2017 «Изделия макаронные. Общие технические условия». [4] Качество изделий по этому стандарту оценивается по следующим показателям: цвет, поверхность, форма, вкус, запах, состояние после варки, влажность, кислотность, прочность (макарон), содержание лома, деформированных изделий и крошки, металломагнитной примеси и наличие вредителей хлебных запасов.

Цвет. Должен быть однотонным с кремовым или желтоватым оттенком, соответствующим сорту муки, без следов непромеса. Цвет изделий с добавками соответственно меняется.

Предпочтительным считается золотисто-желтый, янтарный цвет макаронных изделий, который получается при производстве изделий из крупки

твердой пшеницы. Из крупки стекловидной мягкой пшеницы получают изделия кремово-желтого, из хлебопекарной муки высшего сорта – светло-кремового цвета, из полукрупки твердой пшеницы – изделия с коричневым оттенком, а из полукрупки мягкой стекловидной пшеницы и хлебопекарной муки I сорта – изделия с серым оттенком. При этом чем больше зольность исходной муки, тем более темными будут изделия.

Гладкая поверхность придает насыщенность цвету изделий, а шероховатая – белый оттенок.

Быстрое удаление влаги на первой стадии сушки, а также использование высокотемпературных режимов замеса, формования или сушки ведут к получению изделий светлых тонов.

Поверхность. Макароны должны быть гладкими. Допускается незначительная шероховатость.

При формовании изделий через матрицы с тефлоновыми вставками в формирующих щелях всегда получаются изделия с гладкой поверхностью. При использовании матриц без вставок более влажное тесто дает изделия с менее шероховатой поверхностью.

Форма. Должна соответствовать их наименованию. В макаронах, перьях, вермишели и лапше допускаются изгибы и искривления, не ухудшающие товарный вид изделий.

К деформированным изделиям относят:

- трубчатые изделия, потерявшие форму или имеющие продольный разрыв, смятые концы или значительные искривления (у макарон и перьев);
- лапшу, собранную в складки или имеющую несвойственную данному виду форму;
- фигурные изделия, имеющие несвойственную данному виду форму, смятые полностью или частично.

Нарушение формы изделий происходит главным образом в результате чрезмерной влажности теста, дефектов матрицы (заусенцы в формирующих щелях, смещение вкладышей и т. п.) и неаккуратной разделки сырых изделий.

Вкус и запах. Должны быть свойственны данному виду изделий, без посторонних привкусов и запахов (горечи, затхлости, плесени и др.). Для макаронных изделий с добавками вкус соответственно меняется.

Вкус и запах зависят в первую очередь от качества исходной муки. Если мука не имеет посторонних привкусов и запахов, то чем больше в ней содержание белка, тем более приятные вкус и аромат будут иметь сваренные макаронные изделия. Из муки с низким содержанием белка получаются изделия крахмалистого, мучнистого вкуса.

Состояние изделий после варки. При варке до готовности изделия не должны терять форму, склеиваться, образовывать комья, разваливаться по швам.

На варочные свойства макаронных изделий в той или иной степени влияют плотность изделий, определяемая величиной давления прессования, качество муки (главным образом содержание клейковины), форма изделий и степень шероховатости.

Чем выше плотность изделий, прочность их структуры, тем меньше сухих веществ переходит в варочную воду, тем более прозрачной остается она после варки изделий. Более плотные изделия лучше сохраняют форму во время и после варки, но требуют большего времени варки до готовности.

С уменьшением доли клейковины в муке, из которой изготовлены изделия, снижаются продолжительность варки и прочность сваренных изделий, увеличиваются количество сухих веществ в варочной жидкости и степень слипания между собой сваренных изделий. Однако при содержании сырой клейковины в пределах от 25 до 40 % макаронные изделия обладают нормальными варочными свойствами.

Изделия из хлебопекарной муки обычно менее устойчивы, особенно к перевариванию, чем изделия из крупки твердой пшеницы в силу меньшей связующей способности белков мягкой пшеницы.

Форма изделий оказывает влияние в первую очередь на длительность варки до готовности: с увеличением толщины стенок изделий увеличивается продолжительность варки.

С увеличением степени шероховатости поверхности изделий увеличиваются потери сухих веществ, но несколько сокращается длительность варки до готовности.

Влажность. Для изделий, отправляемых в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы, а также транспортируемых морским путем, влажность не должна превышать 11 %; для изделий детского питания – 12 %; для всех остальных изделий – 13 %.

Влажность макаронных изделий является важным показателем товарного качества, который определяет способность изделий к длительному хранению без порчи. Она является также основным фактором, определяющим величину выхода готовой продукции, т. е. расхода муки на выработку 1 т изделий.

Кислотность. Для всех видов изделий, кроме томатных, кислотность должна быть не более 4 град, а для изделий с добавками томатопродуктов – не более 10 град.

Кислотность – это показатель качества, характеризующий вкусовые свойства и степень свежести макаронной продукции. Кислотность обуславливается в первую очередь кислотностью исходной муки. Кроме того, кислотность может повыситься в процессе замеса и сушки изделий, если тесто или сырые изделия долгое время пребывали во влажной среде: при остановке пресса на длительное время, продолжительной низкотемпературной сушке изделий на первой стадии удаления влаги и т. д., а также при внесении во время замеса теста закисших сырых или сухих отходов.

При нормальном проведении технологического процесса кислотность изделий по сравнению с кислотностью исходной муки повышается очень незначительно – не более чем на 10 %.

Макаронным ломом называют макароны, не отвечающие нормам прочности для данного класса и диаметра, а также деформированные макароны.

Крошкой называют обломки макарон длиной менее 5 см, перья длиной менее 3 см, рожки соломка, особые и обыкновенные длиной менее 3 см,

вермишель и лапшу длиной менее 1,5 см, обломки фигурных изделий, а также рожков и перьев независимо от размеров.

Непрочные макаронные изделия ломаются при фасовании под действием усилий рабочих органов фасующих машин, при упаковке насыпью, при транспортировании – под действием толчков и под влиянием массы верхних слоев изделий, находящихся в ящике.

Величина прочности макаронных изделий зависит от режима сушки: жесткий режим, особенно на последних этапах удаления влаги, приводит к появлению в продукте трещин, к ослаблению его структуры.

На прочность макаронных изделий значительное влияние оказывает также их влажность.

Содержание металломагнитной примеси. В макаронных изделиях содержание металломагнитной примеси не должно превышать 3 мг на 1 кг продукта. Величина отдельных частиц металлопримесей должна быть не более 0,3 мм в наибольшем линейном измерении.

Металлопримеси попадают в изделия при трении рабочих частей машин и механизмов, соприкасающихся с ними в процессе производства и транспортирования, в результате износа или поломки отдельных деталей и т. п.

Наличие вредителей хлебных запасов (амбарных вредителей). Наличие вредителей хлебных запасов в макаронных изделиях не допускается.

Макаронные изделия подобно зерну, муке и другим зернопродуктам могут повреждаться различными вредителями, насекомыми - амбарными клещами, мельничной огневкой, мучной огневкой, мучными хрущачами и грызунами (мышами и крысами). Насекомые могут попадать в сырье и макаронные изделия как при хранении, так и при перевозках.

Высушенные и охлажденные макаронные изделия подвергают ручной сортировке, а затем после выборочного контроля качества каждой партии изделий в лаборатории их упаковывают в крупную (транспортную) или мелкую (потребительскую) тару. Назначение упаковки – предохранить изделия от поломки, загрязнений, от действия влаги во время транспортирования и хранения. Упаковка в красочные коробочки и пакеты придает изделиям привлекательный товарный вид.

Каждая партия макаронных изделий, отправляемая потребителю, должна сопровождаться удостоверением качества, который выдается предприятием на основании лабораторных анализов. [7]

3.6. Переработка брака

Отбракованную в процессе сортировки продукцию, а также полуфабрикат (сырые обрезки, концы, рваные, деформированные, слипшиеся, грубошероховатые трубки сырых макарон, слитки макарон, вермишели, лапши, тесто из головки прессы, просыпь из-под сушилок и упаковочных столов), не потерявший своих пищевых качеств, т. е. не имеющий загрязнений, посторонних привкусов и запахов, без признаков плесени, направляют на вторичную переработку.

Сухие отходы дробят на установках в крупку с размером частиц менее 1 мм и в таком виде добавляют в приемную воронку или бункера (силосы) для муки в количестве до 10 % ее массы.

Сырые обрезки (концы) сразу после разделки сырых изделий измельчают и добавляют в тестосмеситель прессы в количестве до 15 % массы муки. Добавление сырых обрезков в тестосмеситель не снижает производительности прессы и не ухудшает качества продукции. Однако при выработке макарон с лотковой сушкой желательно брак при замесе теста не вводить, так как влажность обрезков сырых макарон составляет обычно менее 28 % и при повторном прессовании они могут сохранять свою индивидуальность, ослабляя структуру выпрессованных макарон и приводя к обрыву прядей.

На небольших предприятиях при отсутствии дробильных установок отходы замачивают в баках с водой температурой 65 - 70 °С в течение не более 1 ч (во избежание закисания). Затем излишки воды сливают и массу добавляют небольшими порциями к замешиваемому тесту. Подобным образом можно перерабатывать и подсушенные отходы полуфабриката. При этом необходимо учитывать большую влажность замоченных отходов и соответственно уменьшать количество воды, подаваемой в месильное корыто прессы.

Контрольные вопросы

1. По каким признакам классифицируют макаронные изделия?
2. Какая форма может быть у макаронных изделий?
3. Какой длины выпускаются макаронные изделия?
4. Что относится к основному сырью?
5. Что относят к вспомогательному сырью?
6. Чем отличается макаронная мука от хлебопекарной?
7. Какие виды добавок используются при производстве макаронных изделий?
8. От чего зависит рецептура макаронного теста?
9. Как рассчитать необходимое количество воды для замеса теста?
10. Назовите различные типы замесов?
11. Назовите способ формования макаронных изделий.
12. В чем отличие макаронного теста от других тестовых масс?
13. Какие существуют способы формования макаронного теста?
14. Из чего состоит разделка сырых макаронных изделий?
15. Назовите процессы сушки макаронных изделий.
16. Опишите требования к фасовке, хранению готовых изделий.
17. По каким параметрам оценивают качество готовых макаронных изделий?
18. Охарактеризуйте органолептические показатели качества макаронных изделий?
19. Каким образом перерабатывают брак?
20. В каком количестве разрешено добавлять отходы при переработке?

Раздел 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБА И ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

План

- 4.1. Ассортимент хлеба и хлебобулочных изделий.
- 4.2. Пищевая ценность хлебобулочных изделий.
- 4.3. Основное и вспомогательное сырье. Характеристика и подготовка.
- 4.4. Технологическая схема хлебопекарного производства.
- 4.5. Показатели качества хлеба и хлебобулочных изделий.

Хлеб, как считают ученые, появился на Земле свыше 15 тыс. лет назад. Впервые хлеб из теста стали выпекать египтяне, а 5 - 6 тыс. лет назад – греки и римляне. До наших дней в Риме сохранился 13-метровый памятник – монумент пекарю. В России с древних времен выпечка хлеба считалась почетным и ответственным делом. Во многих поселениях были хлебные избы для его приготовления.

Хлеб является важнейшим продуктом питания населения многих стран мира. Ежедневная норма потребления хлеба в разных странах составляет 150 - 500 г на 1 человека.

4.1. Ассортимент хлеба и хлебобулочных изделий

Современный ассортимент хлеба и хлебобулочных изделий насчитывает более 1000 наименований, как общего назначения, так и специального диетического.

Все виды делятся на группы [13]:

- *по виду муки* – на ржаной, пшеничный и из смеси ржаной и пшеничной муки;
- *по способу выпечки* – на формовой и подовый;
- *по форме изделий* – на батоны, булки, плетенки и др.;
- *по рецептуре* – на простой, улучшенный; с добавлением небольшого количества сахара или патоки, жира или пряностей и сдобный; с повышенным содержанием жира и сахара;
- *по назначению* – на обыкновенный и диетический.

Ржаной хлеб выпекают простым и улучшенным.

Хлеб простой получают из муки обдирной, обойной или их смеси (к этому виду относят: хлеб из обдирной муки, из обойной муки, Украинский, Орловский и др.).

Хлеб улучшенных сортов готовят из муки обойной, сеяной, применяя заварку части муки солодом, а в некоторые сорта добавляют сахар, тмин, анис, кориандр. К улучшенным сортам относят хлеб Бородинский, Заварной, Московский, Рижский и др.

Пшеничный хлеб вырабатывают простым, улучшенным и сдобным.

К простому относят хлеб из муки пшеничной обойной, высшего, 1 и 2-го сортов и из их смеси – (Забайкальский, Целинный, Бутербродный, и др.).

К *улучшенным* сортам относят хлеб: Горчишный, Чайный, Красносельский.

Булочные изделия (изделия массой менее 500 г) выпекают из муки пшеничной высшего, 1 и 2-го сортов. Это изделия в виде батонов, булок, булочек, плетеных изделий, калачей, булочной мелочи и др. В рецептуру этих изделий входят жир, сахар (не менее 7 %).

Батоны – это изделия продолговатой формы, с острыми, округленными или тупыми концами, с надрезами на поверхности, массой 200, 400, 500 г из простого или улучшенного теста. Ассортимент батонов: Простые, Нарезные, с изюмом, Городские, Столичные, Подмосковные и др.

Булки и булочки выпекают округлой или продолговатой формы массой 100 и 200 г. Ассортимент: Городские, Русские булки; булочки – Московские, с маком, с изюмом, с помадкой, школьные и др.

Сайки представляют собой разновидность булок, выпекаются на листах или формах по несколько штук, плотно посаженными друг к другу. Ассортимент: Простые, Горчишные, с изюмом.

Плетеные изделия готовят переплетением жгутов из крутого улучшенного пшеничного теста. Ассортимент: Плетенки с маком, Халы плетеные.

Калачи – старинные русские национальные изделия. Выпекают из простого теста, приготовленного из пшеничной муки высшего сорта массой 100 и 200 г. Форма у калача - в виде кольца, но одна половина жгута утолщена.

Сдобные изделия содержат 10 - 26 % сахара, 7 - 20 % жира, 0,8 - 16 % яиц, варенье, повидло, сахарную пудру. Различают сдобу обыкновенную, Выборгскую, простую и фигурную (детскую). [11]

Специальные сорта хлеба – лечебный и диетический.

Хлеб для диабетиков (больных сахарной болезнью) с пониженным содержанием углеводов: белково-пшеничный, белково-отрубной (основное сырье – отмытая сырая клейковина и пшеничная мука).

Изделия без добавления соли рекомендуют людям с болезнями почек и сердечно-сосудистой системы. Это *хлеб бессолевой* (ахлоридный), выпекаемый из пшеничной муки без соли на сыворотке.

Изделия с пониженной кислотностью рекомендуют при гастритах и язвенной болезни с повышенной кислотностью. Сырьем служит мука пшеничная 1-го сорта, иногда сахар. К таким изделиям относят булочки и сухари с пониженной кислотностью.

Изделия с добавлением фосфатидов и морской капусты предназначены для лиц с заболеваниями сердечно-сосудистой системы и пожилых людей. Это булочки с морской капустой, хлебцы с лецитином и морской капустой и др. Изделия, обогащенные йодом, рекомендуют для профилактического питания с заболеваниями щитовидной железы. Это хлеб пшеничный и ржаной с морской капустой, хлеб йодированный. Основным сырьем для их производства являются мука пшеничная 1 и 2-го сортов, ржаная обойная и обдирная, йодистый калий или порошок морской капусты

Национальные хлебобулочные изделия вырабатывают по специальной технологии в Средней Азии, Закавказье: лаваш, чурек, лепешки и др.

4.2. Пищевая ценность хлебобулочных изделий

Хлеб, приготовленный из различных сортов муки, содержит: 40 - 50 % влаги и 60 - 50 % сухого вещества, которое представлено:

- углеводами (около 45 %),
- белками (8 - 9 %),
- жирами,
- минеральными веществами,
- витаминами,
- органическими кислотами.

Энергетическая ценность хлеба пшеничного выше соответствующего сорта ржаного. С повышением сорта муки увеличивается количество выделяемой энергии. Сорта хлеба, где рецептурой предусмотрены добавки различных питательных веществ, характеризуются более высокой энергетической ценностью. [26]

Так, энергетическая ценность 100 г хлеба из муки пшеничной обойной равна 849 кДж, из муки пшеничной высшего сорта – 975, из муки ржаной сеяной – 895, хлеба улучшенного – до 1 100, сдобных изделий – до 1450 кДж. [10]

Пищевая ценность хлеба довольно высока и зависит от сорта муки и рецептуры теста. В среднем в хлебе содержится 5,5 - 9,5 % белков, 0,7 - 1,3 % – жиров, 1,4 - 2,5 % – минеральных веществ, 3,9 - 4,7 % – воды, 42 - 50 % – углеводов.

Содержание в хлебе пищевых веществ (белков, углеводов, жиров, витаминов и др.) зависит от вида, сорта муки и используемых добавок. Количество углеводов в наиболее распространенных сортах хлеба составляет 40,1 - 50,1 % (80 % приходится на крахмал), белка – 4,7 - 8,3, жира – 0,6 - 1,3, воды – 47,5 %. При внесении в хлеб различных обогатителей (жира, сахара, молока и др.) содержание вышеуказанных веществ увеличивается в зависимости от вида добавки.

Белки хлеба являются неполноценными, в них мало незаменимых аминокислот лизина и метионина. Поэтому при производстве хлеба повышают его белковую ценность путем обогащения молочными продуктами, белками бобовых и масличных культур (сои, подсолнечника) и пищевой рыбной мукой.

Чем выше выход муки, тем больше в муке содержание витаминов. За счет хлеба организм человека на 50 % удовлетворяет потребность в витаминах группы В: тиамине (В₁), рибофлавине (В₂) и никотиновой кислоте (РР).

В хлебе высокое содержание – фосфора, железа и магния, дефицитным является кальций.

Соотношение кальция и фосфора в хлебе равно 1:5,5, что намного превышает оптимальное (1:1,5) и снижает усвоение организмом хлеба. Высокоценным обогатителем в этом отношении являются молоко и молочные продукты, которые содержат кальций в наиболее легко усвояемой человеком форме. Содержание железа в хлебе тем ниже, чем выше сорт муки.

Усвояемость хлеба зависит во многом от его органолептических свойств – внешнего вида, структуры пористости, вкуса и аромата. Белки хлеба усваиваются на 70 - 87 %, углеводы – на 94 - 98 %, жиры – на 92 - 95 %. Чем ниже сорт муки, тем ниже усвояемость этих веществ. [26]

Высокая усвояемость веществ хлеба объясняется тем, что он имеет пористый, эластичный мякиш, в котором белки находятся в оптимальной степени денатурации, крахмал клейстеризован, сахар растворен, жиры эмульгированы, оболочечные частицы зерна сильно набухшие и размягченные. Такое состояние веществ и пористая структура мякиша делают их легкодоступными для действия ферментов пищеварительного тракта человека.

Приведенные выше сведения позволяют открывать проблемы сбалансированного питания человека и определять способы улучшения и повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий.

4.3. Подготовка сырья для производства хлебобулочных изделий

Основным сырьем для получения хлеба являются [11]:

- мука,
- дрожжи,
- вода и соль,

а в тесто для улучшенных изделий добавляют:

- сахар, патоку,
- молоко,
- жиры,
- белковые обогатители,
- молочную сыворотку,
- бобы сои,
- изюм,
- пряности и др.

Хранение и подготовка муки к производству.

Свежесмолотая мука не годится для выпечки хлеба, она образует расплывающееся тесто и хлеб получается плохого качества (малого объема, пониженного выхода и т. п.). Мука должна пройти созревание *в условиях, при которых ее хлебопекарные свойства улучшатся.*

Созревание пшеничной муки проводят в течение 1,5 - 2 мес. При этом меняется:

- влажность муки;
- цвет ее становится светлее в результате окисления каротиноидов;
- увеличивается кислотность.

Следствием возрастания кислотности являются глубокое изменение белков, укрепление структурно-механических свойств лейковины, уменьшение ее растяжимости и увеличение упругости.

Слабая непосредственно после помола клейковина при созревании приобретает свойства средней; средняя по силе становится сильной, а сильная – очень сильной.

Длительность созревания муки зависит от ее сорта, влажности и условий хранения.

Для ускорения созревания используют химические улучшители, а также пневматическое перемещение муки с помощью сжатого, нагретого, воздуха.

Созреванию подвергают только пшеничную муку; ржаная мука при этом свои хлебопекарные свойства не изменяет.

Существует два способа транспортирования и хранения муки на предприятиях: тарный, когда муку перевозят и хранят в мешках, и бестарный, когда муку перевозят в автомуковозах и хранят в бункерах.

Бестарный способ перевозки и хранения муки имеет ряд преимуществ перед тарным, так как позволяет механизировать и автоматизировать операции по разгрузке муки и управлять ими с пульта. Кроме того, при тарном способе хранения возникают дополнительные потери муки, связанные с ее распылом и остатками в опорожненных мешках.

В настоящее время используется бестарный способ хранения муки в емкостях различных конструкций и размеров, изготовленных из металла, монолитного или сборного железобетона.

В последние годы нашел применение открытый способ размещения установок для бестарного хранения муки вне зданий на территории хлебозаводов.

Склад бестарного хранения муки оборудуют установками для приема муки и ее внутризаводского транспортирования, автоматическими весами для учета поступающей на производство муки и просеивателями с магнитными уловителями.

Муку можно транспортировать на производство механическим, пневматическим или аэрозольным транспортом (с помощью сжатого воздуха по трубопроводам). На современных хлебопекарных предприятиях применяются установки для бестарного хранения муки с аэрозольтранспортом.

Перед подачей муки для приготовления теста производится ее подготовка:

- подсортировка (смешивание) отдельных партий
- просеивание
- магнитная очистка.

Обычно смешивают – муку со слабой клейковиной смешивают с сильной; муку, темнеющую в процессе переработки, – с нетемнеющей и т. д., на специальных машинах – мукосмесителях. [8]

Для просеивания муки с целью удаления случайных посторонних примесей применяют вибросита или просеиватели различных конструкций. Муку просеивают через сито из стальной сетки с ячейками определенного размера.

Для очистки муки от металломагнитных примесей в выходных каналах просеивающих машин устанавливают магнитные уловители.

Дрожжи. В хлебопечении применяют прессованные, сушеные и жидкие дрожжи и дрожжевое молоко.

Прессованные дрожжи представляют дрожжевые клетки. Влажность их 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 быстрота подъема теста, характеризующая способность дрожжей разрыхлять тесто. Хорошие дрожжи поднимают тесто за 60 - 65 мин.

Расход прессованных дрожжей для приготовления пшеничного теста составляет 0,5 - 3 % к массе муки и зависит от ряда факторов:

- подъемной силы дрожжей (чем она ниже, тем больше требуется дрожжей);
- длительности процесса брожения теста и способа его приготовления (чем больше длительность брожения, тем меньше расход дрожжей: для безопарного способа приготовления теста требуется 1,5-3 %, для опарного - 0,5-1 % дрожжей);
- количества сахара и жира, содержащихся в тесте (эти продукты угнетают жизнедеятельность дрожжей).

Подготовка прессованных дрожжей к производству состоит в освобождении их от упаковки, предварительном измельчении и приготовлении однородной массы (суспензии) в теплой воде температурой 30 - 35 °С.

Сушеные дрожжи получают из прессованных путем высушивания в определенных условиях до влажности 8 - 10 %.

Сушеные дрожжи могут храниться продолжительное время (при температуре не более 10 °С до 1 года).

В последнее время на хлебозаводах, расположенных недалеко от дрожжевых предприятий, применяется дрожжевое молоко. Дрожжевое молоко - это жидкая суспензия дрожжей в воде. Дрожжевые клетки в этом продукте находятся в активном биологическом состоянии. Дрожжевое молоко доставляют на завод в термоизолированных цистернах, где хранится в течение 1,5 - 2 сут. при температуре 6 - 10 °С.

Вода. Качество питьевой воды определяется ГОСТом. 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);
- от влажности муки (чем суше мука, тем больше воды она поглощает при замесе);
- от количества сахара и жира, добавляемых по рецептуре, которые как бы разжижают тесто (при внесении значительных количеств сахара и жира сокращают количество воды, добавляемой при замесе).

Соль. Качество поваренной соли также должно соответствовать ГОСТу. В рецептуру хлебобулочных изделий, за исключением диетических бессолевых

сорт, входит поваренная соль в количестве от 1 до 2,5 % к массе муки. Она улучшает вкус изделий, укрепляет клейковину теста. Состояние дрожжей в присутствии соли ухудшается, так как соль задерживает процессы спиртового и молочнокислого брожения в тесте.

В настоящее время применяют мокрый способ хранения соли, для этого в хранилище образуется раствор соли плотностью 1,16 - 1,2 кг/л. Перед подачей на производство раствор соли фильтруют и перекачивают в расходные баки.

Сахар-песок. В хлебопечении применяют сахар-песок и сахарную пудру. Сахар-песок добавляют в тесто при изготовлении булочных и сдобных изделий в количестве 2,5 - 30 % к массе муки. Сахарную пудру используют для отделки поверхности сдобных изделий.

Сахар-песок оказывает существенное влияние на качество теста и готового хлеба:

- разжижает тесто, поэтому надо делать поправку на количество вносимой воды;
- добавление в небольшом количестве (до 10 % к массе муки) ускоряет брожение теста, а при повышенной дозировке – угнетает.
- улучшает вкус, аромат, окраску хлеба,
- повышает его энергетическую ценность.

При подготовке к производству сахар-песок растворяют в воде в бачках с мешалками при температуре около 40 °С до концентрации раствора 55 %, а затем перекачивают в сборники. Возможно поступление сахара на завод в виде сахарного сиропа.

Жир. Жир вносят в тесто в количестве до 20 - 30 %. Для приготовления большинства изделий используется:

- маргарин,
- животное масло (для некоторых видов сдобных изделий),
- растительное (горчичное) масло - для горчичного хлеба и горчичных баранок;
- растительные масла применяются также при разделке теста, для смазки форм и листов.

Жиры при производстве хлебобулочных изделий:

- 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.

Жиры, применяемые в хлебопечении, должны быть безводными и хорошо эмульгироваться в воде, иметь пластичную структуру и невысокую температуру плавления.

Твердые жиры растапливают в бачках с водяной рубашкой и мешалкой. Температура маргарина при этом не должна превышать 40 - 45 °С, иначе

произойдет расслоение массы на жир и воду, что нарушит равномерное распределение жира в тесте.

Жир (растительное масло, маргарин) улучшит качество хлеба, если его вносить в тесто в виде предварительно приготовленной тонкодисперсной эмульсии с применением пищевого эмульгатора, например фосфатидного концентрата (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 позволит значительно улучшить качество хлеба, задерживая его черствение.

4.4. Технологическая схема хлебопекарного производства

Производство хлеба включает следующие основные стадии: *замес теста и других полуфабрикатов, брожение, деление теста на куски определённой массы, округление, предварительная расстойка, формование тестовых заготовок, окончательная расстойка, выпечка, определение готовности, охлаждение и хранение хлебных изделий.* [27]

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ТЕСТА.

Приготовление теста – это важнейший и наиболее длительный этап технологического процесса производства хлеба. Он включает следующие операции: дозирование сырья, замес полуфабрикатов и теста, брожение полуфабрикатов и теста, обминки.

Приготовление теста ведут в соответствии с технологическим планом, разработанным на хлебозаводе для каждого сорта изделия. В технологическом плане указываются характеристика оборудования, производственная рецептура, расчеты расхода сырья, показатели технологического процесса производства.

Тесто – это полуфабрикат хлебопекарного производства, полученный путем замеса из муки, воды, дрожжей, опары или закваски и дополнительного сырья в соответствии с рецептурой и технологическим режимом, служащий для приготовления хлебобулочных изделий.

К **полуфабрикатам хлебопекарного производства** относят все продукты, предшествующие готовым изделиям, т.е. нуждающиеся в дальнейшей обработке для превращения в готовые изделия. Это различные заварки, жидкие дрожжи, закваски (густые, жидкие), опары (густые, большие густые, жидкие), тесто. Кроме того, к полуфабрикатам хлебопекарного производства относят тестовые заготовки, отделочные полуфабрикаты, хлебную и сухарную крошку.

Рецептура хлеба. Перечень и соотношение отдельных видов сырья, употребляемого для производства определенного сорта хлеба, называется **рецептурой**. В рецептурах принято выражать количество всех компонентов в процентах к массе муки.

Замес теста. Это короткая технологическая операция. Длительность замеса для пшеничного теста составляет 7 - 8 мин, для ржаного – 5 - 7 мин.

Цель замеса – получить однородную массу теста с определенными структурно-механическими свойствами. По характеру замес может быть

периодическим и непрерывным, по степени механической обработки – **обычным и интенсивным**. Замес теста осуществляется на тестомесильных машинах.

Периодический замес – это замес порции теста за определенное время при однократном дозировании сырья.

Непрерывный замес – это замес теста при непрерывном дозировании определенных количеств в единицу времени (в минуту).

При замесе одновременно протекают физико-механические и коллоидные процессы.

Коллоидные процессы (*процессы набухания*) связаны с белками и крахмалом. Белки пшеничной муки, поглощая влагу, резко увеличиваются в объеме и образуют клейковинный каркас. Внутри него находятся набухшие зерна крахмала. В результате механического перемешивания массы происходит слипание частиц в сплошную массу, и приводит к образованию теста.

Тесто после замеса состоит из трех фаз: твердой, жидкой и газообразной. От соотношения этих фаз зависят свойства теста.

Пшеничное тесто эластичное, упругое, а ржаное – вязкое, пластичное.

В пшеничном тесте твердая фаза состоит из набухших нерастворимых в воде белков, зерен крахмала и частиц оболочек. Она преобладает над жидкой фазой, в состав которой входят водорастворимые вещества (сахар, соль, водорастворимые белки и др.). Газообразная фаза представлена пузырьками воздуха, захваченными тестом при замесе.

В ржаном тесте отсутствует клейковинный каркас, значительная часть белков (до 97 %) неограниченно набухает, превращаясь в жидкую фазу, в состав которой входят также слизи и большое количество декстринов, сахаров и других веществ.

Значительное содержание декстринов и сахаров в ржаном тесте связано с тем, что крахмал ржи очень легко и интенсивно расщепляется под действием ферментов, так как в ржаной муке нормального качества присутствуют α - и β -амилазы в отличие от пшеничной муки нормального качества, в которой находится только β -амилаза.

Твердая фаза ржаного теста состоит из небольшого количества ограниченно набухающих белков (2 - 3 %), крахмала и частиц отрубей.

Структурно-механические свойства ржаного теста зависят от повышения кислотности до 10 - 12°, это улучшает его структурно-механические свойства, делает тесто менее вязким за счет медленного разложения крахмала и снижения образования декстринов, придающих тесту липкие свойства.

Брожение теста. Брожение теста период с момента его замеса до деления на куски. Цель брожения:

- разрыхление теста,
- придание определенных структурно-механических свойств,
- накопление веществ, обуславливающих вкус и аромат хлеба, его окраску.

Брожение теста включает в себя микробиологические (спиртовое и молочнокислое брожение), коллоидные, физические и биохимические процессы.

Спиртовое брожение вызывается дрожжами, в результате которого сахара превращаются в спирт и диоксид углерода:



Дрожжи сбраживают сначала глюкозу и фруктозу, а затем сахарозу и мальтозу, которые предварительно превращаются в моносахариды.

Источником сахаров являются собственные сахара зерна, перешедшие в муку, но главную массу составляет мальтоза, образовавшаяся в тесте при расщеплении крахмала.

Скорость брожения зависит:

- от температуры,
- кислотности среды,
- качества дрожжей

Повышенное содержание соли, сахара, жира тормозит газообразование в тесте. Брожение ускоряется при добавлении в тесто амилолитических ферментных препаратов.

Молочнокислое брожение вызывается молочнокислыми бактериями, которые попадают в тесто из воздуха с мукой и расщепляют глюкозу до молочной кислоты.

Существует два вида молочнокислых бактерий: гомоферментативные, образующие молочную кислоту, и гетероферментативные, которые наряду с молочной кислотой вырабатывают другие кислоты (уксусную, янтарную, лимонную и пр.).

При снижении влажности и температуры теста гетероферментативные молочнокислые бактерии развиваются с большей скоростью, в результате резко возрастает кислотность теста и ухудшается вкус хлеба.

В пшеничном тесте преобладает спиртовое брожение, а в ржаном тесте - молочнокислое брожение.

В результате нарастания кислотности ускоряется набухание белков, замедляется разложение крахмала до декстринов и мальтозы, что крайне важно при переработке пшеничной муки из проросшего зерна и ржаной муки, так как позволяет получить тесто с оптимальными структурно-механическими свойствами. Кислотность теста является признаком его созревания, а кислотность хлеба – один из показателей его качества, включенный в стандарт.

Коллоидные процессы, начавшиеся на стадии замеса, продолжают в процессе брожения. В зависимости от свойств муки возможно ограниченное и неограниченное набухание белков. При ограниченном набухании белки только увеличиваются в размерах, а при неограниченном – меняется форма белковой молекулы.

У муки с сильной клейковиной почти до конца брожения происходит ограниченное набухание, при этом свойства теста улучшаются. У муки со слабой клейковиной наблюдается неограниченное набухание и тесто разжижается, поэтому продолжительность брожения теста из такой муки должна быть сокращена.

В результате физических процессов повышается температура теста на 1 - 2 °С и происходит увеличение его объема за счет насыщения углекислым газом.

Биохимические процессы, протекающие в тесте, влияют на микробиологические, коллоидные, физические превращения.

Суть биохимических процессов состоит в том, что под действием ферментов муки, дрожжей и микроорганизмов происходит изменение белков и крахмала.

При интенсивном разложении белков, особенно в слабой муке, тесто расплывается и хлеб получается неудовлетворительного качества. При расщеплении крахмала ферментами идет образование мальтозы (5 - 6 % к массе муки), которая расходуется на брожение теста и участвует в процессе выпечки, определяя вкус и аромат хлеба.

Интенсивность протекания всех рассмотренных процессов зависит от температуры. Оптимальная температура для:

- спиртового брожения в тесте около 35 °С,
- для молочнокислого – 35 - 40 °С.

Оптимальная температура брожения теста 26 - 32 °С.

Повышенную температуру можно рекомендовать для приготовления теста из сильной муки, тесто из слабой муки следует готовить при более низкой температуре.

Обминка теста. В процессе брожения тесто подвергается обминке, т. е. кратковременному повторному помесу в течение 1,5 - 2,5 мин. При этом происходит равномерное распределение пузырьков углекислого газа в массе теста, улучшается его качество, мякиш хлеба приобретает мелкую, тонкостенную и равномерную пористость.

Способы приготовления теста. Способ приготовления выбирают в зависимости от вида и сорта перерабатываемой муки, ее хлебопекарных свойств, применяемого оборудования.

Традиционными способами приготовления пшеничного теста является опарный и безопарный. [11]

При **безопарном** способе тесто замешивают в один прием сразу из всего сырья, предусмотренного рецептурой. Расход прессованных дрожжей от 2 до 2,5 %, длительность брожения от 2,5 до 4 час. В процессе брожения проводят 2-3 обминки, последнюю – за 30 - 40 мин до разделки теста. Перед последней обминкой проводят отсдобку теста (добавление жира, сахара, яиц в тесто в период брожения). Безопарным способом обычно готовят ситнички, московские калачи, московские булочки, рожки, рогалики, а также хлеб из пшеничной муки высшего и I сортов с низкой кислотностью.

Технологическая схема производства хлебобулочных изделий при безопарном (одностадийном) способе приготовления теста представлена на рис. 4.1. Эта схема включает 6 этапов.

Первый этап – состоит из следующих операций: прием, перемещение в складские помещения и емкости и последующее хранение всех видов сырья (основного и дополнительного).

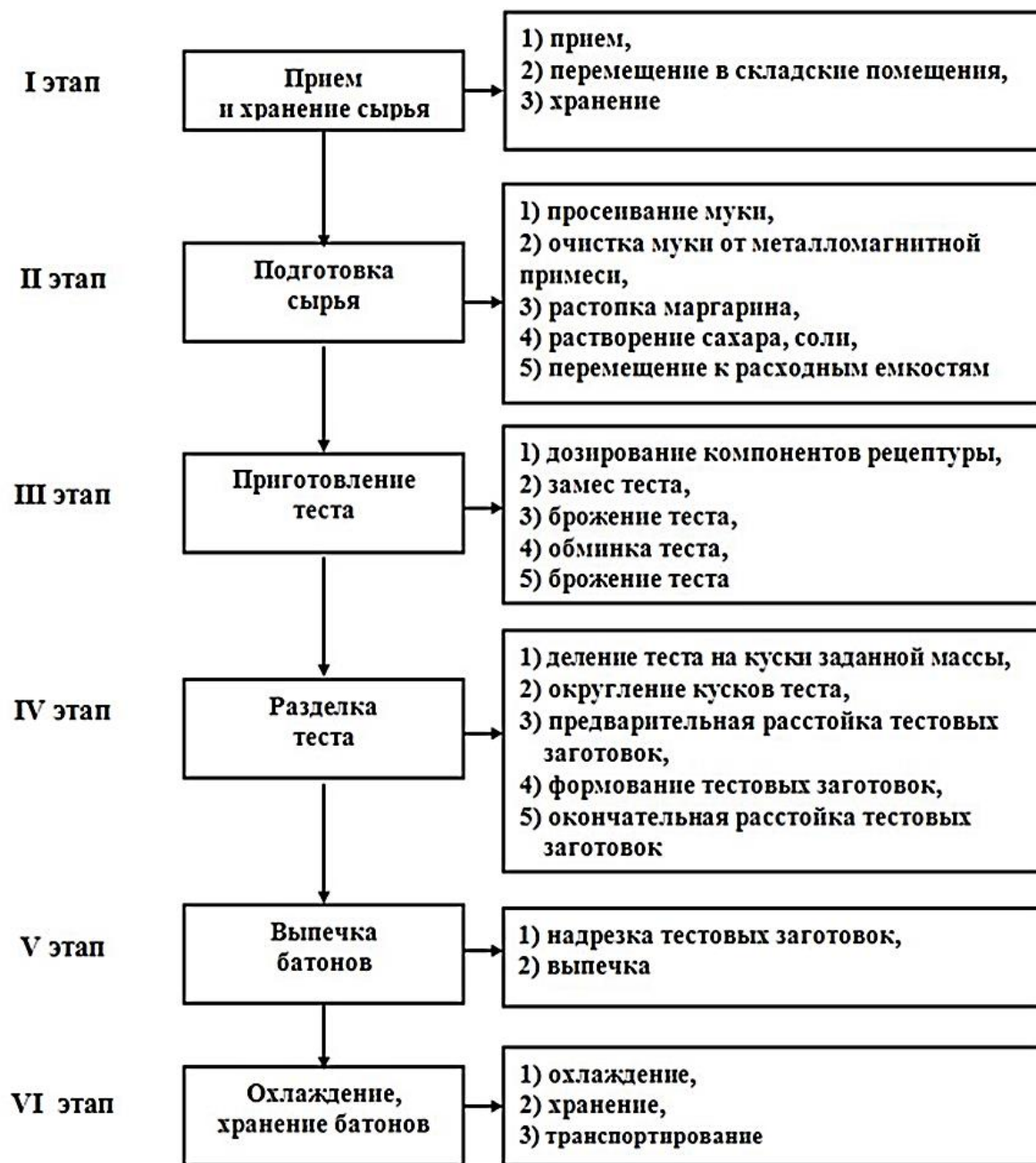


Рис. 4.1. Технологическая схема приготовления батонов нарезных при безопасном способе приготовления теста

Второй этап включает операции по подготовке сырья к пуску в производство: просеивание, смешивание, растворение, растапливание, фильтрование и др. Очищенная мука направляется в производственные бункеры для создания оперативного запаса. Дополнительное сырье перекачивается по трубопроводам в расходные емкости и оттуда поступает на замес теста.

Третий этап включает технологические операции по приготовлению теста: дозирование компонентов рецептуры, замес теста, брожение теста, обминка теста, брожение теста.

Четвертый этап – разделка теста – включает следующие технологические операции: деление теста на куски, округление кусков теста, предварительная расстойка тестовых заготовок, их формование и окончательная расстойка.

Пятый этап – выпечка – включает операции надрезки тестовых заготовок и выпечки. Надрезка тестовых заготовок осуществляется с целью придания изделиям специального вида.

Шестой этап включает охлаждение, хранение хлеба и транспортирование его в торговую сеть.

Приготовление пшеничного теста на опарах. 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. Тесто бродит 1 - 1,5 ч.

Опары могут быть *густыми, жидкими и большими густыми* и различаются количеством муки и воды, взятых для их приготовления. Для приготовления густой опары с содержанием влаги 45 - 48 % берут половину муки, 2/3 воды от их общего расхода на тесто и все количество дрожжей. Жидкие опары готовят с содержанием влаги 65 - 75 %, содержание муки в них 20 - 35 % ее расхода на тесто. При этом тесто готовят уже без воды, так как вся вода находится в опаре. Жидкие опары более транспортабельны, чем густые, их легко перекачивать по трубам с помощью насосов. Они легко дозируются, процесс их приготовления сравнительно легко регулируется (в жидкие опары можно добавлять различные улучшители, охлаждать или нагревать), в них более интенсивно протекает процесс созревания.

В последнее время тесто готовят преимущественно на большой густой опаре с содержанием влаги 41 - 44 % с сокращенной продолжительностью брожения перед разделкой. В этом случае опара должна быть сильной, зрелой, поэтому на ее замес берут 65 - 70 % муки. Продолжительность брожения 4 - 4,5 ч. Замешенное с добавлением всех компонентов тесто бродит 20 - 25 мин (иногда до 40 мин). Преимуществом такого варианта является сокращенный цикл приготовления теста.

Опарный способ приготовления теста более длительный, чем безопарный, но он получил большее распространение, так как в результате более глубокого протекания процессов созревания теста качество хлеба выше (лучше вкус, аромат, пористость). Он требует меньшего расхода дрожжей и обладает технологической гибкостью, позволяющей лучше учитывать хлебопекарные свойства муки.

Приготовление пшеничного теста на заквасках. В последние годы распространение получил способ приготовления пшеничного теста на концентрированных молочнокислых заквасках (КМКЗ).

Закваска – это полуфабрикат, содержащий молочнокислые бактерии (гомоферментативные или истинные, которые вырабатывают только молочную кислоту и гетероферментативные или неистинные, которые, кроме молочной, вырабатывают уксусную и другие кислоты, а также углекислый газ).

Приготовление закваски состоит из разводочного и производственного циклов (рис. 4.2).

Разводочный цикл – это приготовление новой закваски. Он применяется, если качество имеющихся производственных заквасок ухудшается. Новую закваску готовят в четыре фазы. На начальном этапе смешивают муку, воду и чистые культуры молочнокислых бактерий. На последующих фазах к готовой закваске предыдущего приготовления добавляют питательную смесь из муки и воды. Оптимальная температура для приготовления КМКЗ 38 - 41 °С, конечная кислотность 14 - 18 град. После накопления необходимого количества производственной закваски часть ее используют на возобновление, а остальную на замес теста.

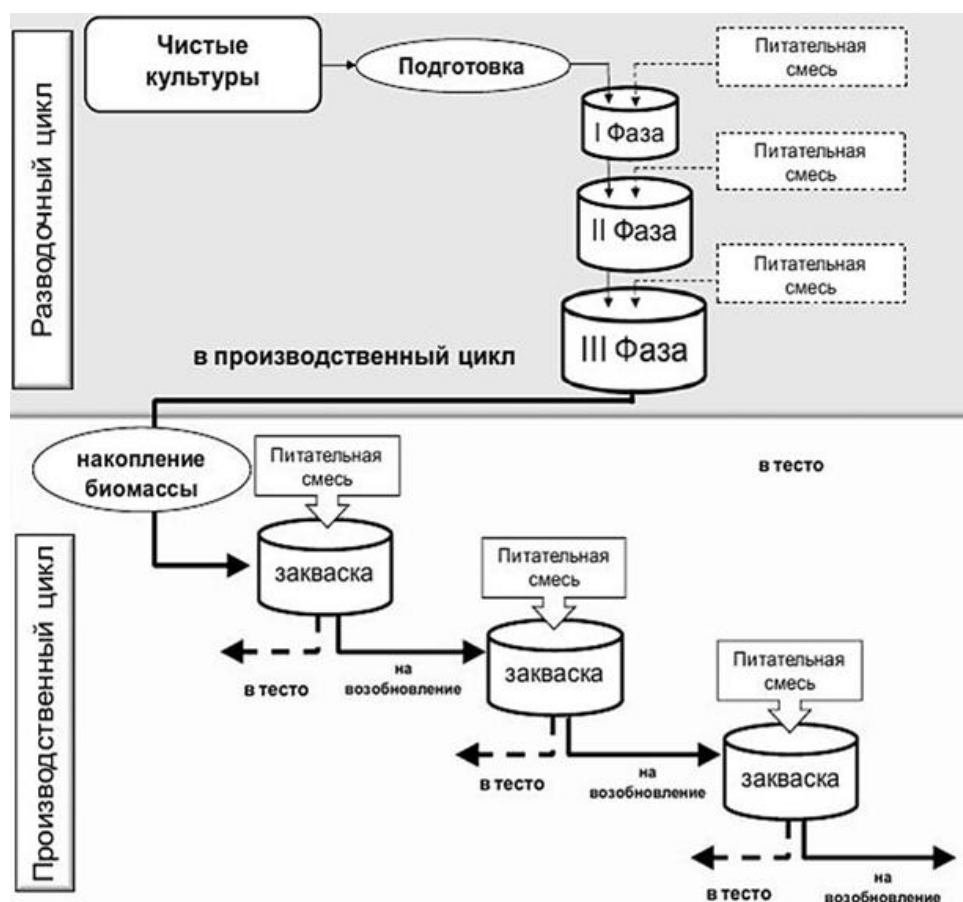


Рис. 4.2. Схема разводочного и производственного циклов приготовления закваски

Введение КМКЗ при замесе теста обеспечивает повышение кислотности теста до уровня, способствующего быстрому протеканию коллоидных и биохимических процессов, а также активации жизнедеятельности дрожжей. Наличие предшественников вкуса и аромата в закваске позволяет получить хлеб высокого качества при сокращенной продолжительности брожения теста.

С КМКЗ в тесто вносят от 3 до 5 % муки от общего ее количества в тесте, добавляют увеличенное количество дрожжей. Продолжительность брожения теста составляет 40 - 90 мин.

Способы приготовления ржаного теста. Приготовление ржаного теста существенно отличается от приготовления пшеничного. Ржаное тесто менее эластично и менее упруго, так как в нем нет губчатого клейковинного каркаса, свойственного пшеничному. Кроме того, ржаная мука содержит в своем составе α - и β -амилазу (пшеничная из нормального зерна только β -амилазу).

Действие этих ферментов, особенно при выпечке хлеба, влияет на качество готового продукта. В начальный период выпечки действуют оба фермента. Декстрины, образующиеся за счет действия α -амилазы на крахмал, в тесте не накапливаются, так как расщепляются β -амилазой до мальтозы.

В дальнейшем по мере увеличения температуры в пекарной камере β -амилаза при 82 - 84 °С инактивируется, а α -амилаза продолжает действовать, оставаясь активной до конца выпечки. Температура ее инактивации составляет около 130 °С, в то время как температура мякиша хлеба при выпечке не превышает 95 - 97 °С. Следовательно, в температурном интервале от 82 - 84 °С до 95 - 97 °С за счет действия α -амилазы в хлебе идет процесс интенсивного накопления декстринов, придающих мякишу липкие свойства и ухудшающих качество хлеба. Для инактивации α -амилазы увеличивают кислотность теста. С этой целью ржаное тесто готовят только на закваске.

Закваска – это полуфабрикат из муки и воды, содержащий истинные и неистинные молочнокислые бактерии (истинные молочнокислые бактерии вырабатывают только молочную кислоту, а неистинные наряду с молочной кислотой вырабатывают уксусную, янтарную и другие кислоты, а также углекислый газ). Кроме того, ржаная закваска (в отличие от пшеничной) содержит дрожжевые клетки.

Ржаная закваска так же, как и пшеничная, готовится по двум циклам: разводочному и производственному. В разводочном цикле закваску готовят в три фазы. В первой фазе в смесь муки и воды вносят чистые культуры молочнокислых бактерий и дрожжей. В последующих фазах в готовую закваску вносят дополнительное питание, состоящее из муки и воды. При этом увеличивается их масса и происходит накопление в мучной среде молочнокислых бактерий и дрожжей. Общая продолжительность разводочной фазы 12 - 14 ч, температура брожения заквасок 26 - 28 °С. По разводочному циклу закваску готовят 1-2 раза в год по установленному на каждом предприятии графику или по мере необходимости при ухудшении подъемной силы, замедления кислотообразования, изменения вкуса и запаха.

В зависимости от содержания влаги закваски могут быть *густыми* или *жидкими*, содержащими соответственно 50 и 70 - 80 % влаги. На каждую дрожжевую клетку приходится 50 - 60 молочнокислых бактерий в густых и до 30 в жидких заквасках.

В производственном цикле готовые закваски делятся на 2-3 равные части. Одну или две части расходуют на приготовление теста и одну часть на возобновление новой порции закваски. При приготовлении новой порции закваски в нее добавляют часть готовой закваски, муку и воду.

Продолжительность брожения закваски 3 - 4 ч до достижения кислотности 11 - 16 град. Продолжительность брожения теста зависит от количества муки, вносимой с закваской, и может колебаться от 30 до 120 мин.

При приготовлении теста в закваску добавляют муку, воду, соль и другие компоненты, брожение длится в течение 1 - 1,5 ч при температуре 28 - 30 °С до кислотности 9 - 12 град. Используя производственный цикл, хлебозавод может работать месяцами.

РАЗДЕЛКА ТЕСТА.

Разделка теста осуществляется с целью получения тестовых заготовок заданной массы, имеющих оптимальные органолептические и структурно-механические свойства для выпечки. В зависимости от сорта муки и вида изделий разделка включает различные технологические операции.

Разделка теста для булочных изделий из *пшеничной муки* включает следующие операции: деление теста на куски заданной массы, округление кусков теста, предварительная расстойка тестовых заготовок, формование тестовых заготовок, окончательная расстойка тестовых заготовок.

Разделка теста для *формовых сортов хлеба* из пшеничной и ржаной муки, а также из их смеси включает следующие операции: деление теста на куски и укладка их в формы, окончательная расстойка тестовых заготовок.

Разделка теста для *подовых сортов* пшеничного и ржаного хлеба включает следующие операции: деление теста на куски, округление кусков теста, окончательная расстойка тестовых заготовок.

Разделка теста *в пекарнях малой мощности* имеет свои особенности, связанные с тем, что брожение теста (созревание) происходит не в массе теста, а в кусках. Поэтому предварительная расстойка осуществляется, как правило, при выработке всех видов изделий.

Разделку теста осуществляют на специальном оборудовании - на тестоделительных, тестоокруглительных и тестоформирующих машинах, транспортерных лентах, в шкафах для предварительной и окончательной расстойки. На предприятиях малой мощности допускается ручное деление и формование тестовых заготовок.

Деление теста на куски. Деление теста на куски осуществляется на тестоделительных машинах с целью получения кусков заданной массы. Выброженное тесто поступает в бункер над воронкой тестоделительной машины, который должен вмещать запас теста на 30 - 40 мин работы. С помощью шибера в нижнем отверстии тестоспуска регулируют поступление теста в воронку тестоделительной машины, где уровень теста должен быть постоянным.

Из воронки делителя тесто попадает в его рабочую камеру, затем нагнетается особым устройством в мерники, откуда выталкивается в виде отдельных кусков равного объема и массы.

Масса кусков теста, полученных в процессе деления, должна обеспечивать стандартную массу готовых изделий, установленную с допустимыми отклонениями. В среднем масса куска должна быть больше массы остывшего изделия, так как в процессе выпечки и хранения масса тестовой заготовки и хлеба уменьшается. Уменьшение массы тестовой заготовки при выпечке (упек)

колеблется в пределах 6 - 14% от массы заготовки. Уменьшение массы выпеченного хлеба при остывании и дальнейшем хранении (усушка) составляет от 2 до 4 % от массы готового хлеба.

Плотность теста, попадающего в мерники, может колебаться в зависимости от его влажности, степени разрыхления, уровня теста в воронке и других причин. Все это влияет на массу заготовки. Более равномерную плотность имеет тесто, содержащее меньше диоксида углерода.

Точность деления теста имеет большое технологическое значение. Если средняя масса изделия окажется больше стандартной, то предприятие понесет убытки, так как из 100 кг муки сможет выработать меньшее количество хлеба. Если масса изделия ниже стандартной, то изделие бракуют, как не соответствующее требованиям ГОСТ. Допускается отклонения в сторону увеличения массы штучного крупного (более 200 г) изделия не более 3 % для одного и 2,5 % для 10 шт. изделий от заданной величины.

Тестоделительная машина должна обеспечивать более высокую точность деления, чем допустимые отклонения для готовой продукции, а именно: $\pm 1,0 - 1,5$ %, так как при выпечке вследствие различных величин упека диапазон колебаний массы изделий возрастает. Помимо товарно-потребительского значения точность деления теста на куски играет определенную технологическую роль. Значительно различающиеся по массе куски теста будут растаиваться и выпекаться с различной скоростью, что отрицательно отражается на качестве хлеба.

Округление кусков теста. Округление кусков теста, т.е. придание им шарообразной формы, обычно осуществляется сразу после деления теста на куски. Эта операция при выпечке круглых подовых изделий является операцией окончательного формования кусков теста, после которой они поступают на окончательную и в данном случае единственную расстойку. Так обстоит дело при производстве круглых булочек и круглого подового хлеба.

При производстве многих видов изделий из пшеничной муки высшего, первого и второго сортов (батонов, булок, плетеных и витых изделий, розанчиков, рожков, подковок и т.п.) округление является лишь первой, промежуточной стадией формования изделия, за которой следует промежуточная, или предварительная, расстойка округленных кусков теста.

В этом случае операция округления (при ручном осуществлении носящая название подкатки) имеет цель улучшение структуры теста, способствующее получению изделий с более мелкой и равномерной пористостью мякиша.

В процессе разделки булочных, а также сдобных изделий целесообразно предусмотреть **предварительную расстойку** тестовых заготовок непосредственно после их округления перед операцией окончательного формования.

В результате механических воздействий, оказываемых на тесто в процессе деления на куски и последующего их округления, в кусках теста возникают внутренние напряжения и частично разрушается клейковинный каркас. При предварительной расстойке внутренние напряжения рассасываются (явление

релаксации), разрушенные звенья структуры теста частично восстанавливаются (явление тиксотропии).

При расстойке улучшаются физические свойства и структура теста. Предварительную расстойку в зависимости от вида изделий производят в течение 5 - 20 мин. Предварительная расстойка осуществляется обычно на ленточных транспортерах, проложенных вдоль шкафов окончательной расстойки на уровне 2,5 - 3 м от пола цеха, или в специальных шкафах. Для этой стадии технологического процесса не нужно создавать особых температурных условий.

Формование изделий осуществляется на формующих и закаточных машинах сразу после предварительной расстойки. Изделиям придается форма, свойственная данному сорту хлеба. Вид изделия определяет способ формования: цилиндр с тупыми округлениями по концам для батонов и с заостренными концами для городских булок, жгутики для плетения хал и т.п. Тестовые заготовки для формового хлеба не требуют специальной операции формования. Их просто укладывают в металлические формы определенной конфигурации и размеров.

Окончательная расстойка необходима в связи с тем, что при формовании из тестовых заготовок почти полностью вытесняется углекислый газ, нарушается структура теста. Для получения хлеба с хорошей пористостью и большим объемным выходом необходимо, чтобы тестовые заготовки «подошли», т.е. увеличились в объеме и приобрели равномерную пористую структуру. Для этого тестовые заготовки и подвергаются перед выпечкой окончательной расстойке. Для изделий из пшеничной муки это вторая расстойка после предварительной, а для изделий из ржаной муки - первая и окончательная.

В отличие от предварительной расстойки, которая проводится при температуре и относительной влажности воздуха, поддерживаемой в цехе, окончательная расстойка осуществляется в специальных расстойных шкафах при температуре 35 - 40 °С и относительной влажности воздуха 75 - 85 %. Весьма важно, чтобы изделия при расстойке не обдувались воздухом во избежание заветривания заготовок теста и образования уплотненной корки. Появление корочки нежелательно, так как она будет сдерживать увеличение объема изделий при расстойке и в начальный период выпечки и вызывает образование на поверхности готовых изделий подрывов и трещин.

Окончание расстойки обычно устанавливают по внешнему виду и объему кусков. Длительность расстойки колеблется в широком диапазоне – от 25 до 120 мин. Она зависит от массы кусков и рецептуры теста. Чем меньше масса куска, тем длительнее расстойка. Сдобное тесто расстаивается более длительное время, чем несдобное. Повышение температуры и относительной влажности воздуха (не более 45 % и 90 % соответственно) сокращает длительность расстойки на 20 - 30 %. Нежелательна недостаточная и избыточная расстойка.

ВЫПЕЧКА ХЛЕБА.

Заключительным звеном приготовления хлеба является выпечка. Это процесс прогрева расстойавшихся заготовок, при которых происходит переход их

из состояния теста в состояние хлеба. Она осуществляется в хлебопекарных печах различной конструкции. [8] В промышленности применяются печи с тупиковыми и сквозными (тоннельными) хлебопекарными камерами.

В процессе выпечки происходят следующие изменения с тестовой заготовкой:

- прогрев;
- образование корки и мякиша;
- формирование вкуса и аромата;
- увеличение объема;
- уменьшение массы.

Все эти изменения, превращающие тестовую заготовку в готовый хлеб, происходят в результате теплофизических, микробиологических, биохимических и коллоидных процессов, протекающих одновременно при помещении тестовой заготовки в среду пекарной камеры.

Процессы, протекающие в тестовой заготовке при выпечке. Все изменения, превращающие тестовую заготовку в готовый хлеб, происходят в результате прогревания тестовой заготовки.

Прогревание теста-хлеба при выпечке. Хлебные изделия выпекают в пекарной камере хлебопекарных печей при температуре паровоздушной среды 200 - 280 °С. Для выпечки 1 кг хлеба требуется около 300 - 550 кДж. Эта теплота расходуется на прогревание тестовой заготовки до температуры около 180 °С на поверхности корки и около 96 - 97 °С в центре мякиша и на испарение влаги из нее. Теплота передается тестовой заготовке излучением от раскаленных стенок и сводов пекарной камеры (80 - 85 %), прямой теплопроводностью (кондукцией) от горячего пода и конвекцией от движущихся потоков паровоздушной смеси в пекарной камере (15 - 20 %). [8]

Тестовые заготовки прогреваются постепенно, начиная с поверхности, поэтому все процессы, характерные для выпечки хлеба, происходят не одновременно во всей его массе, а послойно, сначала в наружных, а потом во внутренних слоях. При прогревании слоя до температуры выше 100 °С он превращается в корку. Температура слоя на границе между коркой и мякишем всегда равна 100 °С, и именно в этом слое происходит испарение влаги. Если слой перегревается до температуры выше 100 °С, то он превращается в очередной слой, формирующий корку.

Быстрота прогревания тестовой заготовки, а, следовательно, и продолжительность выпечки зависят от ряда факторов: температуры среды пекарной камеры, массы и формы тестовых заготовок, влажности среды пекарной камеры.

При повышении температуры в пекарной камере (в известных пределах) ускоряется прогревание заготовок и сокращается продолжительность выпечки.

Тесто высокой влажности и пористости прогревается быстрее, чем плотное тесто с низкой влажностью. Тестовые заготовки значительной толщины и массы при прочих равных условиях прогреваются более длительное время. Формовой

хлеб выпекается медленнее, чем подовый. Плотная посадка тестовых заготовок на под печи замедляет выпечку изделий.

Образование корки. Образование твердой хлебной корки происходит в результате обезвоживания наружных слоев тестовой заготовки. Твердая корка прекращает прирост объема теста и хлеба, поэтому корка должна образовываться не сразу, а через 6 - 8 мин после начала выпечки, когда максимальный объем заготовки будет уже достигнут. В первую зону пекарной камеры подают пар, конденсация которого на поверхности заготовок задерживает обезвоживание верхнего слоя и образование корки. Однако через несколько минут верхний слой, прогреваясь до температуры 100 °С, начинает быстро терять влагу и при температуре 110 - 112 °С превращается в тонкую корку, которая затем постепенно утолщается. В дальнейшем до окончания выпечки температура поверхности изделия будет непрерывно возрастать.

Содержание влаги в мякише горячего хлеба на 1,5 - 2,5 % выше содержания влаги в тесте.

Обезвоженная корка прогревается в процессе выпечки от 160 до 180 °С. Выше этой температуры корка не нагревается, так как подводимая к ней теплота расходуется на испарение влаги, перегрев полученного пара, а также на образование мякиша.

Температура в центре мякиша поднимается до 95 - 97 °С. Выше этой температуры мякиш не прогревается из-за его высокой влажности. К концу выпечки масса готового изделия уменьшается, по сравнению с исходной массой заготовки на величину потерь в основном влаги (упек).

Корка образуется в результате прогрева тестовой заготовки и изменений крахмала и белка при нагревании. В первые минуты выпечки в результате конденсации пара крахмал на поверхности заготовки клейстеризуется, переходя частично в растворимый крахмал и декстрины. Жидкая масса растворимого крахмала и декстринов заполняет поры на поверхности заготовки, сглаживает мелкие неровности и после обезвоживания придает корке блеск и глянец.

Денатурация белковых веществ на поверхности изделия происходит при температуре 70 - 90 °С. Денатурация белков, наряду с обезвоживанием верхнего слоя, способствует образованию плотной неэластичной корки.

Специфическая окраска корки в основном обусловлена образованием в ней темноокрашенных продуктов окислительно-восстановительного взаимодействия несброженных восстанавливающих сахаров и продуктов протеолиза белков. Эта реакция называется реакцией меланоидинообразования, а конечные продукты этой реакции носят название меланоидинов. Промежуточные и побочные продукты этой реакции (альдегиды, кетоны, эфиры и др.) принимают непосредственное участие в формировании вкуса и аромата хлеба.

Для нормальной окраски корки в тестовой заготовке (к моменту выпечки) должно быть не менее 2 - 3 % сахаров к массе муки. Вещества, формирующие вкус и аромат хлеба, из корки проникают в мякиш, улучшая вкусовые свойства изделия. Если указанные выше процессы происходят должным образом, то корка выпеченного хлеба получается гладкой, блестящей, равномерно окрашенной в

светло-коричневый цвет. Чем меньше масса изделия, чем длительнее процесс выпечки, тем выше процентное содержание корки. Чем выше процентное содержание корки, тем более вкусным и ароматным будет хлеб.

Образование мякиша. Основную роль в образовании мякиша хлеба играют **коллоидные** процессы, протекающие при прогревании тестовой заготовки и связанные главным образом с изменением состояния крахмала и белковых веществ. Эти изменения происходят почти одновременно. Крахмальные зерна при температуре 55 - 60 °С и выше клейстеризуются, т. е. переходят из кристаллического состояния в аморфное. В зернах крахмала образуются трещины, в которые проникает влага, отчего они значительно увеличиваются в объеме. При клейстеризации крахмал поглощает как свободную влагу теста, так и влагу, выделенную белками, поэтому свободной влаги в тесте уже не остается и мякиш хлеба становится сухим и нелипким на ощупь.

Клейстеризация крахмала из-за недостатка влаги идет медленно и заканчивается только при нагревании центрального слоя теста-хлеба до температуры 96 - 98 °С.

При выпечке ржаного хлеба клейстеризация крахмала начинается при более низкой температуре. Однако протекание ферментативного и кислотного гидролиза некоторого количества крахмала увеличивает содержание декстринов и сахаров в тесте-хлебе и придает липкость и заминаемость мякишу ржаного хлеба.

Изменение состояния белковых веществ начинается при прогреве тестовой заготовки до температуры 50 - 75 °С и заканчивается при температуре около 90 °С. Белковые вещества в процессе выпечки подвергаются тепловой денатурации. При этом они уплотняются и выделяют влагу, поглощенную ими при образовании теста. Денатурированные белки фиксируют (закрепляют) пористую структуру мякиша и форму изделия. В изделии образуется белковый каркас, в который вкраплены зерна набухшего крахмала. После тепловой денатурации белков в наружных слоях изделия прекращается прирост объема заготовки.

Практически образование мякиша с оптимальными структурно-механическими свойствами завершается при температуре близкой к 100 °С.

Объективным показателем готовности хлеба является температура в центре мякиша, которая в конце выпечки должна составить 96 - 97 °С.

Увеличение объема изделий. Объем выпеченного изделия на 10 - 30 % больше объема тестовой заготовки перед посадкой ее в печь.

Увеличение объема происходит главным образом в первые минуты выпечки в результате спиртового брожения и образования этилового спирта и диоксида углерода, перехода спирта в парообразное состояние при температуре 79 °С, а также теплового расширения паров спирта и газов в тестовой заготовке. Увеличение объема тестовой заготовки улучшает внешний вид, пористость и усвояемость изделия.

Степень увеличения объема выпекаемого хлеба зависит от состояния теста, способа посадки заготовок на под печи, режима выпечки и других факторов. Достаточно высокая температура пода в первой зоне печи (около

200 °С) вызывает интенсивное образование паров и газов в нижних слоях теста. Пары, устремляясь вверх, увеличивают объем заготовки.

Корка в процессе выпечки очень быстро теряет способность к растяжению, поэтому именно корка является препятствием для дальнейшего увеличения объема заготовки. Хорошее увлажнение в первой зоне задерживает образование твердой корки и способствует приросту объема хлеба.

Режимы выпечки. Режим выпечки зависит от сорта хлеба, вида и массы изделия, качества теста, свойств муки, а также от конструкции печи. Решающим фактором является масса тестовой заготовки. Продолжительность выпечки колеблется от 8 - 12 мин для мелкоштучных изделий и до 1 ч для ржаного хлеба массой 1 кг.

Для большинства пшеничных и ржаных изделий режим выпечки включает три периода:

- в первый период выпечка протекает при высокой относительной влажности (до 80 %) и сравнительно низкой температуре паровоздушной среды пекарной камеры (110 - 120 °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 – этим термином называют потери массы тестовой заготовки при выпечке. Количественно упек ($M_{уп}$) выражают как разность между массой тестовой заготовки и горячим хлебом в процентах к массе тестовой заготовки.

$$M_{уп} = 100 \cdot (M_{ТЗ} - M_{ГХ}) / M_{ТЗ}, \% \quad (4.1)$$

где $M_{ТЗ}$ – масса тестовой заготовки, кг;

$M_{ГХ}$ – масса горячего хлеба, кг.

Основной причиной уменьшения массы теста-хлеба при выпечке является испарение влаги при образовании корки. В незначительной степени (на 5 - 8 %). Упек обусловлен удалением из тестовой заготовки спирта, диоксида углерода, летучих кислот и других летучих веществ.

Величина упека для разных видов хлебных изделий находится в пределах 6 - 14 % и зависит от формы и массы тестовой заготовки, а также от способа выпечки изделия (в формах или на поду). Чем меньше масса изделия, тем больше его упек (при прочих равных условиях), так как упек происходит за счет обезвоживания корок, а удельное содержание корок у мелкоштучных изделий выше, чем у изделий большой массы. [30]

Формовые изделия имеют меньший упек, так как боковые и нижняя корки формового хлеба тонкие и влажные. Все корки подового хлеба, особенно нижняя, сравнительно толстые, с низкой влажностью.

Упек одного и того же вида изделия в разных печах может быть различен в зависимости от режима выпечки и конструкции печи.

Применение увлажнения в начальный период выпечки снижает величину упека. Упек – наибольшая технологическая затрата в процессе производства хлебных изделий, поэтому упек систематически контролируют в каждой печи.

ХРАНЕНИЕ ХЛЕБА.

После выпечки хлеб направляют в хлебохранилище для охлаждения, а затем в экспедицию для отправки в торговую сеть. В остывочном отделении осуществляется учет выработанной продукции, сортировка и органолептическая оценка. Перед отпуском в торговую сеть каждая партия изделий подвергается обязательному просмотру бракером. После выпечки хлеб и хлебобулочные изделия помещаются для остывания на лотки, укладывание производится в один ряд на боковую или нижнюю корки.

Для укладки изделий большей массы используются трехбортные лотки с решетчатым дном, а для мелкоштучных булочных и сдобных изделий – четырехбортные со сплошным дном. В настоящее время широко применяют пластмассовые лотки. Они достаточно легкие и хорошо поддаются санитарной обработке.

Формовой хлеб в лотки укладывают в один или два ряда на боковую или нижнюю сторону; подовый хлеб, булки, батоны, халы в лотки укладывают в один ряд на нижнюю сторону или ребро с уклоном к боковой стенке; мелкоштучные булочные изделия массой до 200 г и сдобные изделия укладывают на лотки в 1-2 ряда на нижнюю сторону, а изделия с отделкой на верхней корке - в один ряд.

Лотки с изделиями помещают на передвижные вагонетки или контейнеры закрытого или открытого типа, которые по мере необходимости вывозят вручную на погрузочную площадку.

Сроки хранения хлеба на предприятиях исчисляются с момента выхода хлеба из печи до момента доставки. Сроки хранения упакованных изделий на предприятии исчисляются с момента упаковывания.

Максимально допустимый срок выдержки на предприятии: хлеба из муки ржаной обойной, ржано-пшеничной, ржаной обдирной составляет 14 ч, а срок реализации их в торговле 36 ч. Максимально допустимый срок выдержки на предприятии: хлеба из муки пшеничной обойной, пшенично-ржаной обойной составляет 14 ч, а срок реализации их в торговле 24 ч. Максимально допустимые сроки выдержки и реализации хлебобулочных изделий представлены в специальных сборниках. Хлеб, хранившийся на предприятии или в магазине свыше установленных сроков, считается браком и подлежит переработке в виде хлебной крошки хлеба в магазин.

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*.

Количественно усушка (M_{yc}) выражают как разность между массой горячего хлеба в процентах к массе остывшего хлеба.

$$M_{yc} = 100 \cdot (M_{ГХ} - M_{ОХ}) / M_{ГХ}, \% \quad (4.2)$$

где $M_{ГХ}$ – масса горячего хлеба, кг;
 $M_{ОХ}$ – масса остывшего хлеба, кг.

Усушка начинается сразу после выхода хлеба из печи и сопровождается снижением влажности и массы хлеба. Влажность корки после выпечки практически равна нулю, через 3 - 4 час корка увлажняется до 14 - 16 %. В процессе хранения корка и прикорковый слой значительно высыхают и твердеют. Влажность центральных слоев мякиша изменяется в меньшей степени.

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 хлеба.

При хранении в результате физико-химических процессов, связанных с изменением структуры клейстеризованного крахмала, **хлеб черствеет**.

Клейстеризованный во время выпечки крахмал с течением времени стареет – выделяет поглощенную им влагу и переходит в прежнее состояние, свойственное крахмалу муки. Крахмальные зерна при этом уплотняются и значительно уменьшаются в объеме, между ними образуются воздушные прослойки. Полностью предотвратить черствение хлеба не удастся, но известны приемы его замедления, например, глубокое замораживание (от минус 18 до минус 30 °С) и последующее хранение в таком виде; завертывание хлеба во влагонепроницаемую обертку; добавление молока, сыворотки, сахара, жира и других компонентов; интенсивный замес теста и длительная выпечка хлеба. Эффективным способом сохранения свежести хлеба является упаковка его в целлофан, пара-финированную бумагу, лакированный целлофан и др.

Хлеб подвержен **болезням**. [30] Средством предотвращения подобных болезней хлеба являются в первом случае содержание хлебохранилищ в надлежащих санитарно-гигиенических условиях, а во втором – применение различных технологических приемов, тормозящих развитие картофельной палочки, в частности повышение кислотности полуфабрикатов.

Хлебохранилища должны быть чистыми и светлыми, в них нельзя хранить другие продукты и материалы. В холодное время года рекомендуется поддерживать в них температуру 10 °С, а при наличии специальных охладителей хлеба – 15 °С.

Доставка хлеба в торговую сеть осуществляется в течение суток и более интенсивно в часы торговли. Хлеб доставляется в магазины в кузовах автомашин вместимостью 0,5 - 2,5 т.

Транспорт для перевозки хлеба должен иметь санитарный паспорт. Кузов ежедневно очищают и не реже одного раза в пять дней дезинфицируют 2 %-м раствором щелочи. Лотки после перевозки хлеба моют горячим щелочным раствором и затем чистой водой.

Технологическая схема производства бараночных изделий.

Характеристика стадий

Бараночные изделия готовят из крутого теста, имеющего соответствующую относительно низкую влажность. Тесто для сушек имеет, например, влажность от 33 до 33,5 %.

Технологический процесс приготовления бараночных изделий состоит из следующих операций: *приготовление теста; отлежка теста; натирка; формование заготовок; расстойка; обварка или ошпарка тестовых колец; выпечка и упаковка готовых изделий.*

На современных предприятиях все эти операции механизированы.

Тесто для бараночных изделий готовят или на специальной, непрерывно возобновляемой закваске («притворе»), на опаре с применением прессованных дрожжей или ускоренным способом на концентрированной молочнокислой закваске. Ввиду малого содержания воды процесс приготовления теста состоит из двух операций: замеса в тестомесильной машине, конструктивно рассчитанной на замес крутого теста, и дополнительной механической обработки на натирочной машине с целью обеспечения однородности структуры и свойств теста.

Натирка теста заключается в механической обработке теста после его замеса. Кусок теста пропускают 3-4 раза через рифленые вальцы натирочной машины. Иногда натирку заменяют интенсивной проработкой теста в шнековой камере или удлинняя замес теста до 15 - 20 мин.

После натирки тесто должно иметь период отлежки – брожения (30-60 мин). Продолжительность отлежки или брожения зависит от качества клейковины. При слабой клейковине тесто поступает на разделку, минуя стадию отлежки. Затем тесто поступает на делительно-закаточную машину, из которой выходят сформованные тестовые заготовки. При формировании проверяют массу тестовых заготовок для обеспечения стандартного количества изделий в 1 кг.

Сформованным тестовым заготовкам дают необходимое время (от 30 до 90 мин) для расстойки, после чего следует операция обварки в кипящей воде или ошпарки в соответствующих паровых камерах. Длительность обварки колеблется в пределах 0,5 - 3 мин. Чем крупнее изделие, тем длительнее обварка.

В процессе обварки объем бараночных изделий резко увеличивается, масса же изделия возрастает очень незначительно, поэтому готовые тестовые бараночные заготовки при обварке всплывают на поверхность. При обварке температура в центре тестовой заготовки достигает 50 - 60 °С, а на поверхности 60 - 70 °С. В кипящую воду добавляют от 1 до 15 % патоки или сахара для лучшего колера изделий.

В результате прогрева при обварке в тестовых заготовках начинаются процессы клейстеризации крахмала и денатурации белков, особенно интенсивно происходящие в поверхностном слое теста. В результате этого поверхность изделия после выпечки становится блестящей, глянцевой.

После обварки тестовые заготовки подвергаются обсушиванию (обдуванию горячим воздухом). Однако водяная обварка – операция трудоемкая, в последние годы она заменена паровой ошпаркой. При паровой ошпарке заготовки находятся от 1 до 3,5 мин в атмосфере насыщенного водяного пара. Паровая ошпарка позволила применять ошпарочно-печные агрегаты, которые состоят из ошпарочной и печной камеры с общим конвейером.

Выпечка бараночных изделий длится в зависимости от вида, сорта и массы изделий обычно от 10 до 20 мин. Механизм процесса выпечки бараночных изделий отличен от механизма процесса выпечки хлеба. При выпечке бара-ночных изделий ввиду быстрого их прогрева испарение начинает происходить также в центральных слоях изделий; и влага из них перемещается к поверхности изделия в виде пара. Температура центральных слоев достигает к концу выпечки: у бубликов 104 - 106 °С, бараночных 107 - 108 °С, сушек 110 - 112 °С.

При выпечке бараночных изделий как бы совмещаются процессы собственно выпечки и сушки.

Из пшеничной муки I сорта готовят баранки сахарные, простые, горчичные, молочные, сушки простые и соленые, бублики с маком, с тмином, кунжутом, молочные.

Из муки пшеничной высшего сорта готовят баранки сахарные с маком, лимонные, ванильные, розовые и сдобные, сушки простые, с маком, розовые, лимонные, ванильные и горчичные.

Технологическая схема производства сухарных изделий.

Характеристика стадий

Технологическая схема производства сдобных сухарей состоит из следующих операций: *приготовления теста; формования заготовок для плит; расстойка; выпечка; выдержка плит; резка плит на ломти; сушка сухарей; охлаждение и упаковка продукции.*

Тесто для сдобных сухарей готовят опарным способом. Сахар и жир в тесто для наиболее сдобных сортов сухарей вносят в процессе его отсдобки. Такая операция возможна только при приготовлении теста порционным способом. На крупных специализированных предприятиях тесто готовят непрерывным способом. В этом случае тесто после замеса обрабатывается шнеком, установленным под месильной машиной.

Из выброженного теста формируют *плиты* – тестовые заготовки по профилю готового сухаря данного сорта. Раньше формование плит проводилось вручную и сводилось к следующим операциям [27]:

1. *деление теста на маленькие кусочки;*
2. *раскатка этих кусочков в жгуты («пальцы») по длине, равной требуемой ширине полосы плиты;*

3. укладка «пальцев» на листе в ряд, один вплотную к другому (плиты);
4. оправка плит (придание плите, расположенной на листе по его длине, необходимого для данного сорта сухаря профиля).

В настоящее время сухарные плиты формуют машинами. В зависимости от формующей машины заготовки могут формироваться в виде сплошной тестовой ленты или в виде долек, которые укладываются в ряд по длине листа и образуют плиту. Формующие машины имеют сменные матрицы и могут формовать плиты для разных видов сухарей.

Заготовки для плит расстаиваются в течение 40 - 120 мин (в зависимости от сорта и свойств муки и количества сдобящих веществ в тесте). Перед выпечкой плиты смазывают яичной эмульсией и накалывают для предотвращения вздутий. Плиты для городских и кофейных сухарей равномерно обсыпают мелкой сухарной крошкой.

Плиты выпекают на листах в неувлажненной среде пекарной камеры. Продолжительность выпечки зависит от размеров плиты и от рецептуры. В среднем плиты выпекаются в течение 15 - 28 мин при температуре пекарной камеры 220 - 260 °С. После выпечки и охлаждения (15 - 20 мин) плиты укладывают на деревянные лотки и на специальных стеллажах выдерживают в течение 8 - 24 ч. Выдержка сухарных плит имеет целью приведение их в состояние, оптимальное для резки на ломти.

Выдержанные плиты на специальных резальных машинах нарезаются на ломти толщиной, обусловленной размерами сухаря данного сорта. Нарезанные из плит ломти при производстве некоторых сортов сухарей подвергаются обсыпке.

Для этого поверхности ломтей, подлежащие обсыпке, слегка смазывают яичной смазкой, после чего их обсыпают сахаром, крошкой из ядра ореха (верхняя корка любительских сухарей).

Нарезанные и в случае необходимости отделанные ломти плашмя укладывают на листы для сушки. Сушка производится в хлебопекарных печах при температуре 165 - 220 °С в течение 12 - 35 мин (в зависимости от размеров и рецептуры сухарей данного сорта). Этот этап процесса производства сдобных сухарей правильнее было бы именовать их сушкой-обжаркой, так как готовые сухари должны быть не только высушены до определенной влажности (8 - 12 %), но иметь зарумяненный слой на боковых поверхностях ломтя, поэтому сушка сдобных сухарей производится не в сушилках, а в хлебопекарных печах. Излучение от теплоотдающих поверхностей пекарной камеры и обеспечивает зарумянивание боковых поверхностей сухарей.

Готовые сдобные сухари охлаждают в течение 2 - 3 ч, после отбраковки упаковывают или расфасовывают.

ВЫХОД ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ.

Выход хлеба – это основной технико-экономический показатель работы предприятия. Нормирование расхода муки (выхода хлеба) направлено на установление порядка в расходовании основного сырья хлебопекарного

производства с целью рационального его использования и обеспечения выработки продукции, соответствующей действующим показателям качества.

Выход хлеба определяется отношением количества произведенного хлеба к количеству фактически израсходованного сырья.

Норма выхода хлеба – это минимально допустимое количество готовой продукции, получаемой из 100 кг муки и другого сырья, вносимого в соответствии с утвержденной рецептурой. На каждом хлебопекарном предприятии устанавливают свою ориентировочную минимальную норму выхода хлеба, которая зависит от технологии приготовления теста, применяемого оборудования, организации производства, хлебопекарных свойств перерабатываемой муки.

Нормы выхода хлеба (плановый выход) устанавливаются при базисной влажности муки, равной 14,5 % и корректируются на производстве с учетом фактической влажности муки.

При расчете выхода хлеба учитывают:

- чистый расход муки и другого сырья (жира, сахара, дрожжей и т.д.) на готовое изделие;
- технологические затраты при выработке хлебобулочных изделий;
- технологические потери на складах, коммуникациях и т.д.

Расход муки и другого сырья, затраченного на производство данного вида хлеба, определяется в соответствии с утвержденной рецептурой для этого вида хлеба.

4.5. Показатели качества хлеба и хлебобулочных изделий

Качество хлеба и хлебобулочных изделий должно удовлетворять требованиям соответствующих стандартов (ГОСТ) или технических условий (ТУ). Стандарт определяет требования к качеству сырья, форму и массу изделия, сорт муки, органолептические, физико-химические и микробиологические показатели качества хлеба.

Органолептические показатели качества хлеба определяют его:

- внешний вид (форму, поверхность, окраску),
- состояние мякиша (пропеченность, свежесть, пористость, эластичность),
- вкус и запах.

Форма изделий должна быть правильной с выпуклой верхней коркой. Поверхность – гладкой, без трещин и подрывов. Окраска – равномерной. Корка – блестящей. Мякиш должен быть пропеченным, эластичным, с хорошо развитой равномерной тонкостенной пористостью. Вкус и запах – свойственным данному виду изделия, без посторонних привкусов и запахов. [30]

К числу основных **физико-химических показателей** относят: содержание влаги мякиша, кислотность, пористость, содержание сахара и жира.

Содержание влаги определяет физиологическую ценность хлеба, а также технико-экономические показатели работы хлебозавода. Для различных сортов

пшеничного хлеба содержание влаги не должно превышать 42 - 48 %, для ржаного хлеба – 48 - 51 %.

По кислотности можно судить о правильности ведения процесса приготовления хлеба, так как кислотность обусловлена наличием в хлебе продуктов, образуемых в результате спиртового и молочнокислого брожения в тесте. Кислотность для отдельных сортов хлеба из ржаной муки составляет 9 - 12 град, из пшеничной муки 2 - 6 град.

Пористость характеризует важное свойство хлеба – его усвояемость организмом.

Хлеб с низкой пористостью получается из невыброженного или плохо выброженного теста или из муки низкого хлебопекарного качества. Для ржаного хлеба из обойной муки пористость должна быть не менее 42 %, для пшеничного в зависимости от сорта муки и способа выпечки – не менее 55 - 70 %.

Микробиологические требования включают в себя критерии безопасности пищевых продуктов, согласно которым содержание токсичных элементов, микотоксинов и пестицидов в хлебе не должно превышать допустимые уровни.

БОЛЕЗНИ ХЛЕБА.

Болезни хлеба вызываются развитием в нем некоторых микроорганизмов. Все виды болезней делают хлеб непригодным для употребления в пищу. [30] Наиболее распространенными являются картофельная болезнь и плесневение хлеба.

Возбудителем *картофельной, или «тягучей», болезни* хлеба является картофельная палочка (*B. mesentericus*). Эти микроорганизмы широко распространены в природе (в воздухе, почве, на растениях) и встречаются в том или ином количестве на зерне и в любой муке. За время выпечки хлеба споры сохраняют свою жизнестойкость (они погибают только при мгновенном прогревании до 130 °С или при 100 °С через 6 ч). Наиболее благоприятные условия для их прорастания: значительная влажность продукта, нейтральная реакция среды и температура выше 37 °С. Хлеб, пораженный этой болезнью, имеет слизистый мякиш, который тянется тонкими паутинообразными нитями, резкий, специфический запах и вкус, что связано с действием на него ферментов картофельной палочки.

Картофельной болезнью болеет только пшеничный хлеб, особенно в жаркое время года. В ржаном хлебе вследствие его высокой кислотности болезнь не развивается. Наиболее эффективными путями предотвращения этого заболевания хлеба являются:

- повышение конечной кислотности теста путем использования заквасок, жидких дрожжей или внесения в тесто соответствующего количества молочной кислоты или части спелого теста (опары) прошлого приготовления;
- снижение температуры и максимальное усиление вентиляции в хлебохранилище для быстрого охлаждения хлеба.

Плесневение хлеба чаще всего происходит при длительном его хранении и вызывается попаданием плесени и ее спор из окружающей среды на поверхность

продукта. Прорастая внутрь хлеба, плесень начинает развиваться и на мякише. Развитие и рост плесени возможны при температуре от 5 до 50 °С.

Этому процессу способствует повышенная влажность воздуха, в атмосфере которого хлеб хранится. Завертывание хлеба в обычные пленочные упаковочные материалы, приводящие к быстрому нарастанию влажности корки, удачных результатов не дает, а, наоборот, способствует его плесневению. Предотвратить плесневение хлеба особенно важно для тех его видов, которые предназначены для длительного хранения (для участников экспедиций и другого контингента). Для этой цели в тесто вносят химические консерванты, например сорбиновую кислоту и ее соли, которые подавляют развитие плесени; заворачивают хлеб в герметическую влагонепроницаемую термостойкую пленку с последующей тепловой стерилизацией прогреванием до температуры 85 - 90 °С в центре мякиша; заворачивают хлеб в пленку или бумагу, пропитанную сорбиновой кислотой, с последующей герметической упаковкой.

Для весьма длительного хранения хлеба его подвергают расстойке и выпечке в жестяных консервных банках с закаткой их сразу же после выпечки. Для обычного хлеба предотвратить его плесневение можно путем ускоренного охлаждения в контейнерах и вагонетках путем усиленной вентиляции.

Контрольные вопросы

1. Назовите ассортимент хлебобулочных изделий.
2. Из каких этапов состоит подготовка муки к производству?
3. Опишите процесс подготовки дополнительного сырья к производству.
4. В чем состоит отличие приготовления подового хлеба от формового?
5. Какие процессы протекают при брожении теста и как они влияют на качество хлеба?
6. Из каких операций состоит стадия приготовления пшеничного теста? Опишите их сущность.
7. Какие способы применяются для приготовления пшеничного теста?
8. Опишите технологию приготовления ржаного теста.
9. В чем состоит отличие приготовления ржаного теста от пшеничного?
10. Из каких операций состоит разделка ржаного и пшеничного теста?
11. В чем заключается назначение окончательной расстойки?
12. Какие процессы протекают при выпечке хлеба?
13. Что такое упек и усушка хлеба? Каковы пути снижения этих потерь?
14. Как вычисляют выход хлеба?
15. Какие процессы протекают при хранении хлеба?
16. Опишите процесс производства бараночных изделий.
17. Опишите процесс производства сухарных изделий.
18. Назовите показатели качества хлеба.
19. Назовите болезни хлеба.
20. Охарактеризуйте профилактические приемы для предотвращения развития микробиологической порчи хлеба.

Раздел 5. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА САХАРА

План

- 5.1. Ассортимент сахара.
- 5.2. Общая характеристика сахарной свеклы.
- 5.3. Технологическая схема производства сахара из сахарной свеклы.

5.1. Ассортимент сахара

Сахар классифицируется на сахар-песок и сахар-рафинад. Сахар-рафинад в зависимости *от способа выработки* подразделяют на [1]:

- 1 – прессованный;
- 2 – рафинированный сахар-песок;
- 3 – рафинадную пудру.

Сахар-рафинад вырабатывается следующих видов:

- прессованный колотый насыпью в мешках, пачках и коробках;
- прессованный в мелкой фасовке (дорожный и быстрорастворимый);
- прессованный фруктовый (детский ассортимент) с добавлением фруктово-ягодных экстрактов;
- прессованный с лимонником и элеутерококком (сахар повышенной биологической ценности);
- прессованный для чая, кофе и с дезинфицирующими веществами;
- рафинированный сахар-песок насыпью в мешках и пакетах;
- рафинированный сахар-песок в мелкой фасовке;
- сахароза для шампанского;
- рафинадная пудра насыпью в мешках и пакетах.

Сахар выпускают в следующих *формах*:

- Сахар сыпучий и твердый;
- Сахар-песок;
- Кусковой, колотый, пиленый сахар;
- Леденцовый, каменный сахар.

Также *по виду сырья* сахар подразделяется:

- 1) Кленовый сахар, полученный из сока клена;
- 2) Пальмовый сахар (джаггери), получают из сока сахарной пальмы;
- 3) Свекловичный сахар, получают из сахарной свеклы, что наиболее распространенный, этот сахар дешевый, так как для его производства наименьшие затраты.

4) Солодовый сахар, вырабатывают из крахмалистого риса и просо он менее сладкий;

5) Сорговый сахар, получают из сока сахарного сорго. Но извлечение сахара из соргового сока оказалось экономически не эффективным – в соке содержится много минеральных солей, камедей и инвертного сахара, поэтому выход чистого кристаллического сахара весьма невелик;

6) Тростниковый сахар, вырабатывается из тростника. Он продаётся в рафинированном, нерафинированном и неочищенном виде (и в этом его отличие от свекловичного, который съедобен только в рафинированном виде);

7) Существуют несколько видов коричневого (неочищенного или нерафинированного) тростникового сахара:

– Демерара – кристаллы относительно твердые, крупные, липкие, золотисто-бурого цвета. Его обычно описывают как натуральный нерафинированный, хотя есть виды демерары, представляющие собой обычный белый сахар с добавлением мелассы. Демерара прекрасно подходит для обсыпки кексов, фруктовых пирогов, поджаренных на гриле фруктов. Необычайно вкусной получится рулька или окорок, если перед запеканием их обильно смочить сиропом из Демерары.

– Мускавадо (*Muscavado sugar*) – сахар с сильным запахом мелассы, нерафинированный, кристаллизованный сразу после первого уваривания сока. Кристаллы крупнее, чем у обычного коричневого сахара, но не столь крупные, как у демерара, очень липкие и ароматные.

– Турбинадо (*Turbinado sugar*) – частично рафинированный сахар-сырец, с поверхности которого значительная часть мелассы удалена паром или водой. Цвет его сухих и сыпучих крупных кристаллов – от светло-золотистого до бурого. Он теплого медового цвета с приятным привкусом сливочных тянучек и прекрасно подходит к блюдам из бананов, для изготовления различных помадок и ирисок, для выпечных изделий и несладких блюд.

– Сахар мягкий мелассовый, или черный барбадосский (*Soft molasses sugar/Black Barbados sugar*) – мягкий, тонкий, влажный тростниковый сахар-сырец. Очень темного цвета, яркого вкуса и аромата, благодаря высокому содержанию мелассы. Используется для приготовления коврижек, темных фруктовых кексов, в маринадах.

Рафинадная пудра представляет собой измельченные кристаллы сахара-рафинада размером не более 0,1 мм. В качестве сырья используют рафинадную крошку и рафинированный сахар, влажность которых перед размалыванием не должна превышать 0,1%. Во избежание комкования в рафинадную пудру следует добавлять до 4% кукурузного крахмала.

Рафинадную пудру упаковывают в пакеты массой 0,5 и 1 кг, а также в двухслойные мешки (внутренний слой бумажный непропитанный или полиэтиленовый).

Кристаллическую сахарозу с размером кристаллов 0,8 - 1,5 мм, содержанием сахарозы в пересчете на сухое вещество не менее 99,95 % и влажностью не более 0,04 % применяют в производстве шампанского и некоторых других вин.

Для ее изготовления в качестве сырья используют сахар-песок цветностью до 0,8 усл. ед. Использование брака сахара-рафинада в сироп не допускается из-за присутствия красителя.

Утфель центрифугируют в вертикальных циклически действующих центрифугах. Кристаллы сахарозы промывают чистой горячей водой,

пропаривают сухим паром и досушивают на транспортерах на пути от центрифуг до упаковочного отделения. Сушительно-охладительные установки не применяют.

На заводах ряда зарубежных стран вырабатывают сахар в *жидком, аморфном, желейном, пастообразном и мягком видах*, а также в виде *леденцов, крупных кристаллов (кандис)*. Сахара, различающиеся по цвету от светло-желтого до коричневого, пользуются повышенным спросом у населения, обладают специфическим вкусом благодаря наличию в них небольших количеств минеральных и органических соединений.

Вырабатывают специальные сорта сахара: *помадный, желирующий, быстрорастворимый*. Для получения влажного помадного сахара рафинированный сахар и глюкозу в соотношении 9:1 (по массе) растворяют в воде, сгущают до пересыщения и охлаждают при перемешивании. При этом образуются мельчайшие кристаллы и продукт превращается в белоснежную пасту.

Сухой помадный сахар готовят из смеси мелких кристаллов сахарозы и инвертного сахара с добавлением воды до консистенции помадки. Помадный сахар широко используют в кондитерской промышленности.

Желирующий сахар готовится из 0,8 % яблочного пектина; 0,6 % лимонной кислоты; 98,2 % рафинированного сахара и 0,4 % воды. Отдельные компоненты предварительно измельчают и тщательно смешивают с сахаром. Желирующий сахар идет на приготовление мармелада.

При получении быстрорастворимого сахара сахарную пудру подают в струю влажного воздуха, где поверхность частиц сахара покрывается пленкой из растворенного сахара, образуя мягкие конгломераты. При высушивании влага удаляется и конгломераты приобретают пористую структуру с очень большой площадью поверхности, но, несмотря на это, сахар не гигроскопичен. Если быстрорастворимый сахар высыпать в измерительный цилиндр с водой, то он растворяется уже во время оседания, не достигнув дна.

Мягкие сахара производят в Японии. Они различаются по чистоте, цветности и размеру кристаллов. *Мягкий белый сахар* высшего качества представляет собой сахар 1, 2, 3-й кристаллизации в отдельности или их смесь, вырабатываемую на рафинадных заводах; мягкий белый сахар среднего качества – сахар 4-й и 5-й кристаллизации; мягкий желтый сахар – сахар 6-й кристаллизации. Чистота утфелей мягких сахаров следующая (в %): высшего качества – 99,2; среднего качества – 94; желтого сахара – 87 %. Уваривание утфелей указанных сахаров отличается количеством сахарной пудры, употребляемой для затравки (от 3 до 500 г пудры на 15 м³ утфеля).

Особенностью производства мягких сахаров является промывка их при центрифугировании сначала водой, а затем инвертированным сиропом. Использование инвертированного сиропа необходимо для сохранения сахара достаточно мягким и предохранения его от затвердевания в процессе хранения и транспортирования.

Наиболее распространены следующие виды жидкого сахара – чистая сахароза, инвертированный сироп, специальные сиропы с добавками, вторые оттеки разных оттенков – бесцветного, соломенно-желтого, янтарного и темно-

желтого. Выпуск различных видов сахара все время растет. Инвертированный сироп получают также и из нетрадиционного сырья – фиников, винограда, кленового и березового соков, из стеблей сахарного сорго. Сок, полученный из фруктов, последовательно обрабатывают катионообменными и анионообменными смолами для инвертирования сахаров и очистки.

Вырабатывают также заменители сахара: *натуральные* (глюкозные и глюкозно-фруктозные сиропы), *искусственные* (сахарин, цикламаты, дульцин, аспартам и др.).

Глюкозно-фруктозный сироп (ГФС) получают в основном из кукурузного крахмала, который гидролизуют до глюкозы, затем гидролизат обрабатывают ферментом глюкозоизомеразой, превращая часть глюкозы в фруктозу. Полученный жидкий сироп очищают и сгущают до СВ 70 - 71 %. Такой сироп содержит примерно 50 % глюкозы, 42 % фруктозы, до 8 % полисахаридов, имеет такой же сладкий вкус, как и сахароза. Производят ГФС в США, а также в Японии, Канаде и других странах.

5.2. Общая характеристика сахарной свеклы

Основным сырьем для производства сахара в нашей стране является сахарная свекла и импортный тростниковый сахар-сырец. Сахарные заводы являются сезонными предприятиями. Сахарную свеклу перерабатывают в течение 100 суток в году.

Сахарная свекла (Beta vulgaris) – является одним из видов ботанического семейства маревых (*Chenopodiaceae*), куда относятся также лебеда, шпинат и другие засухоустойчивые растения (ксерофиты), которые могут расти и на солонцеватых почвах. Самое слово «свекла» имеет греческое происхождение (по-гречески «svekle», а по латыни «beta»).

В корнеплодах сахарной свеклы содержится 20 - 25 % сухих веществ, которые в сахарном производстве условно делят на сахарозу и несахара. Под несахарами понимают сухие вещества, включая редуцирующие и рафинозу, кроме сахарозы. Самой сахаристой является белая силезская свекла конической формы с белой кожурой и мякотью. Желтые и особенно красные сорта свеклы оказались менее сахаристыми. [10]



Химический состав корня свеклы, %:

- вода – 75,0;
- сахароза – 17,5;
- безазотистые органические соединения – 3,4;
- азотистые органические соединения – 1,2;
- клетчатка – 0,6.

Рис. 5.1. Внешний вид сырья и готовой продукции сахарного производства

Первоначально белая силезская свекла содержала лишь 7 - 10 % сахара. Но затем постепенно путем селекции образовалась современная сахарная свекла со средним содержанием сахара 17 - 20 %.

Период уборки сахарной свеклы составляет 40 - 50 сут. Сахарные заводы работают 110 - 150 сут. в году, поэтому около 60 % убранной свеклы приходится закладывать на хранение. Хранение осуществляют в трапецеидальных кучах, называемых кагатами. Оптимальная температура для хранения свеклы 0 - 2 °С. Повышение температуры способствует увеличению интенсивности дыхания корнеплодов, что весьма нежелательно.

В других странах сырьем для производства сахара является сахарный тростник. Он принадлежит к семейству злаковых и возделывается на Кубе, в Мексике, Индии, то есть странах с жарким климатом. Сахар (сахароза) содержится в соке стеблей (12 - 15 %) высотой до 4 м и толщиной до 50 мм. С 1 га сахарного тростника получается в два раза больше сахара, чем из свеклы.

Отжатый тростниковый сок очищают, уваривают и выделяют сахар-сырец. Тростниковый сахар-сырец – вещество светло-кремового цвета, массовая доля сахара – 97 - 98 %, инвертного сахара – 0,6 - 0,8 %, влаги – 0,5 - 0,8 %.

5.3. Технологическая схема производства сахара из сахарной свеклы

Сахарное производство – крупнейшая отрасль пищевой промышленности.

На всех сахарных заводах России действует типовая схема получения сахара-песка из сахарной свеклы с непрерывным обессахариванием свекловичной стружки, прессованием жома и возвратом жомопрессовой воды в диффузионную установку, известково-углекислотной очисткой диффузионного сока, тремя кристаллизациями и афинацией желтого сахара III кристаллизации.

В корнеплодах сахарной свеклы содержится 20 - 25 % сухих веществ, из них содержание сахарозы колеблется от 14 до 18 %. Сахарозу извлекают из свеклы диффузионным способом. Полученный диффузионный сок содержит 15 - 16 % сухих веществ, из них 14 - 15 % сахарозы и около 2 % несахаров.

Чтобы избавиться от несахаров проводят очистку диффузионного сока известью (дефекация) с последующим удалением ее избытка диоксидом углерода (сатурация). Для снижения цветности и щелочности фильтрованный сок II сатурации обрабатывают диоксидом серы (сульфитация). Сгущение сока ведут в два этапа: сначала его сгущают на выпарной установке до содержания сухих веществ 55 - 65 % (при этом сахароза еще не кристаллизуется), а затем после дополнительной очистки вязкий сироп на вакуум-аппарате сгущают до содержания сухих веществ 92,5 - 93,5 % и получают **утфель**. [22]

Готовый утфель I кристаллизации центрифугируют, получая кристаллы сахара и два оттока. Сахар-песок выгружают из центрифуги с содержанием влаги 0,8 - 1 % и высушивают горячим воздухом температурой 105 - 110 °С до 0,14 % (при бестарном хранении массовая доля влаги в сахаре-песке должна быть 0,03 - 0,04 %).

Норма потребления сахарозы составляет 75 г в день, включая сахар, находящийся в других пищевых продуктах. В настоящее время в России

действует 95 свеклосахарных заводов, перерабатывающих в сутки 280 тыс. т свеклы. Период уборки сахарной свеклы длится 40 - 50 сут. в году. Средняя производственная мощность одного завода составляет 2,84 тыс. т переработки свеклы в сутки с коэффициентом извлечения сахара из свеклы 72 %.

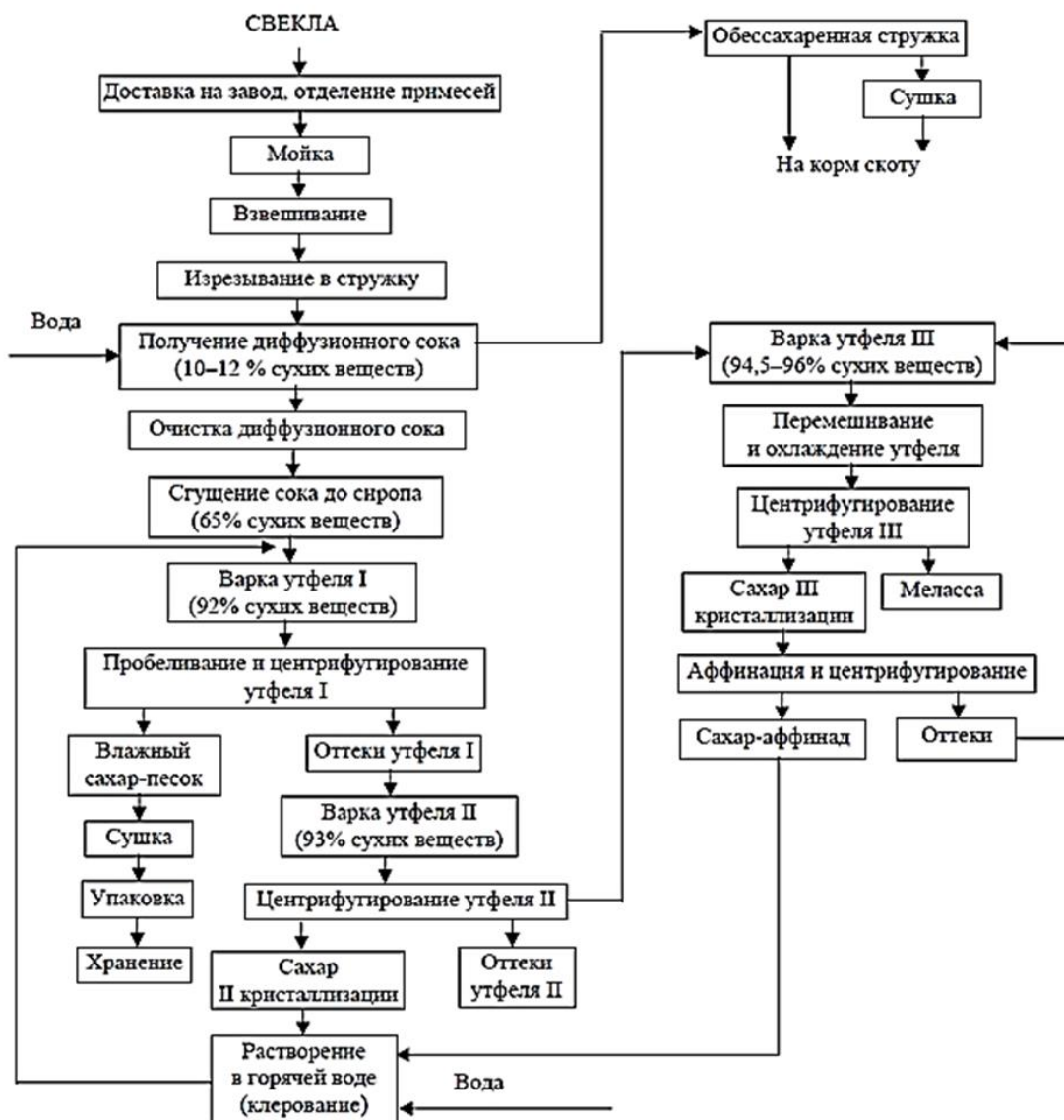


Рис. 5.2. Технологическая схема получения сахара-песка

Стадии технологического процесса. Процесс получения сахара-песка на свеклосахарных заводах складывается из следующих стадий [22]:

- подача свеклы и очистка ее от примесей;
- получение диффузионного сока из свекловичной стружки;
- очистка диффузионного сока;
- сгущение сока выпариванием;
- варка утфеля и получение кристаллического сахара;
- сушка, охлаждение и хранение сахара-песка.

Характеристика комплексов оборудования. Линия начинается с комплекса оборудования для подготовки свеклы к производству, состоящего из

свеклоподъемной установки, гидротранспортера, песколовушки, ботволловушки, камнеловушки и водоотделителя, а также свекломоечной машины. [17]

Ведущий комплекс оборудования линии состоит из конвейера с магнитным сепаратором, свеклорезки, весов, диффузионной установки, шнекового пресса и сушилки для жома.

Следующий комплекс оборудования представляют фильтры с подогревательными устройствами, аппараты предварительной и основной дефекации, сатураторы, отстойники, сульфитаторы и фильтры.

Наиболее энергоемким комплексом оборудования линии является выпарная установка с концентратором, а также вакуум-аппараты, мешалки и центрифуги.

Завершающий комплекс оборудования линии состоит из виброконвейера, сушильно-охладительной установки и вибросита.

Машинно-аппаратурная схема линии производства сахара-песка из сахарной свеклы представлена на рис. 5.3.

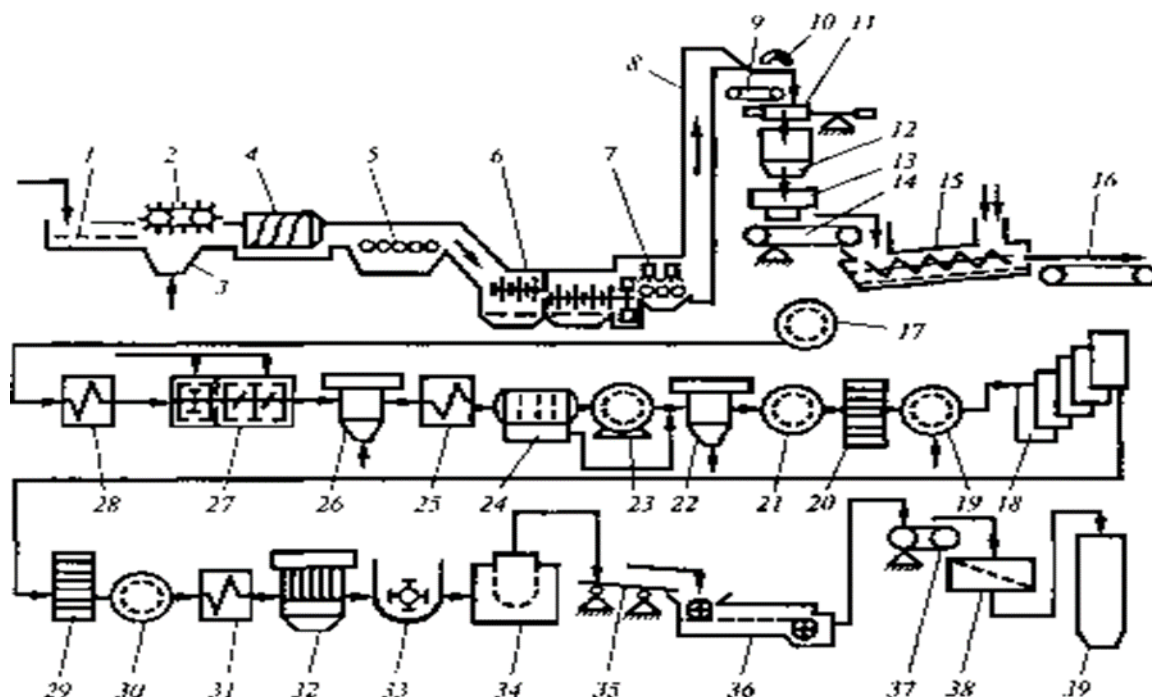


Рис. 5.3. Машинно-аппаратурная схема линии производства сахара-песка из сахарной свеклы

Устройство и принцип действия линии. Сахарная свекла подается в завод из бурачной или с кагатного поля. По гидравлическому конвейеру она поступает к свеклонасосам и поднимается на высоту до 20 м. Дальнейшее перемещение ее для осуществления различных операций технологического процесса происходит самотеком. По длине гидравлического конвейера 1 (рис. 5.3) последовательно установлены соломоботволловушки 2, камнеловушки 4 и водоотделители 5. Это технологическое оборудование предназначено для отделения легких (солома, ботва) и тяжелых (песок, камни) примесей, а также для отделения

транспортно-моечной воды. Для интенсификации процесса улавливания соломы и ботвы в углубление 3 подается воздух. Сахарная свекла после водоотделителей поступает в моечную машину 6.

Моечная машина предназначена для окончательной очистки свеклы (количество прилипшей земли составляет при ручной уборке 3 - 5 % свеклы, а при механизированной уборке комбайнами – 8 - 10 %).

Количество воды, подаваемой на мойку свеклы, зависит от степени ее загрязненности, конструкции машины и в среднем составляет 60-100 % к массе свеклы. В сточные воды гидравлического конвейера и моечной машины попадают отломившиеся хвостики свеклы, небольшие кусочки и мелкие корнеплоды (всего 1 - 3 % к массе свеклы), поэтому транспортно-моечные воды предварительно направляются в сепаратор для отделения хвостиков и кусочков свеклы, которые после обработки поступают на ленточный конвейер 14.

Отмытая сахарная свекла орошается чистой водой из специальных устройств 7, поднимается элеватором 8 и поступает на конвейер 9, где электромагнит 10 отделяет металлические предметы, случайно попавшие в свеклу. Затем свеклу взвешивают на весах 11 и из бункера 12 направляют в измельчающие машины-свеклорезки 13. Стружка должна быть ровной, упругой и без мезги, пластинчатого или ромбовидного сечения, толщиной 0,5 - 1,0 мм.

Свекловичная стружка из измельчающих машин с помощью ленточного конвейера 14, на котором установлены конвейерные весы, подается в диффузионную установку 15.

Сахар, растворенный в свекловичном соке корнеплода, извлекается из клеток противоточной диффузией, при которой стружка поступает в головную часть агрегата и движется к хвостовой части, отдавая сахар путем диффузии в движущуюся навстречу экстрагенту высалаживающую воду. Из конца хвостовой части агрегата выводится стружка с малой концентрацией сахара, а экстрагент, обогащенный сахаром, выводится как диффузионный сок. Из 100 кг свеклы получают приблизительно 120 кг диффузионного сока. Жом отводится из диффузионных установок конвейером 16 в цех для прессования, сушки и брикетирования.

Диффузионный сок пропускается через фильтр 17, подогревается в устройстве 28 и направляется в аппараты предварительной и основной дефекации 27, где он очищается в результате коагуляции белков и красящих веществ и осаждения ряда анионов, дающих нерастворимые соли с ионом кальция, содержащимся в известковом молоке (раствор извести). Известковое молоко вводится в сок с помощью дозирующих устройств.

Дефекованный сок подается в котел первой сатурации 26, где он дополнительно очищается путем адсорбции растворимых несахаров и особенно красящих веществ на поверхности частиц мелкого осадка CaCO_3 , который образуется при пропускании диоксида углерода через дефекованный сок. Сок первой сатурации подается через подогреватель 25 в гравитационный отстойник 24. В отстойниках сок делится на две фракции: осветленную (80 % всего сока) и сгущенную суспензию, поступающую на вакуум-фильтры 23.

Фильтрованный сок первой сатурации направляется в аппараты второй сатурации 22, где из него удаляется известь в виде CaCO_3 .

Сок второй сатурации подается на фильтры 21. Соки сахарного производства приходится фильтровать несколько раз. В зависимости от цели фильтрования используются различные схемы процесса и фильтровальное оборудование.

Отфильтрованный сок из фильтра 21 подается в котел сульфитации 20. Цель сульфитации – уменьшение цветности сока путем обработки его диоксидом серы, который получают при сжигании серы. [26]

Сульфитированный сок направляют на станцию фильтров 19, а затем транспортируют через подогреватели в первый корпус выпарной станции 18. Выпарные установки предназначены для последовательного сгущения очищенного сока второй сатурации до концентрации густого сиропа; при этом содержание сухих веществ в продукте увеличивается с 14 - 16 % в первом корпусе до 65 - 70 % (сгущенный сироп) в последнем. Свежий пар поступает только в первый корпус, а последующие корпуса обогреваются соковым паром предыдущего корпуса. Площадь поверхности нагрева выпарной станции сахарного завода производительностью 5000 т свеклы в сутки составляет 10 тыс. м².

Полученный сироп направляется в сульфитатор 29, а затем на станцию фильтрации 30. Фильтрованный сироп подогревается в подогревателе 31, откуда поступает в вакуум-аппараты первого продукта 32. Сироп в вакуум-аппаратах уваривается до пересыщения, сахар выделяется в виде кристаллов. Продукт, полученный после уваривания, называется утфелем. Он содержит около 7,5 % воды и около 55 % выкристаллизовавшегося сахара.

Сироп уваривают в периодически действующих вакуум-аппаратах. Утфель первой кристаллизации из вакуум-аппаратов поступает в приемную утфелемешалку 33, откуда его направляют в распределительную мешалку, а затем в центрифуги 34, где под действием центробежной силы кристаллы сахара отделяются от межкристалльной жидкости. Эта жидкость называется первым оттеком. Чистота первого оттока 75 - 78 %, что значительно ниже чистоты утфеля.

Чтобы получить из центрифуги белый сахар, его кристаллы промывают небольшим количеством горячей воды – пробеливают. При пробеливании часть сахара растворяется, поэтому из центрифуги отходит оттек более высокой чистоты – второй оттек.

Второй и первый оттеки подают в вакуум-аппарат второй (последней) кристаллизации, где получают утфель второй кристаллизации, содержащий около 50 % кристаллического сахара. Этот утфель постепенно охлаждают до температуры 40 °С при перемешивании в утфелемешалках-кристаллизаторах. При этом дополнительно выкристаллизовывается еще некоторое количество сахара. Наконец, утфель второй кристаллизации направляется в центрифуги, где от кристаллов сахара отделяется меласса, которая является отходом сахарного производства, так как получение из нее сахара путем дальнейшего сгущения и кристаллизации нерентабельно. Желтый сахар второй кристаллизации

рафинируют первым оттеком, полученный утфель направляется в распределительную мешалку, а затем в центрифуги. Полученный сахар растворяется, и сок поступает в линию производства.

Белый сахар, выгружаемый из центрифуг 34, имеет температуру 70 °С и влажность 0,5 % при пробеливании паром или влажность 1,5 % при пробеливании водой. Он попадает на виброконвейер 35 и транспортируется в сушильно-охладительную установку 36.

После сушки сахар-песок поступает на весовой ленточный конвейер 37 и далее на вибросито 38. Комочки сахара отделяются, растворяются и возвращаются в продуктовый цех.

Товарный сахар-песок поступает в силосные башни 39 (склады длительного хранения).

Изготовление рафинада.

Для изготовления сахара-рафинада используют сахарный песок с содержанием сухих веществ от 99,85 %, примесями несахаров не более 0,25 % и цветностью 1,8. [22] Из сахарного песка в автоклаве изготавливают сироп с содержанием сахара 73 %. Сироп проходит фильтрацию и очистку от красителей с повторением этапов.

Для адсорбции применяют активированный уголь АГС-4 или порошковый уголь. Потом сладкий раствор направляют на сгущение в вакуумных установках, кристаллизуют в центрифугах.

Полученные кристаллы обрабатывают клерсом и ультрамарином и отправляют на карусельные прессы. В результате получают брикеты, которые подвергаются сушке и нарезают на части.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте современное состояние и перспективы развития сахарного производства.
2. Назовите ассортимент сахара, который вырабатывают на современных заводах в нашей стране?
3. Какое сырьё используется для производства сахара?
4. Назовите основные этапы технологии производства свекловичного сахара.
5. Как хранят свеклу?
6. Как производят приемку сахарной свеклы?
7. Как производят подачу свеклу в завод?
8. Как производят мойку свеклы?
9. Что представляет собой утфель?
10. Назовите основные технологические процессы, происходящие на линии производства сахара-песка из сахарной свеклы.
11. Какие отходы получают при производстве сахара?
12. Каким образом изготавливают сахар-рафинад?

Раздел 6. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КРАХМАЛА И КРАХМАЛОПРОДУКТОВ

План

- 6.1. Технология картофельного крахмала.
- 6.2. Технология кукурузного крахмала.
- 6.3. Технология крахмальной патоки.
- 6.4. Технология глюкозно-фруктозных сиропов.
- 6.5. Технология модифицированных крахмалов.
- 6.6. Производство сухого крахмала.

Крахмалопаточная промышленность – важная отрасль народного хозяйства. Перерабатывая картофель и кукурузу, крахмалопаточные предприятия выпускают:

- сухой крахмал,
- глюкозу,
- различные виды крахмальных патонок,
- модифицированные крахмалы,
- декстрины,
- глюкозно-фруктозные сиропы и т. д.

Ассортимент вырабатываемой продукции составляет десятки наименований. Крахмал и крахмалопродукты используют в различных отраслях пищевой промышленности: кондитерской, хлебопекарной, консервной, молочной и др., а также в других отраслях промышленности (медицинской, текстильной, полиграфической, бумажной и т.д.). [10]

Крахмал – резервное питательное вещество растений, необходимое им в начале вегетации. В наибольшем количестве он содержится в семенах, клубнях и корнях растений. В настоящее время основное количество крахмала вырабатывается из зерна (кукурузы, пшеницы, риса, сорго и др.) и корнеклубневого сырья (картофель, маниока, батат и др.).

6.1. Технология картофельного крахмала

Сырьем для производства картофельного крахмала служит картофель. Химический состав клубней картофеля колеблется в довольно широких пределах и зависит от сорта картофеля, климатических, почвенных и других условий. [18]

Картофель имеет следующий средний химический состав (в %):

- вода – 75,
- сухие вещества – 25, из них крахмал – 18,5,
- азотистые вещества – около 2,
- клетчатка – 1,
- минеральные вещества – 0,9,
- сахара – 0,8,
- жир – 0,2,

– прочие вещества (пектины, пентозаны и др.) – 1,6.

Технологическая схема получения сырого картофельного крахмала представлена на рис. 6.1. [2]

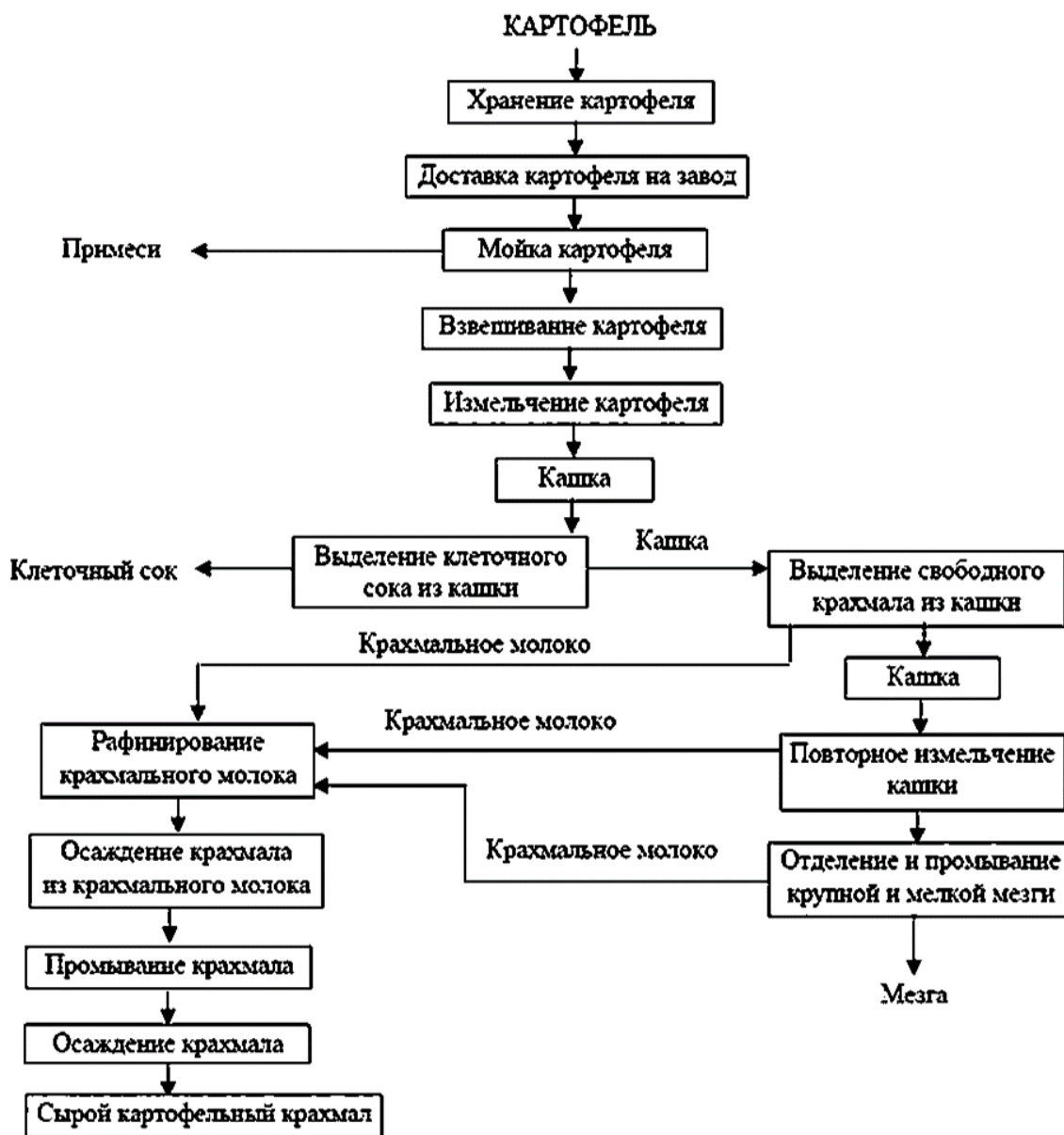


Рис. 6.1. Технологическая схема получения сырого картофельного крахмала

Хранение картофеля. Предприятия, перерабатывающие картофель, работают сезонно. До обработки картофель хранят в буртах при температуре 2 - 8 °С. На хранение закладывают только здоровые клубни. При хранении картофель дышит. Хранить картофель свыше 5 - 7 месяцев нецелесообразно, так как это приводит к значительным потерям сухих веществ, в том числе крахмала.

Доставка картофеля на завод. Картофель подают на производство с помощью гидравлического транспортера (подачу осуществляют точно так же, как подачу сахарной свеклы в свеклосахарном производстве), при этом частично отделяют легкие примеси, песок и землю.

Мойка и взвешивание картофеля. Картофель моют в моечных машинах комбинированного типа, имеющих камеры с высоким уровнем воды, где отделяют солому и другие легкие примеси: камеры с низким уровнем воды, в которых хорошо оттирают землю: сухие камеры, в которых вода, не задерживаясь, стекает в грязевую канаву. Продолжительность процесса мойки составляет 10 - 14 мин, расход воды – 200 - 400 % к массе картофеля.

Измельчение картофеля. Крахмал содержится внутри клеток картофеля в виде крахмальных зерен. Чтобы извлечь его, необходимо разрушить клеточные стенки. Для этого картофель измельчают на терочных машинах, принцип работы которых состоит в истирании клубней поверхностью, набранной из пилек с мелкими зубьями. Измельчение проводят дважды.

Выделение картофельного сока. Полученная после измельчения картофельная кашка представляет смесь, состоящую из разорванных клеточных стенок, крахмальных зерен и картофельного сока. При получении крахмала важно скорейшее выделение из кашки сока при минимальном его разбавлении. Контакт крахмала с соком ухудшает его качество, вызывая потемнение в связи с окислением тирозина, снижает вязкость крахмального клейстера, способствует образованию пены, слизи и других нежелательных явлений. Картофельный сок выделяют из кашки на осадительных шнековых центрифугах (рис. 6.2).

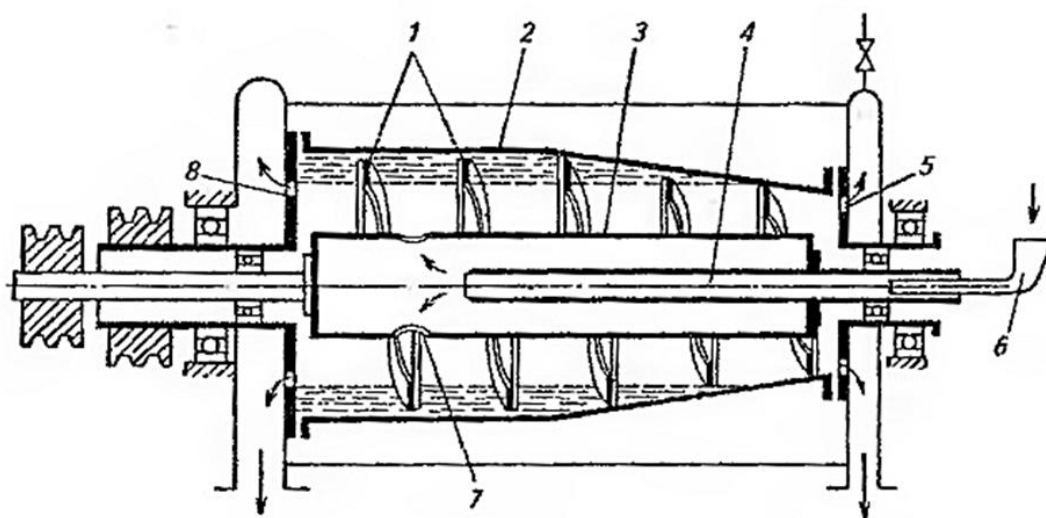


Рис. 6.2. Шнековая осадительная центрифуга типа ОГШ

Шнековая осадительная центрифуга типа ОГШ [17] состоит из наружного 2 и внутреннего 3 барабанов с приваренным к барабану 3 шнеком. Оба барабана вращаются в одну сторону, причем внутренний с опережением на 15 -25 с. Картофельная кашка, пройдя центрифугу, через трубу 6 и полый вал 4 поступает в пространство между барабанами через окна 7. Здесь под действием центробежной силы происходит ее разделение на две фракции.

Картофельный сок выводится из центрифуги через сливные окна 8, а осадок (тяжелая фракция) за счет разницы во вращении барабанов выводится шнеком, разбавляется водой и удаляется через окна 5 в виде крахмального молока определенной плотности.

Выделение свободного крахмала из кашки, отделение и промывание мезги.

После отделения картофельного сока на осадительных центрифугах кашку направляют на ситовую станцию завода. Здесь на различных ситовых аппаратах от нее отделяют и промывают крупную и мелкую мезгу, осаждают и промывают крахмал. Для выделения из кашки мезги используют центробежные ситовые аппараты: барабанно-струйные (БСС) или центробежно-лопастные (ЦЛС).

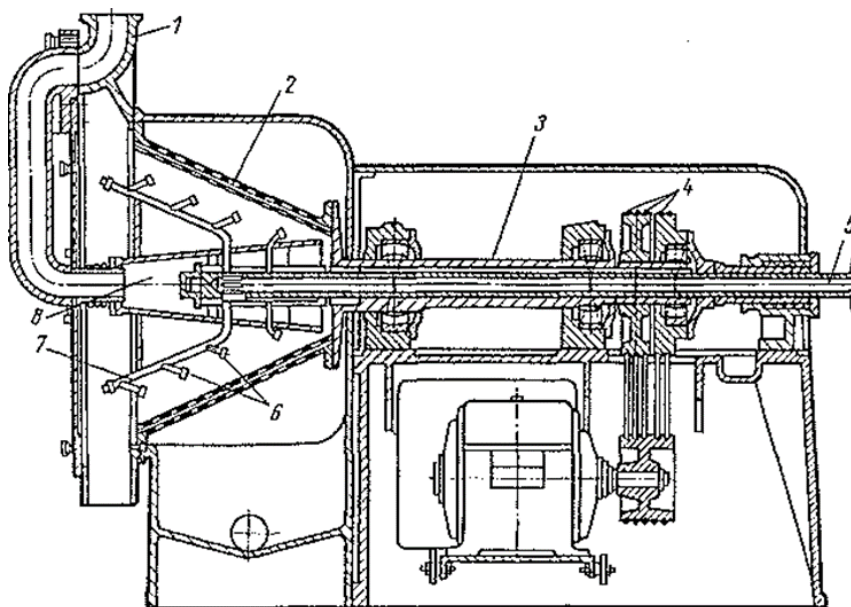


Рис. 6.3 Внешний вид барабанно-струйного сита

Кашка подается через трубу 1 и питатель 8 в вершину ситового конуса. Барабан вращается с частотой 900 с. Под действием центробежной силы кашка равномерно распределяется по внутренней поверхности барабана и продвигается к большему его основанию. Навстречу движению кашки подается вода или жидкое крахмальное молоко через вал 5, который вращается внутри вала 3. Струйный ротор-ороситель состоит из коллектора 7 и разбрызгивающих сопел 6. Привод 4 обеспечивает опережение вращения ротора-оросителя на 50 с по сравнению с частотой вращения барабана 2. Вода под давлением образует против движения кашки водяной шнек, задерживающий ее продвижение по сити и способствующий отмыванию свободного крахмала.

Рафинирование крахмальной суспензии. Рафинирование на центробежных ситах проводят в две ступени, после чего крахмальную суспензию подают на пеногасящее устройство, а затем на песковые гидроциклоны для удаления песка. Полученную сгущенную суспензию подают в гидроциклоны для промывки крахмала, которую проводят в три ступени. Далее крахмал обезвоживают на вакуум-фильтрах и высушивают.

Качество сырого картофельного крахмала. Сырой картофельный крахмал в зависимости от содержания в нем влаги подразделяется на две марки: А (содержание влаги 38 - 40 %) и Б (содержание влаги 50 - 52 %).

Крахмал каждой марки делится на три сорта. Крахмал I и II сортов [6] должен иметь однородный белый цвет и запах, свойственный крахмалу, наличие

постороннего запаха не допускается. Крахмал III сорта может быть сероватым, без прожилок и вкраплений, в нем допускается слабокислый, но незатхлый запах.

Сырой картофельный крахмал долго не храниться, он закисает. Поэтому его перерабатывают в сухой крахмал, бескислотные декстрины, модифицированные крахмалы, патоку, глюкозу и др.

Сырой картофельный крахмал хранят некоторое время наливным способом или в складах, утрамбовывая и заливая его водой. Самый надежный способ – хранение его в замороженном состоянии.

Однако при хранении в крахмале протекают микробиологические процессы, приводящие к появлению кислого запаха, увеличению кислотности, нарастанию растворимых веществ и снижению сухих веществ крахмала.

6.2. Технология кукурузного крахмала

Сырьем для производства крахмала служит зерно кукурузы. Содержание крахмала в нем составляет 70 % к массе сухих веществ. Принципиальная технологическая схема производства сырого кукурузного крахмала приведена на рис. 6.4.

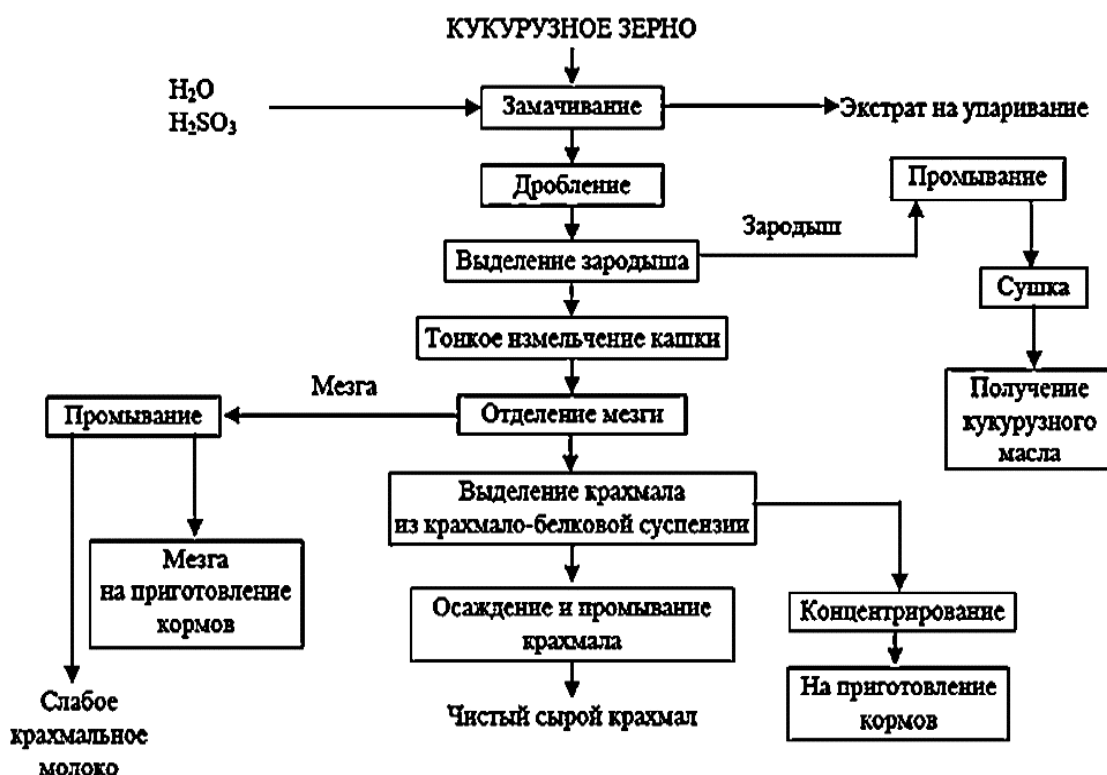


Рис. 6.4 Технологическая схема производства сырого кукурузного крахмала

Замачивание кукурузного зерна. Это важнейшая технологическая операция, от которой зависит выход конечного продукта. В эндосперме зерна крахмал прочно удерживается кукурузным белком – глютенем. Целью замачивания является размягчение зерна для ослабления и разрыва связей

между белком и крахмалом, эндоспермом и зародышем и выведение из зерна в замочную воду большей части водорастворимых веществ, затрудняющих выделение и очистку крахмала. Для замачивания зерна используют слабый раствор сернистой кислоты. Кукурузное зерно после замачивания может содержать некоторое количество механических примесей, которые необходимо отделить. Для этой цели используют гидроциклоны.

Дробление зерна. Кукурузное зерно дробят так, чтобы отделить зародыш, не повредив его. Для того чтобы полнее выделить зародыш, зерно дробят на дисковых дробилках дважды. При первом дроблении освобождается 75 - 85 % зародыша и 20 - 25 % крахмала, при втором дроблении – 15 - 20 % зародыша и еще 15 - 19 % крахмала. После первого дробления кашку процеживают на дуговых ситах и направляют в гидроциклоны для выделения зародыша. Из гидроциклонов кашка поступает на второе дробление.

Выделение и промывание зародыша. Кашка, полученная после первого и второго дроблений, содержит зародыш, оболочки зерна, крахмал, глютен и водорастворимые вещества. Необходимо максимально извлечь зародыш из кашки вместе с суспензией крахмала, затем отделить его от суспензии ситованием и далее промыть на ситах для полного удаления свободного крахмала. Для выделения зародыша широко используют гидроциклонные установки. Под действием центробежной силы кашка разделяется на жидкую фракцию, содержащую зародыш и суспензию крахмала, и тяжелую фракцию, состоящую из частиц зерна, оболочек и частично суспензии крахмала. Жидкий сход с гидроциклонов направляют на сита отцеживания и промывания зародыша. Для этой цели используют ситовые аппараты различных конструкций.

Помол кукурузной кашки. Полученная после отделения зародыша кашка представляет собой смесь крупных частиц оболочек зерна, связанных с эндоспермом, дробленого чистого эндосперма, свободного крахмала и белка. Для полного высвобождения крахмала кашку подвергают тонкому измельчению, предварительно отцедив на дуговых ситах свободный крахмал, глютен и часть мелкой мезги. Полученное крахмальное молоко дважды пропускают через капроновые сита и направляют на рафинирование, а сходы - на измельчение. Тонкий помол кукурузной кашки осуществляют на измельчающих машинах ударного действия. Кашка интенсивно измельчается и с большой скоростью отбрасывается на неподвижные отражательные пальцы. При этом происходит измельчение эндосперма. Затем продукт выходит из машины.

Промывание суспензии. На современных заводах проводят многократное промывание продукта по принципу противотока, что позволяет отмыть минимальным количеством жидкости наибольшее количество свободного крахмала. Отцеживание крупной мезги и ее трехкратное промывание проводят на дуговых ситах.

Промывание крахмала. Крахмальное молоко после отделения глютена еще содержит некоторое количество примесей. Поэтому крахмал дополнительно промывают на вакуум-фильтрах в две или три стадии. Промытый крахмал содержит (% на сухое вещество): 98,4 - 98,7 - чистого крахмала и 1,3 - 1,6 - примесей (белок, жир и пр.). Его используют для

производства сухого крахмала, крахмальной патоки, кристаллической глюкозы, модифицированных крахмалов и декстрина.

6.3. Технология крахмальной патоки

Крахмальная патока – это продукт неполного гидролиза крахмала разбавленными кислотами или амилалитическими ферментами. Патока представляет собой бесцветную или слегка желтоватую жидкость, очень вязкую, со сладким вкусом. Сладость ее в 3-4 раза ниже сладости сахарозы.

В зависимости от степени гидролиза крахмала патока содержит различное количество глюкозы, мальтозы и декстринов. Патока используется в качестве антикристаллизатора при получении карамели, варке варенья, фруктовых сиропов, повидла, а также для загущения ликеров, подслащивания безалкогольных напитков и улучшения качества хлебобулочных изделий.

В зависимости от назначения крахмальную патоку вырабатывают в трех видах: карамельную (К), карамельную низкоосахаренную (КН) и глюкозную высокоосахаренную (ГВ). Карамельная патока выпускается двух сортов: высшего (КВ) и первого (КІ).

Технологическая схема получения патоки включает в себя следующие стадии производства: *подготовка крахмала к гидролизу, гидролиз крахмала, нейтрализация гидролизатов, фильтрование сиропов, обесцвечивание фильтрованных сиропов адсорбентами, уваривание жидких сиропов до густых, уваривание густых сиропов до патоки, охлаждение патоки.*

Подготовка крахмала к гидролизу. Сырье, поступающее на производство патоки, должно содержать минимальное количество примесей, так как они отрицательно влияют на ход технологического процесса и качество патоки. Обычно перерабатывается крахмал, поступающий с различных предприятий, поэтому его подвергают очистке по такой же технологической схеме, что и при выработке сухого крахмала.

Гидролиз крахмала. Первой технологической операцией производства патоки является гидролиз крахмала. Его проводят в присутствии катализатора кислотным, кислотнo-ферментативным или ферментативным способами. Процесс гидролиза включает стадии клейстеризации крахмала, разжижения крахмального клейстера и его осахаривание. Клейстеризация начинается с ослабления и разрыва связей между макромолекулами амилозы и амилопектина, нарушения структуры крахмальных зерен и образования гомогенной массы с высокой вязкостью. Под действием катализатора длинные цепочки молекул крахмала разрываются.

Кислотный гидролиз крахмала проводится в конверторах периодического действия или осахаривателях. Процесс осахаривания крахмала длится несколько минут. Контроль за процессом осуществляют по окраске отбираемых проб с йодом. Так как осахаривание крахмала в конверторе осуществляется периодическим способом, неизбежны колебания содержания редуцирующих веществ в патоке, повышенный расход пара и т. д. Для устранения недостатков и интенсификации производства гидролиз ведут в аппаратах непрерывного

действия. Кислотно-ферментативный гидролиз крахмала проводят для устранения недостатков кислотного разжижения.

Нейтрализация гидролизатов. Если гидролиз крахмала проводился с помощью кислоты, необходимо провести нейтрализацию гидролизатов. Цель нейтрализации – прекращение гидролиза крахмала по достижении заданной степени осахаривания, перевод свободных минеральных кислот, недопустимых в пищевых продуктах, в безвредные соли и создание оптимальных условий для последующей очистки сиропов от примесей. Оптимальная величина рН сиропа обеспечивает устойчивость глюкозы, коагуляцию белков и наилучшие условия обесцвечивания сиропов углями. Нейтрализованный сироп не должен иметь рН ниже 4,5 - 4,9. Гидролизаты, осахаренные с помощью соляной кислоты, нейтрализуют только содой. Нейтрализацию проводят осторожно, интенсивно перемешивая, чтобы не допустить даже местного перещелачивания. В противном случае глюкоза разлагается с образованием окрашенных продуктов, а карбонат натрия легко вступает в реакцию с кислыми фосфатами, переводя их в средние, что ведет к потемнению и помутнению патоки при хранении.

Фильтрование сиропов. Для более полного выделения взвесей гидролизах фильтруют. Осадки в основном состоят из скоагулированных хлопьев белка, легко сжимаемых и труднопроницаемых, поэтому для облегчения фильтрования к сиропу добавляют пористый наполнитель (перлит, диатомит). На большинстве предприятий гидролизаты фильтруют на вакуум-фильтрах или автоматических фильтр-прессах. Фильтрование проводят при температуре гидролизатов 75 - 80 °С. При этом давление может достигать 0,3 - 0,5 МПа.

Обесцвечивание фильтрованных сиропов адсорбентами. После фильтрования паточные сиропы превращаются в прозрачные жидкости желтого цвета. Интенсивность их окраски зависит от чистоты перерабатываемого крахмала, способа проведения гидролиза и условий нейтрализации. К красящим веществам паточного сиропа относятся продукты гидролиза белков, разложения углеводов, а также продукты реакции меланоидинообразования и др. Наряду с красящими веществами в сиропе присутствуют кислые фосфаты, обуславливающие кислотность патоки, некоторые минеральные вещества, растворимые белки, органические кислоты и другие вещества.

Уваривание жидких сиропов до густых. Для получения густого сиропа с оптимальной цветностью и для экономии расхода теплоты сгущение сиропа от жидкого (с концентрацией 35 - 40 %) до густого (55 - 57 %) осуществляют в многокорпусных выпарных аппаратах под разрежением.

На паточных заводах работают вакуум-выпарные аппараты различных конструкций, но наибольшее распространение получили вертикальные выпарные аппараты, как правило, трехкорпусные. Перед первым корпусом сироп подогревают до 97 °С. Температура кипения сиропа в этом корпусе составляет 100 °С, соответственно во втором корпусе – 86 °С, в третьем – 67,7 °С.

Уваривание густых сиропов до патоки. Очищенный густой сироп с концентрацией сухих веществ 55 - 57 % уваривают в вакуум-аппаратах до патоки с содержанием сухих веществ не менее 78 %. Для получения патоки высокого качества процесс уваривания ведут при температуре не выше 60 °С.

Продолжительность процесса уваривания должна быть минимальной (50 - 55 мин).

Охлаждение патоки. Патока, выходящая из вакуум-аппарата, имеет температуру 60 - 70 °С. Так как это вязкий продукт, то естественное охлаждение идет очень медленно при быстром нарастании цветности за счет образования красящих веществ. Чтобы избежать этого, стремятся быстро (в течение 40 - 80 мин) охладить ее до температуры 40 - 45 °С. Для этой цели используют змеевиковый теплообменник. В центре теплообменника находятся циркуляционная труба и мешалка. Резервуар имеет коническое днище и крышку. Холодная вода поступает через воронки отдельно в каждый змеевик, а отработавшая вода отводится через общую воронку. Горячая патока, проходя между трубами змеевиков, охлаждается и самотеком выходит в сборник. Затем патоку фасуют и хранят.

6.4. Технология глюкозно-фруктозных сиропов

Для получения глюкозно-фруктозного сиропа используют гидролизаты крахмала с высоким содержанием глюкозы (96 %), полученные при ферментативном гидролизе крахмала. Для удаления растворимых примесей (зольных элементов, особенно ионов кальция, красящих веществ, протеина и др.) глюкозный сироп обрабатывают ионообменными смолами и активированным углем.

Очищенный глюкозный сироп направляют на выпаривание до содержания сухих веществ 40 - 50 %. При более высокой концентрации сиропа увеличивается его вязкость и падает скорость изомеризации. Иногда вместо выпаривания сироп стерилизуют при температуре 125 °С в течение 2 мин, после чего охлаждают до температуры 60 °С. В подготовленный субстрат добавляют ионы магния и кобальта для повышения активности фермента, а также бисульфит для предупреждения развития микрофлоры.

Ферментный препарат (глюкоизомераза) дозируется по его глюкоизомеразной активности. В процессе изомеризации необходимо контролировать и поддерживать на заданном уровне величину pH субстрата. Изомеризация длится около 20 - 24 ч до 42 %-ного содержания фруктозы в гидролизате. Далее сироп отстаивают в течение нескольких часов и сливают так, чтобы осевший на дно фермент был покрыт слоем сиропа во избежание его контакта с воздухом. В реактор вновь подают свежий субстрат - и начинается новый цикл. Фермент используют 5 - 30 суток и выводят из производства.

Полученный сироп подкисляют соляной кислотой до достижения pH 4,5, очищают ионообменными смолами и обесцвечивают активированным углем. Затем его уваривают при температуре 60 °С (при более высоких температурах фруктоза разлагается) в выпарных аппаратах пленочного типа до содержания сухих веществ в пределах 71 - 74 %, охлаждают до температуры 30 °С и хранят при температуре 25 - 30 °С, так как при температуре ниже 25 °С начинается кристаллизация глюкозы, а при температуре выше 30 °С нарастает цветность сиропа из-за разложения моносахаридов.

По своим свойствам такие сиропы близки к инвертному сахару. Из-за большого содержания моносахаридов, особенно фруктозы, использование сиропов позволяет получать кондитерские изделия повышенного качества: они долго остаются свежими и не засыхают. Хлебобулочные изделия, приготовленные на глюкозно-фруктозном сиропе, имеют лучшую окраску корки. Сироп с 90%-ным содержанием фруктозы позволяет получать пищевые продукты пониженной калорийности благодаря снижению содержания сахара в рецептуре изделий за счет очень сладкого вкуса сиропа. Глюкозно-фруктозные сиропы используют также при производстве джемов и консервов для усиления их фруктового аромата.

6.5. Технология модифицированных крахмалов

Для различных отраслей промышленности выпускают также крахмалы с измененными природными свойствами. Их называют **модифицированными**. Такие крахмалы получают за счет физических, химических и биохимических воздействий на исходный крахмал. По характеру изменений все модифицированные крахмалы условно делят на расщепленные крахмалы и замешенные крахмалы, а также сополимеры крахмала.

Расщепленные крахмалы. Группу так называемых расщепленных крахмалов называют еще жидкокипящими, так как клейстеры таких крахмалов имеют низкую вязкость. Крахмалы этой группы получают путем расщепления полисахаридных цепей кислотой, окислителями, амилазами, некоторыми солями, облучением γ -лучами и т. д. В результате указанных воздействий происходит хаотическое или направленное расщепление глюкозидных и других связей, уменьшается молекулярная масса, возникают внутренние и межмолекулярные связи, появляются новые карбонильные и карбоксильные группы. При этом может происходить частичное нарушение структуры зерен крахмала, но зернистая форма крахмала сохраняется.

Окисленные крахмалы. Их получают воздействием на крахмал перманганатов, перекисей, йодной кислоты, ее солей и других соединений. В результате происходит гидролитическое расщепление глюкозидных связей с образованием карбонильных групп, окисление спиртовых групп в карбонильные, а затем в карбоксильные. Крахмалы, окисленные йодной кислотой, имеют по две альдегидные группы в глюкозном остатке – их называют диальдегидными.

Набухающие крахмалы. К группе набухающих крахмалов относят модифицированные крахмалы, полученные при влаготермической обработке, которая вызывает частичное или полное разрушение структуры зерен крахмала.

Технология получения набухающих крахмалов состоит в следующем: в суспензию крахмала с концентрацией сухих веществ 40 – 42 % вводят различные химические реагенты в зависимости от назначения получаемых крахмалов (алюмокалиевые квасцы, соли фосфорной кислоты, метилцеллюлозу и др.) и выдерживают в течение 15 мин при температуре 40-45 °С, после чего подают на вальцовые сушилки для клейстеризации и высушивания. Крахмал

сушат в тонком слое, пленку срезают ножом с барабана, измельчают, просеивают, после чего готовый крахмал фасуют.

6.6. Производство сухого крахмала

Сухой крахмал – это «готовая» продукция крахмальных заводов. Сухой крахмал хорошо хранится и транспортируется, не изменяя своих свойств. Равновесная влага сухого картофельного крахмала – 20 %, кукурузного – 13 %. [1]

Содержание влаги в сыром крахмале 40 - 55%, из них на долю свободной влаги приходится 12 - 15 %, сорбционно связанной – 35 - 38 %. Тепловая обработка крахмала при повышенной исходной его влажности может привести к изменениям его свойств: растрескиванию крахмальных зерен, частичной клейстеризации, утере блеска. Поэтому сушку крахмала ведут в условиях, не допускающих его перегрева.

Принципиальная схема производства сухого крахмала состоит из следующих операций:

- 1) *подготовка сырого крахмала к высушиванию;*
- 2) *механическое обезвоживание крахмала (центрифугирование);*
- 3) *сушка;*
- 4) *обработка (отделка) сухого крахмала (дробление, прессование, упаковывание).*

Подготовка сырого крахмала к сушке. Из сырого крахмала разводят крахмальное молоко с концентрацией 12 - 14 %, затем на ситах отделяют крупные механические примеси, которые могли попасть при транспортировании и погрузке, далее суспензию обрабатывают на ситах с капроновой сеткой для удаления мелкой мезги и в гидроциклонах для отделения песка. Очищенный крахмал в виде крахмальной суспензии с концентрацией 36 - 38 % направляют в цех получения сухого крахмала.

Механическое обезвоживание крахмала. Эта стадия способствует экономии расхода тепла на сушку и получению готового продукта высокого качества. Для этой цели используют автоматизированные центрифуги различных систем или вакуум-фильтры. После центрифугирования кукурузный крахмал имеет влажность 34 - 36 %, картофельный – 37 - 39 %.

Сушка крахмала. Сушку ведут в сушилках различных систем, используя в качестве теплоносителя подогретый воздух. Наибольшее распространение получили пневматические сушилки. [26] Сушка крахмала в них производится в потоке горячего воздуха. Скорость движения смеси крахмал – воздух подбирается таким образом, чтобы обеспечить практически мгновенное высушивание продукта. Благодаря такой скорости сушки температура теплоносителя перед входом в сушилку 150 °С и выше.

Обработка сухого крахмала. Температура крахмала после пневматической сушилки 40 - 45 °С, он может содержать некоторое количество крахмальной крупки. Охлаждение и просеивание крахмала производят на центробежных буратах. Крахмал непрерывно подается внутрь вращающегося цилиндрического барабана, подвергается ударам планок бичевого барабана, измельчается и

просеивается. Просеянный крахмал пневмотранспортом подают в бункер, а транспортирующий воздух пропускают через циклоу, где от него отделяется крахмальная пыль.

Хранят крахмал в мешках или в силосах, на специальных автоматах его фасуют в мелкую тару. Крахмал гигроскопичен, поэтому в складских помещениях поддерживают относительную влажность воздуха не более 90 % и температуру не выше 10 °С.

Качество сухого крахмала. Качество сухого картофельного крахмала должно соответствовать требованиям, который предусматривает выпуск следующих сортов крахмала: экстра, высший, 1, 2.

Сухой кукурузный крахмал должен отвечать требованиям ГОСТ 32159-2013 «Крахмал кукурузный. Общие технические условия». Его выпускают высшего, I сортов и амилопектиновый.

Контрольные вопросы

1. Как получают сырой картофельный крахмал?
2. Какие операции входят в технологический процесс производства картофельного крахмала?
3. Дайте характеристику картофеля как сырья для производства крахмала.
4. Как получают кукурузный крахмал?
5. Какие операции входят в технологический процесс производства кукурузного крахмала?
6. Какие виды патоки вы знаете?
7. Какие операции входят в технологический процесс производства крахмальной патоки?
8. Как проводят кислотный гидролиз крахмала?
9. Как проводят ферментативный гидролиз крахмала?
10. Как проводят кислотно-ферментативный гидролиз крахмала?
11. Какие виды модифицированного крахмала вы знаете?
12. Как получают модифицированные крахмалы? Применение в пищевой промышленности.
13. Где используются модифицированные крахмалы? Преимущества.
14. Охарактеризуйте основные стадии производства сухого крахмала.
15. Назовите ассортимент сухого картофельного и кукурузного крахмала.

Раздел 7. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭТИЛОВОГО СПИРТА

План

- 7.1. Общая характеристика спирта и его свойства.
- 7.2. Характеристика сырья для производства спирта.
- 7.3. Технология спирта из зерно-картофельного сырья.
- 7.4. Производство спирта из мелассы.

7.1. Общая характеристика спирта и его свойства

Спирт этиловый ректификованный – прозрачная бесцветная жидкость без привкуса и запаха посторонних веществ, применяемая в пищевой (для приготовления ликеро-водочных изделий, виноградных и плодово-ягодных вин), химической, парфюмерной, лакокрасочной, фармацевтической и других отраслях промышленности. [26]

Химическая формула спирта C_2H_5OH , относительная плотность 0,7893 г/см³ при 20 °С, температура кипения 78,35 °С, температура замерзания - минус 117 °С, теплота сгорания 26665 кДж/кг.

Этиловый спирт очень гигроскопичен и смешивается с водой, эфиром, глицерином, бензином и другими органическими растворителями в любых соотношениях.

Химически чистый этиловый спирт имеет нейтральную реакцию. Спирт, вырабатываемый промышленностью, содержит небольшое количество карбоновых кислот, поэтому реакция его слабокислая.

Крепость спирта выражают в «градусах» – объёмных процентах (сокращенно % об.), то есть отношении объёма растворённого безводного спирта к объёму всего напитка, умноженному на 100 %. Спирт и его крепкие (более 40 % об.) водные растворы горят бледно-голубым слабо светящим пламенем. Спирт обладает взрывоопасными свойствами в границах от 13,7 % к объёму воздуха.

Пары спирта вредны для человека. Предельно допустимая концентрация их в воздухе 1000 мг/м³, токсическая – 1600 мг/м³. Запах паров спирта ощущается в воздухе при концентрации 250 мг/м³.

Существует 2 основных способа получения этанола – микробиологический (спиртовое брожение) и синтетический (гидратация этилена).

Спирт, очищенный от сопутствующих примесей, образовавшихся в процессе его производства, называется *ректификованный*.

В соответствии с нормативной документацией в зависимости от степени очистки этиловый ректификованный спирт из пищевого сырья подразделяют на спирт:

- первого сорта (96,0 об. %) – для производства алкогольных напитков не используется);
- высшей очистки (96,2 об. %) – изготавливается из смеси зерна, картофеля, сахарной свеклы, чёрной патоки (в любых пропорциях);
- «Базис» (96,0 об. %) – вырабатывают из любого сырья сельскохозяйственного происхождения (за исключением фруктового);

- «Экстра» (96,3 об. %) – вырабатывают из различных видов зерна и их смеси в различных соотношениях, смеси зерна и картофеля (количество крахмала картофеля в смеси не должно превышать 60%);
- «Люкс» (96,3 об. %) – вырабатывают из различных видов зерна и их смеси в различных соотношениях;
- «Альфа» (96,3 об. %) – вырабатывают из пшеницы, ржи или из смеси пшеницы и ржи в различных соотношениях.

7.2. Характеристика сырья для производства спирта

Для производства этилового спирта используется крахмалсодержащее сырье – различные виды зерна (пшеница, рожь, ячмень овес) и картофель. [28]

Спирт, вырабатываемый из зерно-картофельного сырья, обладает специфическим запахом, обусловленным присутствием в нем относительно небольшого количества различных примесей: карбоновых кислот, эфиров, альдегидов, компонентов сивушного масла и других соединений.

В спиртовом производстве из зерна и картофеля вырабатывают спирт-сырец, спирт этиловый ректификованный I сорта, спирт этиловый ректификованный высшей очистки и спирт этиловый ректификованный «Экстра». На производство спирта этилового ректификованного «Экстра» используются все виды кондиционного зерна (пшеница, рожь, ячмень и т.д.), а в отдельных случаях, например, при выработке водки «Русская» – до 35 % здорового картофеля.

Зерно по влажности классифицируют на сухое (13,5 - 14,0 %), средней сухости (13,5 - 16 %), влажное (15 - 18 %), сырое (свыше 18 %). По содержанию сорной примеси товарное зерно подразделяют на чистое (до 1 - 2 %), средней чистоты (2 - 4 %), сорное (свыше 4 %).

Картофель наиболее полно отвечает технологическим требованиям спиртового производства, так как быстро разваривается, образует достаточно подвижную массу, содержащую необходимые количества азотистых веществ для питания дрожжей, дает наиболее высокий выход спирта. Количество воды в картофеле колеблется от 64 до 86 %, крахмала – 8 - 30 % в зависимости от сорта, размера клубней, степени их зрелости. Для производства спирта картофель по внешнему виду клубней должен быть целым, сухим, без заболеваний, непроросшим, однородным или разнородным по окраске. По форме и размеру картофель может быть любой формы, с размером по наибольшему поперечному диаметру не менее 30 мм.

Меласса является отходом сахарного производства с высоким содержанием сухих веществ (74 - 84 %), до 60 % которых составляет сахароза, непосредственно сбраживаемая дрожжами.

В качестве *осахаривающих материалов* в спиртовом производстве применяют свежепроросший солод, а также ферментные препараты микробиологического происхождения в виде поверхностных и глубинных культур, а также концентрированных препаратов.

В спиртовом производстве используется *вода* питьевая и техническая. По бактериологическим показателям вода, подаваемая в водопроводную сеть, должна соответствовать следующим нормам: общее количество бактерий в 1 мл неразбавленной воды – не более 100, коли-индекс – не более 3, коли-титр – не более 300. В зависимости от объекта применения к воде предъявляются различные требования, например, для приготовления замеса перед развариванием используется техническая вода с температурой не более 50 °С, рН = 4,5 - 5,5, жесткостью не выше 12 мг·экв/л. Не допускается присутствия в ней солей тяжелых металлов (ртути, свинца и т.д.), а также солей азотистой кислоты.

В зависимости от сырья, из которого получают спирт, различают технический (гидролизный, сульфитный, синтетический) и пищевой спирт.

Пищевой спирт получают из зерна, картофеля, мелассы, сахарной свеклы, сахарного тростника. Он используется для приготовления ликеро-водочных изделий, крепления вин, в медицинской и фармацевтической промышленности, для производства пищевого уксуса. [28]

Технический спирт получают биохимическим способом из древесины (гидролизный) и сульфитных щелоков (сульфитный), а также химическим - путем присоединения воды к этилену (синтетический). Его используют как исходное сырье для химического синтеза, в качестве растворителя при производстве синтетического каучука, волокна, искусственного шелка, искусственной кожи, пластмасс, фото- и кинопленки, органического стекла, лаков, красок и т.д.

7.3. Технология спирта из зерно-картофельного сырья

Стадии технологического процесса. Переработка зерна и картофеля на спирт осуществляется по однотипной технологии (рис. 7.1) и состоит из следующих стадий: *подготовка сырья к переработке; разваривание крахмалосодержащего сырья; осахаривание крахмалосодержащего сырья; культивирование дрожжей; сбраживание осахаренной массы; перегонка бражки; ректификация спирта.*

Подготовка сырья к развариванию включает следующие операции: *очистка от примесей → измельчение → приготовление замеса (кашки).*

Зерно и картофель поступают на завод железнодорожным или автомобильным транспортом. Зерно после предварительной очистки на воздушно-ситовых сепараторах хранят в элеваторах или хранилищах амбарного типа, картофель – в буртах или картофеле-хранилищах. [26]

Перед подачей в производство *зерно* предварительно очищают от пыли, земли, камней на воздушно-ситовых сепараторах, от металлических примесей - на магнитных сепараторах. Овес перед измельчением *обрушивают* (отделяют пленки) на овсорушках с рифленой поверхностью. Обрушивание необходимо, так как большое количество пленок в виде шелухи засоряет трубопроводы, брагоперегонные аппараты, всплывает на поверхность бродящего сусла и ухудшает процесс сбраживания.

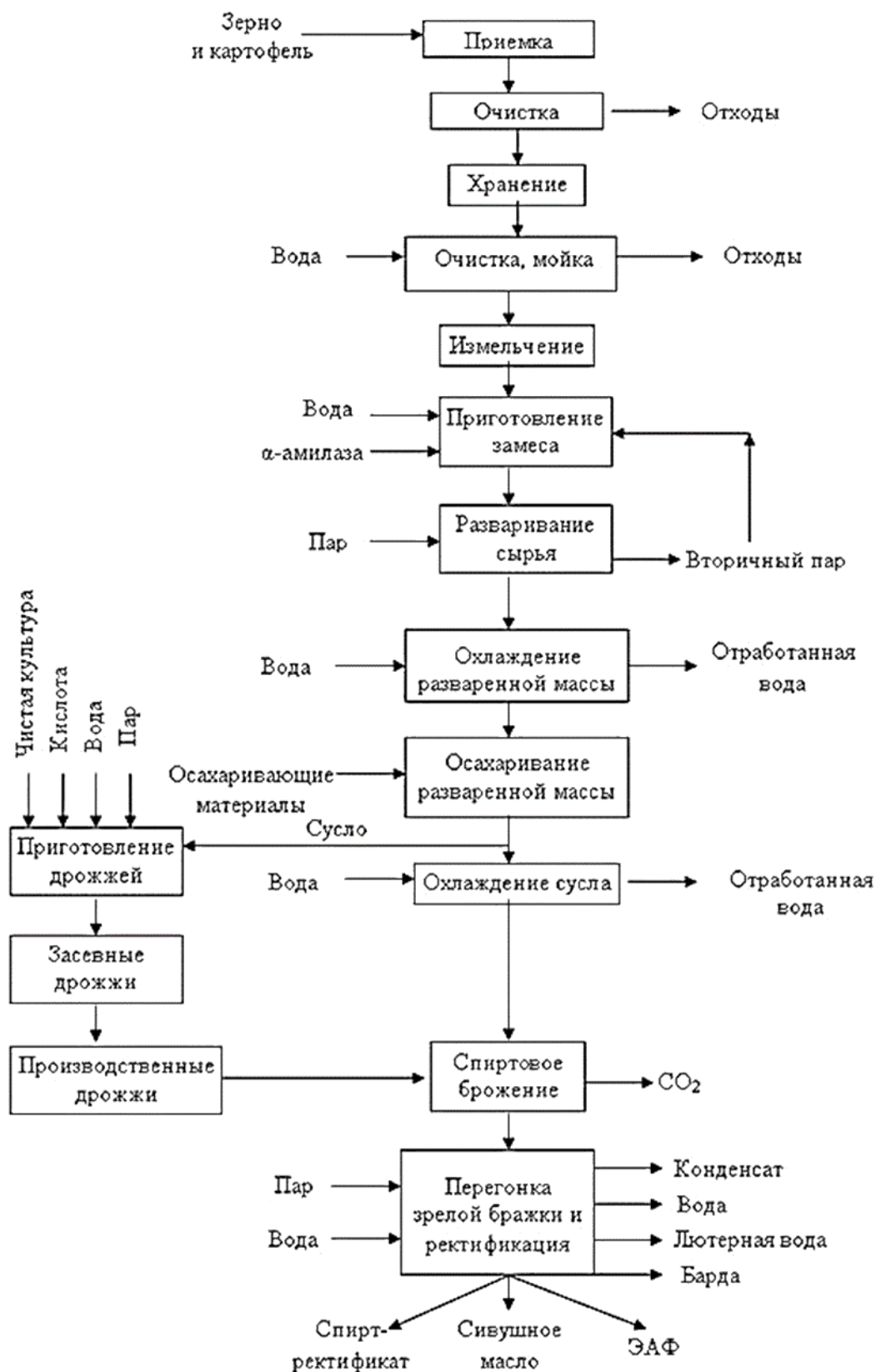


Рис. 7.1. Принципиальная технологическая схема производства спирта из зерна и картофеля

Картофель от примесей земли, соломы, ботвы, камней, песка и др. освобождают с помощью соломолушек и камнелушек. Для окончательного отделения от земли картофель моют в картофелемойках 5-7 мин. Обычно

используют теплую воду. Если картофель подмороженный, то моют только холодной водой.

Зерно не моют.

Очищенное сырье направляют на измельчение. *Цель измельчения* – подготовить крахмал сырья к действию ферментов. Зерно и картофель в производстве спирта необходимо измельчать как можно тоньше, чтобы увеличить гидролиз составных веществ сырья.

Картофель измельчают на молотковых дробилках или картофелетерках до размера частиц не более 3 мм, зерно – на молотковых дробилках или вальцевых станках до размера частиц 1,0-1,5 мм. Более тонкое измельчение (до 0,25 мм) позволяет вести разваривание при более низкой температуре (80-105 °С).

Измельченное зерно смешивают с водой в соотношении 1:2-1:3 (получают *замес*), к картофелю добавляют 15-20 % воды от массы сырья (получают *картофельную кашку*). Количество добавляемой воды должно быть таким, чтобы в полученном сусле концентрация сухих веществ составляла 18-19%. При более высокой концентрации повышается вязкость массы и увеличивается расход осахаривающих материалов. [24]

Разваривание сырья. Крахмал, который содержится в клетках картофеля или зерна, окружен клеточной оболочкой и недоступен для действия амилолитических ферментов. Механическим разрушением удастся вскрыть только часть клеток сырья. Поэтому, чтобы перевести крахмал из нерастворимого состояния в растворимое и полностью разрушить клеточную структуру, необходимо провести водно-тепловую обработку - разваривание сырья. *Цель разваривания* – подготовка крахмала сырья к осахариванию амилолитическими ферментами солода или микробных ферментных препаратов.

Перед развариванием с целью экономии пара на разваривание, а также для набухания и клейстеризации крахмала проводят *подваривание*.

Для этого замес быстро подогревают экстрапаром (вторичным паром) до температуры 85 - 95 °С, выдерживают 1,0 - 1,5 час; картофельную кашку нагревают до 40 - 45 °С, длительность выдержки не более 30 мин.

После подваривания крахмалистое сырье поступает на разваривание, где подвергается обработке при высоких температурах.

Основные *способы разваривания*: периодический, полунепрерывный, непрерывный. На большинстве заводов используют непрерывные способы.

Непрерывные способы. Сущность заключается в том, что сырье измельчают, подваривают, что позволяет смягчить режим варки, снизить потери сбраживаемых сахаров, увеличить выход спирта. Замес непрерывным потоком движется через все аппараты установки и удаляется из нее в готовом виде.

Существует несколько схем (установок) непрерывного разваривания.

На отечественных спиртзаводах в качестве типовой принята схема ВНИИПрБ. Установка включает дробилки, смеситель-предразварник (подогрев вторичным паром замеса до температуры 75 - 85 °С, кашки до – 45 °С), контактную головку (нагрев замеса или кашки острым паром до температуры 130 - 140 °С), несколько варочных колонн первой и второй ступени.

В колоннах давление одинаковое, а разность уровней ввода массы в колонны разная. За счет этого происходит перемещение массы из одной колонны в другую. Из последней колонны разваренное сырье автоматически вытесняется в паросепаратор. В нем происходит выделение пара из массы за счет разницы давлений в колоннах и паросепараторе. Выделяющийся пар поступает в предразварник.

Полунепрерывное разваривание. Согласно этой схеме сырье не измельчают, подваривание проводят. Разваривание сырья осуществляется периодически, а доваривание и отвод в осахариватель – непрерывно. Варка идет в три стадии: в предразварнике (происходит предварительный нагрев и набухание сырья), в разварнике (разваривание) и в выдерживателе-паросепараторе (доваривание). Разваренное сырье выдувают в выдерживатель, где сырье доваривается до полной готовности и отделяется избыток пара. Из него разваренное сырье непрерывно поступает на осахаривание.

Периодическая схема. Сырье не измельчают. Разваривание ведут в разварнике до полной готовности и разваренную массу выдувают в паросепаратор или непосредственно в осахариватель.

Готовность разваренной массы определяют по цвету. Он должен быть в зависимости от степени измельчения сырья, температуры и продолжительности разваривания, темно-желтым со светло-коричневым оттенком для зерновой массы, для картофельной массы – светло-коричневым с зеленоватым оттенком.

Осахаривание разваренной массы. Цель осахаривания – гидролиз крахмала и других составных частей сырья с помощью ферментов осахаривающих материалов и получение осахаренного сусла. *Осахаривающими материалами* являются свежепроросший солод или микробные ферментные препараты.

Солод применяют в виде солодового молока. Для его получения используют свежепроросший солод из ячменя, ржи, пшеницы, проса и овса. Используют только смесь солодов: 50 % ячменного (пшеничного или ржаного), 25 % просяного, 25 % овсяного или 50 % ячменного (пшеничного, ржаного), 50% просяного (или овсяного). Это связано с тем, что различные зерновые культуры дают солод с разной активностью ферментов, в частности амилолитических. Солод только из одной культуры не содержит всех необходимых ферментов (α -амилазы, β -амилазы, декстриназы) для полного гидролиза крахмала.

Приготовление солодового молока: свежепроросший солод моют холодной водой, дезинфицируют хлорной известью или формалином в течение 20 мин, измельчают на дисковых или вальцевых дробилках. Затем смешивают с водой в соотношении 1:4-1:5, дополнительно обрабатывают раствором формалина, выдерживают 20 - 30 мин и передают на осахаривание.

Расход солода определяют по активности амилолитических (АС) или декстринолитических (ДС) ферментов. Для осахаривания 1 т крахмала сырья необходимо 700 ед. АС или 6000 ед. ДС.

Микробные ферментные препараты используют неочищенные или технические, так как высоко-очищенные очень дорогие и их применение экономически невыгодно. В основном применяют препараты, содержащие

преимущественно α -амилазу: Амилосубтилин ГЗх, Глюкоаваморин Гх, Амилоризин Пх, Амило-диастатин Гх и др. [24]

Использование ферментных препаратов – прогрессивный способ осахаривания, так как исключаются потери сухих веществ сырья на проращивание, нет необходимости при спиртзаводах строить солодовни, ферментные препараты можно получать на специализированных биохимических заводах. Путем смешивания ферментных препаратов, имеющих различные группы ферментов, возможна регуляция углеводного и азотистого состава сусла.

Подготовка ферментных препаратов: глубинную культуру плесневых грибов или бактерий дезинфицируют формалином; сухую поверхностную культуру смешивают с водой температурой 28-30°C в соотношении 1:1. Затем ее тщательно измельчают на дробилках, добавляют воду в количестве 3 - 4 дм³ на 1 кг препарата, дезинфицируют раствором формалина, выдерживают 25 - 30 мин и направляют на осахаривание.

Расход поверхностной культуры – 5 % к массе крахмала разваренной массы.

Можно использовать смесь сухой культуры ферментных препаратов и солода. Их вместе измельчают и готовят суспензию наподобие солодового молока.

При осахаривании крахмала в спиртовом производстве необходимо достичь полного его гидролиза до сбраживаемых сахаров. На практике осахаривание протекает на нескольких технологических стадиях:

- при разваривании сырья;
- при осахаривании при оптимальной температуре для действия ферментов;
- при брожении (температура благоприятная для жизнедеятельности дрожжей, но не ферментов).

При разваривании под действием бактериальной α -амилазы гидролиз крахмала незначителен, образуются, главным образом, декстрины.

На стадии осахаривания образуется максимальное количество сбраживаемых сахаров. Крахмал гидролизуются на 70 -75 % до глюкозы и мальтозы и 25 - 30 % предельных декстринов. Причем если используется в качестве осахаривающего материала солод, то образуется 71 - 76 % мальтозы и 24 - 29 % глюкозы от суммы сбраживаемых сахаров; если применяют ферментные препараты, то 14 - 21 % мальтозы и 79 - 80 % глюкозы.

Некрахмальные полисахариды под действием ферментов солода почти не гидролизуются, ферментными препаратами гидролизуются в незначительной степени, что является положительным, так как возрастает количество сбраживаемых сахаров.

При осахаривании гидролизуются также белки под действием протеолитических ферментов до пептонов, полипептидов аминокислот (необходимы для питания дрожжей). Причем солод при гидролизе дает больше аминокислот, чем ферментные препараты

Предельные декстрины доосахариваются до мальтозы в процессе брожения декстриназой солода или глюкоамилазой ферментных препаратов.

На скорость осахаривания крахмала влияют температура и pH среды. Оптимальная температура для действия амилазы солода на 2%-ный раствор картофельного крахмала составляет 53 - 58 °С. Однако для клейстеризации нерастворенного крахмала, вносимого с солодом, и стерилизации замеса необходима более высокая температура. При таких температурах (свыше 56 °С) амилаза инактивируется, но медленно. Поэтому осахаривание проводят при температуре 60 - 62 °С. Эта температура хотя и выше оптимальной, но присутствующие в заторе защитные вещества (сахара, декстрины, пептиды) предохраняют амилазу от инактивации.

pH затора 4,9-5,6. Осахаривание разваренной массы осуществляют непрерывным, реже периодическим способами. Независимо от способа, осахаривание предусматривает следующие операции:

охлаждение разваренной массы до температуры осахаривания → смешивание с осахаривающими материалами → осахаривание крахмала → охлаждение сусла до температуры «складки», т.е. начальной температуры брожения → перекачивание сусла в дрожжевое и бродильное отделение завода.

При периодическом осахаривании все операции, кроме последней, выполняются в одном аппарате (заторном чане). При непрерывном - в отдельных аппаратах, устанавливаемых последовательно, или в одном аппарате, в котором происходит выполнение нескольких операций.

Периодический способ проводится в осаживателе – заторном чане чашеобразной формы с мешалкой для перемешивания и змеевиком для охлаждения. В осаживатель набирают 5 % от всего количества осахаривающего материала и холодную воду, чтобы она покрыла лопасти мешалки. Включают мешалку и быстро выдувают из паросепаратора разваренную массу. Когда температура достигнет 75 - 80 °С, в змеевик пускают воду. Массу охлаждают до температуры 62 - 63 °С, добавляют остальное количество осахаривающего материала, перемешивают 5 мин и осахаривают при отключенной мешалке 15 - 20 мин. Конец осахаривания определяют по йодной пробе. Затем мешалку включают, в змеевик подают холодную воду и охлаждают сусло до температуры 29 - 30 °С.

Непрерывное осахаривание. Существует несколько способов. Наиболее простой – *одноступенчатое осахаривание*. Проводят в осаживателе – цилиндрической емкости со сферическим или коническим днищем, мешалкой, регулятором уровня и змеевиком для охлаждения. В осаживатель подают воду и часть осахаривающего материала. Затем из паросепаратора поступает разваренная масса, которую охлаждают до температуры 65 °С. Вносят оставшееся количество осахаривающего материала. Температура при этом понижается до 57 - 58 °С. Осахаривают 20 - 25 мин и затем в аппарат непрерывно подают разваренную массу и осахаривающие материалы и непрерывно отводят осаживаемое сусло. Сусло охлаждают до температуры «складки» в теплообменнике типа «труба в трубе».

Двухступенчатое осахаривание. Разваренное сырье из паросепаратора непрерывно поступает в осаживатель первой ступени, куда вводят 30 % от всего количества осахаривающих материалов. Температура 60 - 61 °С,

продолжительность 10 мин. Конструкция осахаривателя аналогична аппарату в одноступенчатом способе.

Затем насосом затор перекачивают в осахариватель второй ступени, представляющий собой несколько труб длиной 5 - 6 м, соединенных на концах между собой «калачами». Вводят остальную часть (70 %) осахаривающих материалов. Температура 57 - 58 °С, продолжительность 2 - 5 мин. Сусло охлаждают так же, как в предыдущем способе.

Осахаривание (как одно-, так и двухступенчатое) может проводиться с одно- или двухступенчатым *вакуум-охлаждением*. Сущность вакуум-охлаждения заключается в том, что при разряжении (0,08 МПа) происходит самоиспарение воды, в результате чего температура массы почти мгновенно понижается от 104 - 105 °С до соответствующей создаваемому разряжению (62 - 63 °С).

При *одноступенчатом охлаждении* разваренную массу охлаждают в вакуум-испарительной камере, а осахаренное сусло в теплообменнике. При *двухступенчатом вакуум-охлаждении* и разваренную массу, и полученное сусло охлаждают в вакуум-испарительных камерах.

Осахаренное сусло должно иметь следующие показатели:

Полнота осахаривания определяется по йодной пробе. При использовании в качестве осахаривающего материала солодового молока цвет раствора йода с каплей фильтрата не должен изменяться. Красный цвет свидетельствует о наличии в сусле декстринов, сине-фиолетовый – о присутствии неосахаренного крахмала. Применение ферментных препаратов для осахаривания может оставлять окраску фильтрата с йодом светло-коричневой.

Содержание сухих веществ – 16 - 18 %, в т.ч. 13 - 15 % – сбраживаемые сахара.

Доброкачественность – отношение общего количества содержащихся в сусле сбраживаемых углеводов к общей сумме растворимых сухих веществ, выраженное в процентах. Доброкачественность должна быть в пределах 76 - 78 %.

Кислотность выражают в градусах кислотности. 1° кислотности соответствует 1 см³ раствора NaOH концентрацией 1 моль/дм³, израсходованного на нейтрализацию 20 см³ раствора (сусла, бражки). Кислотность должна быть в пределах 0,2 - 0,3°, что соответствует рН 4,9 - 5,6. Кислотность сусла меньше 0,2° может привести к развитию посторонней микрофлоры, выше 0,4° – к инаktivации ферментов.

Подготовка дрожжей к сбраживанию сусла. Для сбраживания зерно-картофельного сусла сначала подготавливают дрожжи. Используют расы верховых дрожжей XII, II, М и др. [28]

Оптимальная температура для размножения дрожжей 29 - 30 °С. Однако дрожжи проявляют максимальную бродильную активность при температуре 17 - 22 °С. Поэтому размножение биомассы дрожжей ведут именно при этой температуре. Эта же температура позволяет предотвратить развитие посторонних микроорганизмов.

Сусло, идущее на выращивание дрожжей, подкисляют до рН 3,8 - 4,0. Дрожжи при значениях рН ниже 4,2 продолжают развиваться, а посторонняя микрофлора, в частности молочнокислые бактерии, нет.

В зависимости от того, чем подкисляют сусло (серной или молочной кислотой), различают соответственно *дрожжи сернокислые и молочнокислые*. На спиртовых заводах чаще всего готовят сернокислые дрожжи. [28]

Дрожжи размножают из чистой культуры по схеме:

ЧКД → Засевные дрожжи → Производственные дрожжи.

Разведение засевных дрожжей из чистой культуры. Чистая культура дрожжей (ЧКД) на спиртзаводы поступает в пробирках. Выращивают чистую культуру путем последовательного пересева дрожжей в стерильное сусло в пробирки, затем колбы и бутылки на 5 дм³. После этого содержимое бутылки переливают в дрожжанку с 50 дм³ нестерильного сусла с концентрацией сухих веществ 16 - 18 %. Накопление биомассы ведут при температуре 30 °С в течение 24 час до достижения 5 - 6 % сухих веществ. В результате получают *засевные дрожжи*. Их готовят один раз в начале производственного сезона. В дальнейшем засевные дрожжи отбирают от производственных в количестве 10 % от объема бражки. Очищают от посторонних микроорганизмов путем обработки серной кислотой до pH 2,0 в течение 30 мин.

Разведение производственных дрожжей. Производственные дрожжи выращивают из засевных дрожжей. Разводят периодическим или полунепрерывным способом в дрожжанках (герметично закрытых емкостях с мешалкой и змеевиками для подвода пара и воды).

Периодический способ включает следующие операции:

– для получения *сернокислых дрожжей*:

- 1) отбор в дрожжанку из осаживателя сусла с концентрацией сухих веществ 16 - 18 %;
- 2) пастеризация сусла при температуре 70 °С в течение 20 мин;
- 3) охлаждение до 50 °С;
- 4) подкисление серной кислотой до кислотности 0,7 - 0,8° для зернового сусла и 0,8-0,9° для картофельного сусла;
- 5) охлаждение до температуры 30 °С;
- 6) внесение засевных дрожжей в количестве 10 % от объема сусла;
- 7) охлаждение до температуры 18 - 22 °С;
- 8) размножение дрожжей в течение примерно 20 час до снижения концентрации сухих веществ на 2/3 от первоначальной величины;

– для получения *молочнокислых дрожжей*:

- 1) отбор в дрожжанку из осаживателя сусла с концентрацией сухих веществ 16 - 18 %;
- 2) охлаждение сусла до температуры 50 - 51 °С;
- 3) внесение засевной культуры молочнокислых бактерий в количестве 2 - 3 % от объема сусла;
- 4) молочнокислое брожение до повышения кислотности 2,0 - 2,2° для картофельного и 1,7 - 2,0° для зернового сусла;
- 5) отбор молочнокислой засевной культуры для следующего цикла;
- 6) пастеризация подкисленного сусла при температуре 75 °С в течение 30 мин;
- 7) охлаждение до температуры 30 °С;

8) внесение засевных дрожжей в количестве 10 % от объема сусла;

9) размножение дрожжей до снижения концентрации сухих веществ на 2/3 от первоначальной величины.

Общая продолжительность получения молочнокислых дрожжей - 30 ч.

Полунепрерывный способ. Приготовление дрожжей проводят в установке, состоящей из двух дрожжанок и одного пастеризатора. [26]

Предварительно готовят сусло в пастеризаторе, где его подвергают тепловой обработке и подкисляют серной кислотой до 0,7 - 0,8°.

При выращивании сернокислых дрожжей их размножают сначала периодическим способом в одной из дрожжанок. Затем 50 % дрожжей перекачивают во вторую свободную дрожжанку и обе доливают суслом концентрацией 14 - 15 % из пастеризатора, подкисляют серной кислотой до 0,7 - 0,8°. Оставляют на брожение при температуре 27 - 28 °С на 6 - 8 ч. После этого при концентрации сухих веществ 4 - 4,5 % из каждой дрожжанки 30 % зрелых дрожжей сливают в бродильный чан и дрожжанки вновь заливают пастеризованным суслом.

Сбраживание зерно-картофельного сусла. Цель этой стадии – сбраживание сахаров сусла дрожжами и образование спирта. Кроме того, при брожении сусла одновременно происходит доосахаривание декстринов.

В процессе брожения можно выделить *три периода*: возбуживание, главное брожение и дображивание.

В период *возбуживания* процесс размножения дрожжей, который не закончился в дрожжанках, продолжается в бродильном аппарате. Одновременно на этой стадии идет сбраживание сахаров.

На стадии *главного брожения* сбраживается основное количество сахара в спирт и CO₂.

При *дображивании* происходит гидролиз декстринов до мальтозы и ее сбраживание.

Бродящее сусло называется *бражкой*.

Брожение проводят в закрытых бродильных аппаратах - вертикальных цилиндрических емкостях со сферическим или коническим днищем и крышкой. Внутри имеется змеевик для охлаждения бродящей среды.

Брожение проводят периодическим, циклическим и непрерывно-поточным способами.

Непрерывно-поточный способ заключается в том, что каждая из трех вышеуказанных стадий проводится в одном или нескольких бродильных аппаратах, последовательно соединенных переточными трубами в батарею. Сбраживаемая среда непрерывно перемещается из одного аппарата в другой, из последнего аппарата зрелая бражка непрерывно отводится на перегонку. Концентрация дрожжей в течение всего процесса поддерживается постоянной и регулируется скоростью притока свежего сусла в батарею.

Установка состоит из 2-х дрожжанок, возбуживателя и 8 - 10 бродильных аппаратов. Дрожжанки служат для размножения производственных дрожжей полунепрерывным способом. В возбуживателе происходит первая стадия - возбуживание - накопление необходимой биомассы дрожжей (до 100 - 120 млн

клеток в см³), после чего содержимое возбраживателя перекачивают в головной бродильный аппарат. Когда первый аппарат заполнится суслом, начинается переток сброживаемой среды во второй, в третий и последующие аппараты.

Температура в первом бродильном аппарате 26 °С; во втором – 27 °С; в третьем – 29 - 30 °С; в остальных 27 - 28 °С.

В первых 3-4-х аппаратах идет главное брожение, выделяется много тепла, поэтому аппараты снабжены змеевиками или рубашками охлаждения. В остальных аппаратах батареи идет дображивание, змеевики отсутствуют, так как тепла выделяется мало.

Для обеспечения непрерывности процесса и предупреждения развития посторонних микроорганизмов проводят профилактическую стерилизацию бродильных аппаратов поочередно, но в разные сроки для головных аппаратов и остальных. Головные бродильные аппараты моют и дезинфицируют через 48 - 60 ч после начала притока сусла, остальные – через 60 - 72 ч.

Циклический способ – это разновидность полунепрерывного способа, где возбраживание и главное брожение протекают непрерывно, а дображивание – периодически. [24]

Установка включает 2-3 дрожжанки, 1 возбраживатель, 6-7 бродильных аппаратов, соединенных переточными трубами в батарею.

Дрожжи готовят периодическим способом. Бродящим суслом с дрожжами непрерывно заполняют за 25 - 30 ч с 1-го по 6-й аппараты, затем приток сусла прекращают и переводят на другую параллельную батарею. В первой батарее проводят дображивание при температуре не выше 30 °С в течение 32 - 38 ч.

Пока заполняется вторая батарея, в первой заканчивается дображивание. Ее освобождают от бражки, начиная с концевой аппарата (шестого), последовательно по направлению к головному (первому). Новый цикл брожения начинается с 7-го аппарата, который становится головным, переходя к 6-му, 5-му, 4-му, 3-му и 2-му аппаратам после их освобождения и стерилизации.

Таким образом, в первом цикле брожения сброживаемый поток движется в одном направлении (от 1-го к 6-му аппарату), во втором цикле - в обратном (от 7-го ко 2-му аппарату). При смене цикла крайние бродильные аппараты (1-й и 7-й) становятся головными. Стерилизация батареи осуществляется в противоположном направлении: в первый раз от концевой аппарата к головному, во второй раз – наоборот.

Недостатком данного способа сброживания является неодинаковая продолжительность пребывания бражки в отдельных аппаратах: наибольшая – в головных, наименьшая – в концевых, средняя – в остальных аппаратах. Это ведет к инфицированию и закисанию бражки, а следовательно, к потерям сахаров и снижению выхода спирта.

Периодический способ. Все стадии от начала до конца идут в одном аппарате. Бродильный аппарат заполняют осахаренным охлажденным суслом, вносят дрожжи в количестве 6 - 8 % от объема сусла. Продолжительность брожения может быть 72 ч (в этом случае начальная температура брожения 18 - 20 °С), либо 48 ч (температура «складки» 24 - 25 °С).

Температура в период главного брожения – 29 - 30 °С; в период дображивания – 27 - 28 °С. Температуру регулируют подачей воды в змеевик.

По окончании брожения получают полупродукт, который называется зрелая бражка. Ее направляют на перегонку. Бродильный аппарат моют горячей водой, дезинфицируют, пропаривают и снова используют для брожения.

Зрелая бражка должна иметь следующие показатели качества:

Крепость – содержание спирта, не менее 8,0 - 9,5 % об.

Видимая концентрация сухих веществ (отброд) – содержание растворимых сухих веществ в фильтрате бражки. Определяется сахаромером. Для каждого вида сырья отброд различен: просо - 0; пшеница – 0,9; ячмень – 1,2; картофель 0,4; овес – 1,1; рожь – 1,3. Повышение отброда говорит о том, что часть сахаров не сброжено, что приводит к снижению выхода спирта.

Содержание несброженных сахаров. По этому показателю оценивают работу завода. Если содержание растворимых углеводов (в г/100 см³) в бражке:

- до 0,25 – отлично;
- от 0,25 до 0,35 – хорошо;
- от 0,35 до 0,45 – удовлетворительно;
- более 0,45 – неудовлетворительно.

Кислотность зрелой бражки составляет 0,4 - 0,5°. Нарастание кислотности при брожении не должно превышать 0,15 - 0,2°, иначе это говорит о развитии посторонних микроорганизмов.

pH = 4,3-4,5.

Получение спирта-ректификата. Для получения спирта-сырца (СС) служат брагоперегонные сырцовые установки.

Одноколонная сырцовая установка (рис. 7.2) состоит из колонны 1, дефлегматора 3 и холодильника 4. Колонна представляет собой цилиндрический металлический аппарат, внутри которого располагаются контактные устройства - тарелки 2 (насадки различной конструкции, способствующие контакту пара и жидкости). В нижнюю часть колонны подается пар (П). [28]

Дефлегматор – это теплообменник, где происходит частичная конденсация паров. Холодильник предназначен для полной конденса

Колонна условно разделена на две части: нижнюю, которая называется отгонной или бражной, и верхнюю – спиртовую или концентрационную (укрепляющую). Такая колонна называется полной (одноколонной).

Неполные установки характеризуются тем, что отгонная и концентрационная колонны действуют самостоятельно (двухколонные).

В настоящее время чаще используют одноколонные установки. Они проще по устройству, меньше расходуют воды, пара, однако имеют большую высоту.

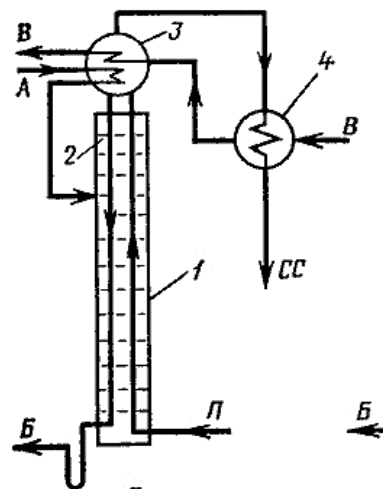


Рис. 7.2. Схема одноколонной сырцовой установки

Процесс получения спирта-сырца на одноколонных установках идет следующим образом. Из бродильного отделения *бражка* (А) непрерывно поступает в дефлегматор, где нагревается до 65 - 75 °С и направляется в среднюю часть колонны на тарелку (называется питающей). В нижнюю часть колонны вводится пар, который поднимается вверх, контактирует со стекающей вниз бражкой (или флегмой) и обогащается легколетучим компонентом.

Обогащенные пары спирта из верхней части колонны поступают в дефлегматор, где 2/3 конденсируется благодаря отдаче тепла на подогрев бражки и воды (В). Сконденсированная жидкость в дефлегматоре (называется флегмой) стекает в колонну. Из флегмы на тарелках в верхней части колонны при контакте с поднимающимися водно-спиртовыми парами извлекается спирт. При этом происходит укрепление или концентрирование водно-спиртовых паров. Данный процесс протекает непрерывно.

Несконденсированные пары из дефлегматора направляются в холодильник, где полностью конденсируются и охлаждаются. Выходит *спирт-сырец* (СС). Флегма, освобожденная от спирта, называется *лютерной водой* (Л), а бражка, из которой отогнан спирт – *бардой* (Б).

Требования к спирт-сырцу:

Внешний вид – прозрачная бесцветная жидкость без посторонних частиц.

Вкус и запах – характерный для используемого сырья, без привкусов и запахов посторонних веществ.

Крепость – не менее 88 % об.

Для очистки спирта-сырца от примесей можно использовать ректификационные установки периодического и непрерывного действия. В первых выход спирта составляет 75 %, во вторых – 94 - 96 %, поэтому последние более перспективны. Они состоят из 2-х, 3-х, 4-х и более колонн. Например, 2-колонная установка включает эшюраторную колонну, где из спирта-сырца выделяются головные примеси, и спиртовую, предназначенную для отделения промежуточных и хвостовых примесей. Такие установки обычно монтируются на ликероводочных заводах, куда поступает спирт-сырец.

Чаще всего на спиртзаводах получают ректифицированный спирт непосредственно из бражки на *брагоректификационных установках* (БРУ).

Брагоректификационные установки классифицируют по следующим признакам:

- по рабочему давлению в колонне: работающие при атмосферном давлении и под вакуумом;
- по технологическому принципу: прямого, косвенного и полупрямого (смешанного) действия;
- по числу колонн: трех-, четырех-, пятиколонные и более.

БРУ обычно состоят из трех основных колонн (бражной, эшюраторной и спиртовой) и 1-3 дополнительных.

Бражная колонна служит для отделения летучей части бражки от нелетучей.

Эшюраторная колонна предназначена для выделения головных примесей. Спирт, освобожденный от головной фракции, называется **эшюратом**.

Спиртовая колонна служит для освобождения спирта от промежуточных примесей. Выходит спирт-ректификат.

В качестве дополнительных в случае необходимости могут быть установлены *сивушная* колонна (для выделения и концентрирования промежуточных примесей) и колонна *окончательной очистки* (отделяются концевые примеси, которые уходят вместе с головными).

Различия БРУ по технологическому принципу заключаются в способе включения бражной колонны в схему ректификации. На спиртзаводах в качестве типовых приняты БРУ *косвенного действия* (рис. 7.3). [28]

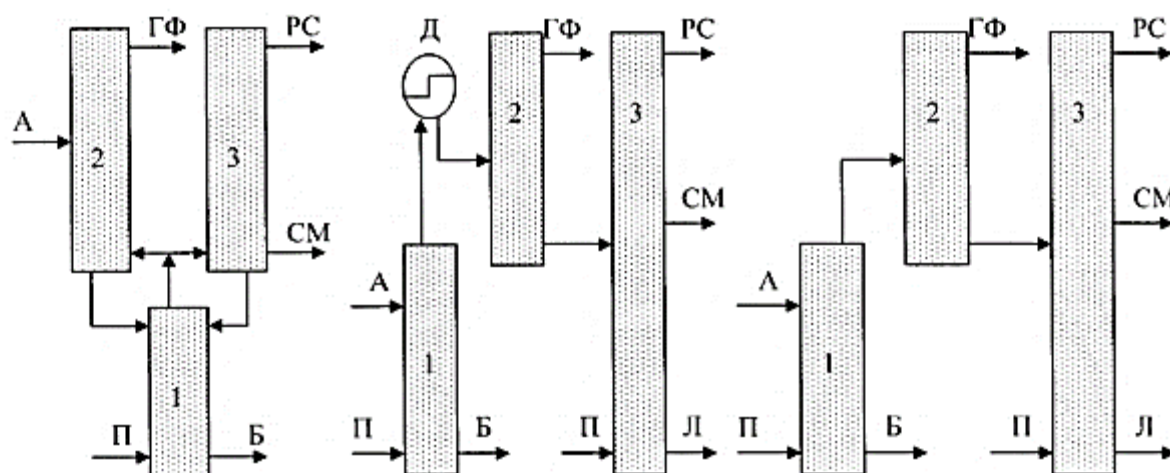


Рис. 7.3. Принципиальные схемы брагоректификационных установок:

1 - бражная колонна; 2 - эспурационная колонна; 3 - спиртовая колонна;

П - греющий пар; А - бражка; Б - барда; Л - лютерная вода; РС - ректификованный спирт;

ГФ - головная фракция; СМ - сивушное масло; Д - дефлегматор

В этих установках все колонны (бражная, эспурационная и спиртовая) связаны между собой жидкостными потоками. Каждая колонна обогревается греющим паром.

В установках *прямого действия* греющий пар поступает только в бражную колонну, а эспура-ционная и спиртовая обогреваются водно-спиртовым паром, выходящим из верхней части бражной колонны. Связь между колоннами - паровыми потоками. Головные примеси выделяют непосредственно из бражки в эспурационной колонне, которая установлена над бражной.

В БРУ *полупрямого (смешанного) действия* бражная и эспурационная колонны связаны паровым потоком, а эспурационная и спиртовая - жидкостным.

Полученный этиловый ректификованный спирт разделяют в зависимости от степени очистки.

Спирты «Люкс», «Экстра» и «Базис» вырабатывают из различных видов зерна и смеси зерна и картофеля, причем «Люкс» и «Экстра» - только из кондиционного зерна. Спирт «Альфа» получают только из кондиционного зерна пшеницы и ржи или их смеси.

Спирты высшей очистки и первого сорта вырабатывают из зерна (в том числе и из некондиционного), картофеля, сахарной свеклы, мелассы или их смеси.

Спирт этиловый ректифицированный должен удовлетворять следующим требованиям (ГОСТ 5962-2013) [5]:

Внешний вид – прозрачная жидкость без посторонних частиц,

Цвет – бесцветная жидкость,

Вкус и запах – характерные для этилового ректифицированного спирта конкретного наименования, выработанного из соответствующего сырья, без привкуса и запаха посторонних веществ.

Побочные продукты и отходы спиртового производства

Сивушное масло – побочный продукт ректификации. Это смесь высших спиртов, этилового спирта (10 - 40 %) и воды. Используют для получения амилового, бутилового, пропилового спиртов, которые применяют в органическом синтезе и лакокрасочной промышленности. [26]

Головная фракция – побочный продукт ректификации. Содержит этиловый спирт (не менее 92 %), эфиры, альдегиды, метанол и воду. Представляет собой желто-зеленую жидкость с резким удушливым запахом. Используют для получения технического и денатурированного спиртов, этилацетата.

Барда – отход производства спирта. Содержит 5 - 8 % сухих веществ, которые представлены белками, углеводами, органическими кислотами, жирами, витаминами. Зерно-картофельная барда реализуется, в основном, на корм скоту, иногда применяется в качестве среды для выращивания кормовых дрожжей. Мелассная барда из-за высокого содержания минеральных веществ непосредственно в кормовых целях не используется, идет в производство сухих кормовых дрожжей.

Лютерная вода выделяется при концентрировании спирта в ректификационных и сивушных колоннах. Обогащена труднолетучими примесями спирта: сложными эфирами, кислотами. Имеет кислую реакцию, агрессивна по отношению к обычной стали. Используют для промывки сивушного масла, разгонки головной фракции, приготовления мелассного сусла, замеса. Остатки лютерной воды сбрасывают в канализацию.

Диоксид углерода. Газы, которые выделяются при брожении, на 99 % состоят из CO_2 . Примесями являются пары спирта, эфиры, альдегиды, органические кислоты. Они снижают качество CO_2 , нарушают режим работы установок, вызывают коррозию оборудования. Диоксид углерода очищают от примесей при контакте газов брожения с водой, так как большинство из них хорошо растворимы в воде. Затем газ сжимается, вода отделяется в водоотделителе, заполненным активным углем, цеолитом, силикагелем. Производят жидкий CO_2 , газообразный, твердую уголекислоту (сухой лед).

7.4. Производство спирта из мелассы

Получение спирта из мелассы включает меньше операций (рис. 7.4): *подготовку мелассы к сбраживанию, культивирование дрожжей, сбраживание мелассного сусла, извлечение спирта из бражки и его очистку.*

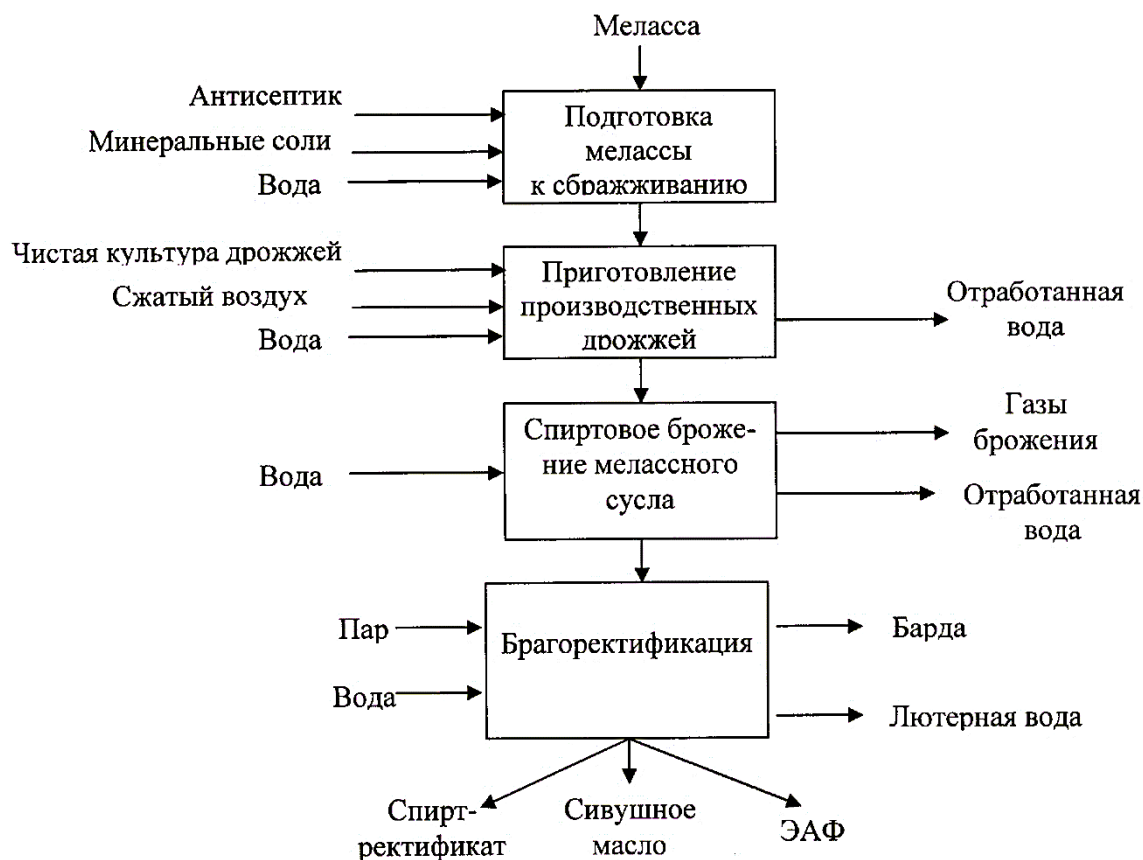


Рис. 7.4. Технологическая схема производства спирта из мелассы

Подготовка мелассы к сбраживанию. Эта стадия состоит из следующих операций:

химическое антисептирование → тепловая обработка → подкисление → внесение питательных веществ → осветление → гомогенизация и выдержка.

Брожение мелассного сусла должно идти в условиях, исключающих развитие посторонней микрофлоры. Однако меласса всегда содержит определенное количество посторонних микроорганизмов, что приводит к потерям сухих веществ, нарушению процесса брожения, ухудшению качества спирта. Кроме того, брожение лучше всего протекает при pH около 5,0, в то время как pH доброкачественной мелассы лежит в слабощелочной области (6,9-8,0). Исходя из этого, мелассу необходимо обеззараживать и подкислять. [24]

Мелассу *обеззараживают* хлорной известью, формалином или сульфанолам, *подкисляют* серной или соляной кислотой. При этом pH доводят до 5,1 - 5,3, если используется однопоточная схема сбраживания, и до 4,8 - 5,1 при двухпоточной схеме сбраживания (подкисляют в этом случае только ту часть сусла, которая идет для выращивания дрожжей).

Если меласса сильно инфицирована и не исправляется кислотами и антисептиками, то ее подвергают *тепловой обработке*. При средней степени

инфицирования используют *пастеризацию* (нагревают мелассу до температуры 85 - 95 °С, выдерживают 50 - 60 мин, затем охлаждают до температуры 25 - 30 °С). В случае высокой степени инфицирования проводят *стерилизацию* путем нагревания мелассы до 110 °С и выдержки в течение 2 мин с последующим охлаждением. Во всех случаях мелассу предварительно разбавляют до содержания сухих веществ 45 - 50 %.

Для обеспечения активной жизнедеятельности дрожжей в процессе сбраживания мелассу обогащают питательными веществами. Источник фосфорного питания – 70%-я ортофосфорная кислота, суперфосфат; азотистого питания – карбамид (мочевина), сульфат аммония; комплексного фосфорно-азотистого питания – *диаммонийфосфат*. Питательные вещества вводят в мелассу в виде водных растворов одновременно с кислотами.

На спиртзаводах, работающих по однопоточной схеме (где одновременно со спиртом получают хлебопекарные дрожжи), мелассу дополнительно осветляют. Для этого используют сепараторы-кларификаторы. Перед осветлением мелассу разводят водой в соотношении 1:1.

Подготовленную таким образом мелассу *выдерживают* не менее 8-ми часов. Для стабилизации режима сбраживания ее *гомогенизируют* (усредняют состав) путем перемешивания насосом «на себя». Особенно гомогенизация необходима при переработке дефектной мелассы или смеси тростниковой и свекловичной.

Для обеспечения нормальной жизнедеятельности дрожжей и создания оптимальных условий брожения мелассу *разбавляют водой* до содержания сухих веществ в сусле 20 – 22 % при однопоточной схеме сбраживания, при двухпоточной схеме - сусло для выращивания дрожжей готовят концентрацией 12 % сухих веществ, а сусло для основного брожения концентрацией 32 - 34 % сухих веществ. Соотношение потоков сусла для дрожжей и основного при такой схеме 1:1, поэтому средняя концентрация сусла равна 22 % сухих веществ.

Сбраживание мелассного сусла. Для сбраживания мелассного сусла используют дрожжи рас В и гибридные Г. Чистую культуру дрожжей выращивают в лаборатории из пробирки до объема 3 дм³ при температуре 30 °С в три стадии. Продолжительность каждой стадии 24 часа. На первой стадии используют солодовое сусло, на последующих – мелассно-солодовое сусло.

Затем выращивание проводят в аппаратах чистой культуры (АЧК) в дрожжевом отделении. На этих стадиях используют мелассное сусло, температура выращивания 28 - 30 °С.

- АЧК-1 - объем 20 дм³, продолжительность сбраживания 24 ч.
- АЧК-2 - объем 100 дм³, продолжительность сбраживания 44 - 45 ч.
- АЧК-3 - объем 5000 дм³, продолжительность сбраживания 18 ч.

Брожение в аппаратах чистой культуры ведут таким образом, чтобы при передаче дрожжей в следующий аппарат содержание спирта в бражке не превышало 3% об.

Брожение проводят *непрерывным* одно- или двухпоточным *способом*. Оборудование для приемки мелассы, подготовки сусла и брожения в обеих схемах одинаково. Разница заключается в том, что при *однопоточной* схеме выращивание

дрожжей и сбраживание сусла идет в среде с одинаковым содержанием сухих веществ (20 - 22 %). По *двухпоточной* схеме размножение дрожжей осуществляют на менее концентрированном сусле (12 % сухих веществ).

Во всех случаях сусло соответствующей концентрации поступает в дрожжегенератор, куда задают дрожжи из АЧК-3. Процесс накопления биомассы ведут до концентрации дрожжевых клеток 150 - 200 млн/см³ при температуре 28 - 30 °С в течение 6 - 10 ч.

Из дрожжегенератора дрожжи одновременно с меласным суслом (концентрацией 20 - 22 % сухих веществ по *однопоточной* схеме и 32 % сухих веществ в соотношении 1:1 при *двухпоточной* схеме) непрерывно поступают в первый аппарат бродильной батареи. Продолжительность брожения 18 - 20 ч при температуре 28 - 30 °С. Крепость зрелой бражки 9,0 - 9,5% об.

На перегонку бражка непрерывно отводится из последнего аппарата, который после мойки и стерилизации становится головным. При *двухпоточном* способе дрожжи из последнего бродильного аппарата сепарируют и направляют в головной аппарат. В результате такого многократного использования дрожжей снижаются затраты сахара на синтез новой биомассы и увеличивается выход спирта.

Перегонка и ректификация спирта. Перегонка и ректификация осуществляется на непрерывно действующих брагоректификационных установках. Спирт-сырец из мелассы отличается от зерно-картофельного отсутствием метанола и высоким (в 10 - 50 раз больше) содержанием альдегидов и сложных эфиров. В связи с этим из мелассы спирт-ректификат вырабатывают только двух сортов: первого и высшей очистки.

Однопоточная схема рекомендуется для заводов, выпускающих одновременно спирт и хлебопекарные дрожжи, при этом стойкость дрожжей при хранении выше; выход спирта составляет 83,4 %. Для заводов, которые получают только спирт, целесообразно использование *двухпоточной* схемы, так как в этом случае сахара сбраживаются более глубоко, образуется меньше побочных продуктов, выход спирта выше (85,4 %). В *двухпоточной* схеме используется меласса более высокого качества.

Чаще всего мелассу перерабатывают в смеси с зерном и картофелем.

Сегодня спиртовая промышленность представляет собой одну из крупных технически развитых отраслей. Широко освоены непрерывные технологические процессы разваривания зерна картофеля, осахаривания разваренной массы и ее вакуумное охлаждение, проточное сбраживание сусла. Внедрено также непрерывное спиртовое брожение с рециркуляцией дрожжей и его совмещением с полной заменой солода ферментными препаратами. [26]

Технология спирта прошла длинный путь развития, прежде чем достигла высокого современного научно-технического уровня, в создании и совершенствовании ее участвовали выдающиеся ученые и инженеры.

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику этилового спирта.

2. В чем отличия пищевого от технического спирта?
3. Какое основное сырье используют для производства спирта?
4. Охарактеризуйте технологию производства спирта из зерно-картофельного сырья.
5. Охарактеризуйте основные способы разваривания сырья.
6. Назовите и дайте характеристику осахаривающих материалов.
7. Охарактеризуйте способы охлаждения и осахаривания разваренной массы.
8. Назовите основные показатели осахаренного сусла.
9. Объясните, в чем отличия сернокислых дрожжей от молочнокислых.
10. Сформулируйте цель брожения.
11. Охарактеризуйте процессы, происходящие при брожении.
12. Дайте сравнительную характеристику периодического, циклического и непрерывно-поточного способов сбраживания.
13. Назовите основные показатели зрелой бражки.
14. Охарактеризуйте состав зрелой бражки.
15. Дайте классификацию установок для выделения и очистки спирта.
16. Назовите сорта спирта-ректификата и их основные показатели.
17. Назовите побочные продукты и отходы производства спирта, основные пути их использования.
18. Опишите основные этапы технологии производства спирта из мелассы.
19. Объясните отличия ее от схемы производства спирта из зерно-картофельного сырья.
20. Объясните особенности однопоточной и двухпоточной схемы производства спирта из мелассы.
21. Перечислите стадии производства спирта из мелассы.
22. Назовите способы подготовки мелассы и приготовления мелассного сусла.
23. Назовите стадии размножения ЧКД для сбраживания мелассного сусла.
24. Охарактеризуйте основные параметры процесса сбраживания мелассного сусла.
25. Назовите основные отличия спирта-сырца и спирта-ректификата из мелассы от зерно-картофельного.

Раздел 8. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВОДКИ И ЛИКЕРО-ВОДОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

План

- 8.1. Технология производства водки.
- 8.2. Производство ликеро-водочных изделий.

8.1. Технология производства водки

Водка – спиртной напиток, который произведен на основе ректификованного этилового спирта из пищевого сырья и подготовленной (исправленной) воды, крепостью от 37,5 % до 56,0 %, представляющий собой бесцветный водно-спиртовой раствор с мягким присущим водке вкусом и характерным водочным ароматом. Водки, в зависимости от применяемых при их изготовлении спирта и добавок, подразделяются на водки и водки особые. [21]

Особую водку крепостью от 40,0 до 45,0 % отличают специфический аромат и мягкий вкус, достигаемый внесением особых ингредиентов.

Различные добавки вкусового характера рассчитывают на 1000 дал водки. Например, при приготовлении «Столичной» водки в сортировку задают в виде сиропа 20 кг сахара, в «Русскую водку» – 0,01 кг перманганата калия, в «Украинскую горилку» – 40 кг меда, в «Посольскую» водку – 3,1 - 6,2 кг сухого обезжиренного молока (как белковый полимер для извлечения ряда примесей и как источник сахара мальтозы).

Водки делят на *водки массового производства* (готовят на спирте «высшей очистки»), *сортные* (применяют спирт «Экстра»), *водки повышенного качества* (готовят на спирте «Люкс»). Наименьшее количество примесей содержится в водке, приготовленной на спирте "Люкс", наибольшее – в водках, приготовленных на спирте высшей очистки

В последние годы в России разработаны технологии высококачественных водок на спирте «Альфа».

Водки различаются крепостью (Столичная, Посольская, Пшеничная 40 %, Сибирская 45 %, Столовая 50 %, Крепкая 56 %), вкусом (зависит от качества спирта и воды, а также вносимых ингредиентов). Добавляемые ингредиенты не должны изменять цвет водки. В качестве добавок используют сахар, инвертный сахарный сироп, лимонную кислоту, уксуснокислый натрий, гидрокарбонат натрия, перманганат калия, сухое обезжиренное молоко и др. Температура заморозки водки крепостью 40 % составляет минус 28,9 °С, 56 % - минус 36,0 °С.

Технологическая схема производства водки.

Процесс производства водки включает следующие основные технологические операции [28]: *приемка и хранение ректификованного спирта из пищевого сырья; приготовление исправленной воды; приготовление водно-спиртовых растворов (сортировок); предварительное фильтрование через форм-фильтры; обработка активным углем; второе фильтрование; ввод ингредиентов, корректировка крепости и перемешивание; тонкое фильтрование; розлив водок в бутылки и оформление с учетом торговых и акцизных требований.*

Производство водок осуществляется по отработанным технологиям с привлечением небольшого по разновидности комплекса технологического оборудования (рис. 8.1).

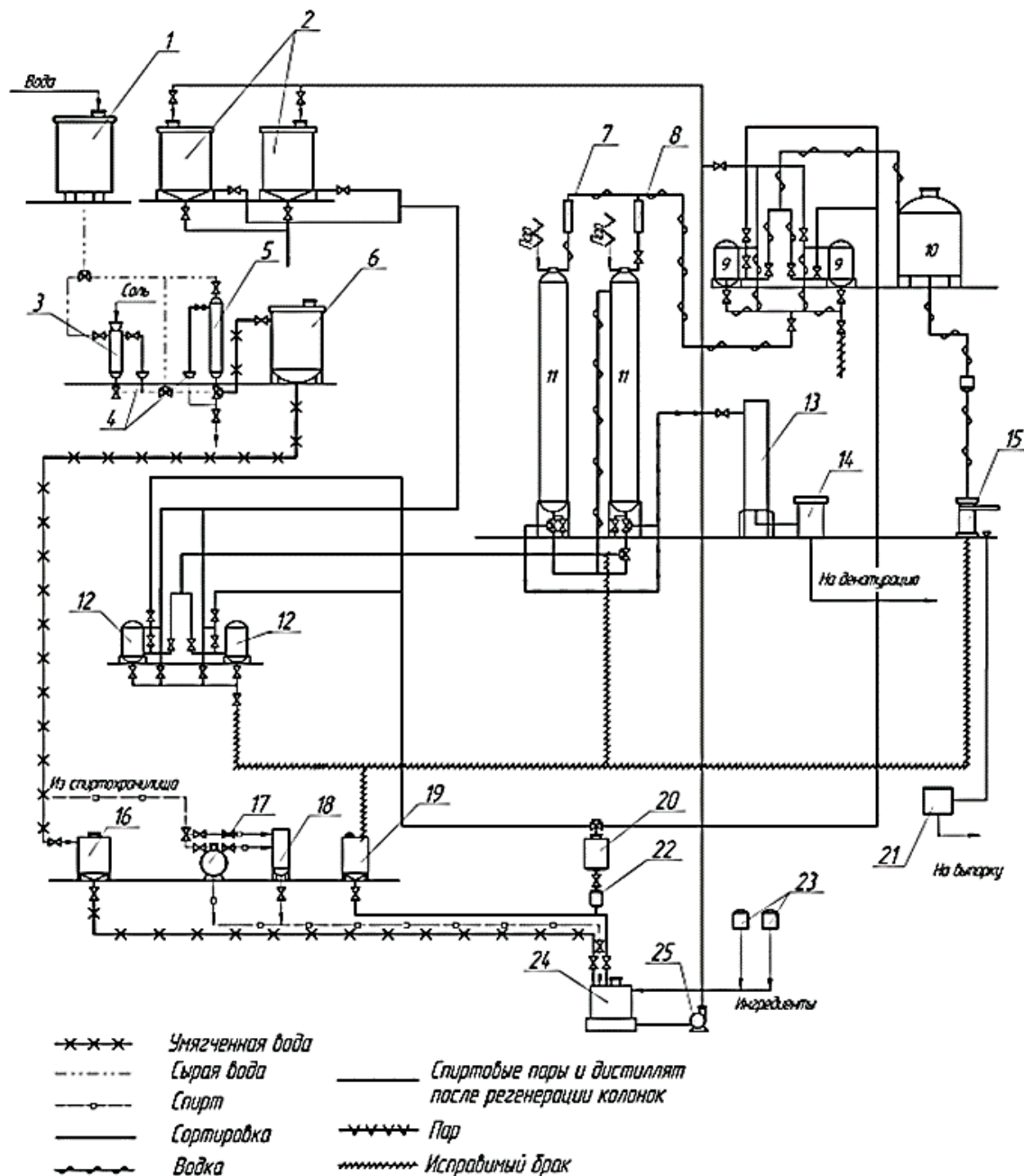


Рис. 8.1. Аппаратурно-технологическая схема производства водки периодическим способом:

- 1 – водонапорный бак, 2 – напорные чаны, 3 – солерастворитель, 4 – воронки, 5 – катионитовый фильтр, 6 – сборник исправленной воды, 7, 8 – ротаметры, 9 – песочные фильтры, 10 – сборник воды, 11 – угольные колонки, 12 – форфильтры, 13 – холодильник, 14 – сборник отгонов, 15 – разливочный автомат, 16 – мерник для исправленной воды, 17 – конический мерник для спирта, 18 – цилиндрический мерник для спирта, 19 – сборник исправимого брака, 20 – сборник промывной жидкости после промывки песочных фильтров, 21 – сборник неисправимого брака, 22 – малогабаритный песочный фильтр, 23 – бачки для ингредиентов, 24 – сортировочный чан, 25 – центробежный насос, 26 – контрольный фильтр

Сортировку и водно-спиртовой раствор на ликероводочных заводах готовят периодическим и непрерывным способами, причем периодический способ является традиционным. [21]

При получении водки *периодическим способом* (рис. 8.1) вода, используемая для приготовления водки, из напорного бака 1 для умягчения проходит сквозь слой ионообменной смолы в фильтре 5. Катионит регенерируют раствором поваренной соли, которую готовят в солерастворителе 3. Умягченная вода собирается в емкости 6 и через мерники воды 16 поступает в сортировочный чан 24. Спирт из спиртохранилища через конический 17 и цилиндрический 18 мерники поступает в сортировочный чан 24. Сюда же из бачков 23 поступают ингредиенты, водно-спиртовая смесь из бачка 20 после промывки в песочных фильтрах 9, водно-спиртовая жидкость из цеха розлива и остатки других сортировок из бачка 19 – сборника исправимого брака.

В сортировочном аппарате 24 смесь перемешивается мешалкой или центробежным насосом 25. Этим же насосом сортировка перекачивается в напорные чаны 2 и далее через фор-фильтры 12 в угольные колонки 11. Скорость потока жидкости контролируется ротаметрами 7,8. В угольных колоннах 11 смесь фильтруется через слой активного угля, в результате чего из нее удаляются примеси, придающие ей неприятный вкус и запах. Для регенерации активного угля его обрабатывают паром при температуре 110–115 °С, а образующиеся при этом пары спирта конденсируются в холодильнике 13 и собираются в емкости 14. Из угольных колонок 11 очищенная водно-спиртовая смесь через песочные фильтры 9 с кварцевым песком попадают в сборник водки 10, из которого водка направляется на разливочные автоматы 15. Получающийся при розливе неисправимый брак водки собирается в приемник 21.

Время работы оборудования водочного отделения – чана смесителя сортировки, сборника напорного, доводного чана-сборника готовой продукции, угольно-очистительной батареи, адсорбера периодического действия с активированным углем, фильтров на однопоточных и двухпоточных фильтрах составляет 24 часа в сутки. Продолжительность цикла приготовления водки по периодическому способу в чане-смесителе – 2 часа.

Непосредственно перед розливом проводят контрольное фильтрование водки.

Каждая бутылка (тара) проверяется на целостность, затем ополаскивается водой. Разливают на автоматизированных линиях розлива при атмосферном давлении по уровню или по объему в бутылки из бесцветного или полубелого стекла вместимостью 0,05, 0,1, 0,25, 0,5, 0,75 и 1 дм³. Укупоривают алюминиевыми колпачками типа «Алка» (под обкатку) или винтовыми пробками.

Заключительная стадия – нанесение этикетки, на которой приводятся наименование напитка, товарный знак, наименование предприятия-изготовителя, крепость напитка, емкость посуды, обозначение стандарта на продукцию. Дата розлива указывается насечкой по периметру этикетки против соответствующей цифры или штампом на обратной стороне. Этикетка должна быть наклеена ровно, обжим пробки вокруг горлышка бутылки плотный.

Бутылки устанавливают в гнездовые ящики и в них хранят. Оптимальный режим хранения – температура 10 - 20°C и относительная влажность воздуха не выше 85 %. Гарантийный срок хранения водок 12 мес., для Министерства обороны 18 мес., водок особых – 6 мес. со дня розлива. [7]

8.2. Производство ликеро-водочных изделий

Ликеро-водочные изделия – это крепкие спиртные напитки (12 - 60% об.), полученные путем смешивания (купажирования) ректификованного спирта высшей очистки, умягченной воды, спиртованных соков, морсов, настоев, ароматного спирта, сахарного сиропа и других материалов. Эти напитки отличаются значительным содержанием сахара, специфическим ароматом, цветом и вкусом. [28] Ликеро-водочные изделия классифицируют по содержанию этилового спирта и сахара, которые в основном определяют органолептические свойства напитков и их воздействие на организм:

1. Ликеры:

к р е п к и е – крепость 35 - 45 %, содержание сахара 25 - 50 г/100 см³. Для их приготовления используют настои и ароматные спирты из пряно-ароматического сырья. Имеют сладкий вкус с оттенком жгучести и горечи (Бенедектин, Мятный);

д е с е р т н ы е – крепость 25 - 30 %, содержание сахара 30 - 50 г/100 см³. Получают смешиванием спиртованных соков и морсов из плодово-ягодного сырья с эфирными маслами или настоями из пряно-ароматического сырья. Вкус сладкий или кисло-сладкий с привкусом соответствующих плодов и ягод, аромат - характерный плодовой (Абрикосовый, Вишневый);

э м у л ь с и о н н ы е – крепость 18 - 25 %, содержание сахара 15 - 35 г/100 см³. В состав входят молоко, сливки, яичные желтки и другие наполнители, ароматизаторы (или без них). Имеют необычный, приятный, мягкий вкус, невысокую крепость, привлекательный внешний вид.

2. **Кремы** готовят аналогично десертным ликерам, но они имеют большую вязкость. Содержание спирта 20-23 %, сахара 50 - 60 г/100 см³ (Малиновый, Шоколадный).

3. **Наливки** – крепость 18 - 20 %, содержание сахара 25 - 40 г/100 см³. Наливки готовят на полуфабрикатах из плодово-ягодного сырья с внесением ингредиентов. Обладают кисло-сладким вкусом и ароматом отдельных плодов (Сливянка, Спотыкач, Черносмородиновая).

4. **Пунши** – напитки с содержанием спирта 15 - 20 % и сахара 30 - 40 г/100 см³. Для их приготовления используют плодово-ягодные соки, морсы, настои из пряно-ароматического сырья, эфирные масла, сахар, мед, коньяк, портвейн. Имеют кисло-сладкий вкус и аромат плодов с оттенком пряностей (Коньячный, Медовый). Перед употреблением пунши рекомендуется разбавлять горячим чаем, кипяченой или газированной водой в соотношении 1:1.

5. Настойки:

с л а д к и е – напитки, близкие к наливкам. Отличаются большим содержанием спирта (16 - 25 %) и меньшим сахара (8 - 30 г/100 см³).

Характеризуются кисло-сладким вкусом и ароматом плодов, из которых они изготовлены (Нежинская рябина, Рябина на коньяке);

полусладкие – отличаются от сладких настоек большим содержанием спирта (30 - 40 %) и меньшим сахара (9 - 10 г/100 см³). Готовят на спиртованных соках и морсах. Имеют кисловатый вкус (Паланга, Олеся);

полусладкие слабоградусные – крепость 20 - 28 %, содержание сахара 4 - 10 г/100 см³. Готовят на спиртованных соках, морсах, настоях и ароматных спиртах (Южная, Лесная сказка);

горькие – изделия с содержанием спирта 30 - 60 % и сахара от 0 до 7 г/100 см³, приготовленные на настоях и ароматных спиртах из пряно-ароматического сырья, содержащего горькие и фенольные вещества, а также на спиртованных соках и морсах, что повышает их органолептические свойства (Старка, Зубровка, Зверобой);

горькие слабоградусные – отличаются от горьких пониженной крепостью (25 - 28 %), отсутствием сахара и повышенным содержанием компонентов ароматных спиртов и настоек для восполнения недостающей полноты вкуса (Имбирная, Стрелецкая).

6. *Напитки десертные* – изделия типа сладких настоек с содержанием спирта 12 - 16 %, сахара 14 - 30 г/100 см³ (Клюква, Яблочко, Уральский).

7. *Аперитивы* – спиртные напитки крепостью 15 - 35 %, с содержанием сахара 4 - 18 г/100 см³. В их состав входят настои различных растений, имеющих тонизирующее действие, во вкусе имеются оттенки горечи или жжения, создаваемые компонентами полыни, красного перца, имбиря (Степной, Сюрприз).

8. *Бальзамы* – ликеро-водочные изделия, в составе которых имеются компоненты целебных и вкусовых трав. В рецептуру многих бальзамов входит перуанское бальзамовое масло. Имеют коричневый цвет с разными оттенками, горький вкус и приятный аромат. Готовят с использованием всех видов полуфабрикатов ликеро-водочного производства. Крепость 40 - 45 %, сахар отсутствует (Рижский, Горно-Алтайский, Сибирь).

9. *Коктейли* – изделия крепостью 20 - 40 % с различным содержанием сахара (от 0 до 24 г/100 см³). Для их приготовления применяют различные полуфабрикаты. Употребляются разбавленными безалкогольными напитками, соками, минеральной водой (Диско, Рубин).

Основным сырьем ликероводочного производства является *растительное сырье*:

- *ароматическое* (травы, цветы, корни и корневища, древесная кора, сухие плоды, корка сочных плодов);
- *неароматическое* (травы, корни, корневища);
- *плодово-ягодное* (свежее и сушеное).

Технологическая схема производства водки

Производство ликероводочных изделий (наливок, настоек и ликеров) состоит из следующих основных операций: *подготовка сырья и полуфабрикатов, купаживание (смешивание), фильтрование, выдержка и розлив* (рис. 8.2). [21]

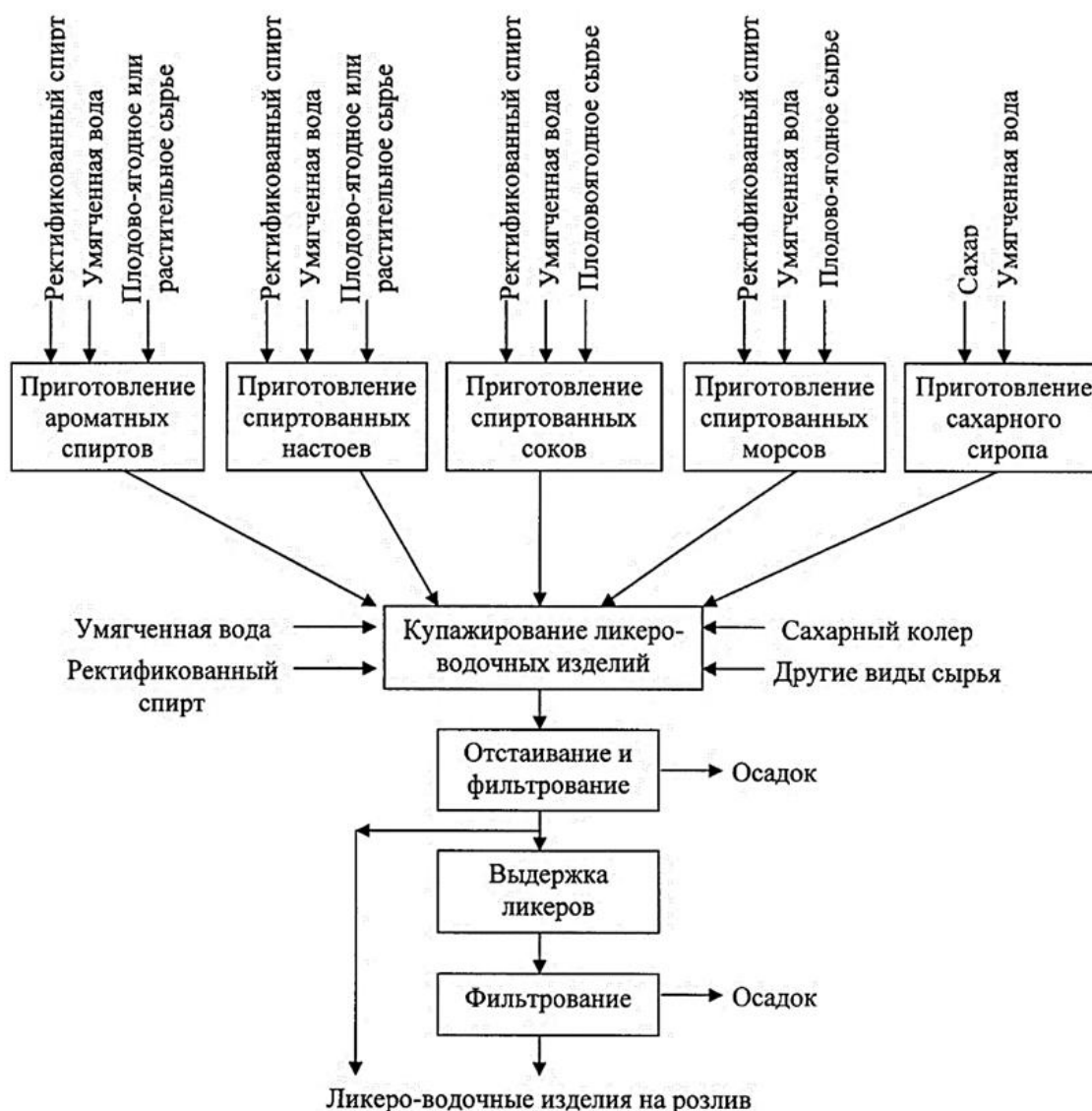


Рис. 8.2. Принципиальная технологическая схема производства ликеро-водочных изделий

Для получения наливок, настоек и ликеров в качестве сырья применяют этиловый спирт, ароматный спирт, спиртованные соки и морсы, сахарный сироп и другие компоненты.

Аппаратурно-технологическая схема производства ликероводочных изделий показана на рис. 8.3.

Для получения ароматного спирта растительное сырье измельчается в корнедробилке 1 и траворезке 2. Сырье после измельчения загружается в перегонный аппарат 5, в котором получают ароматный спирт крепостью 60 - 80 %. В холодильнике 8, снабженном смотровым фонарем 6 и дефлегматором 7, ароматный спирт охлаждается и направляется в сборник 9. Возможен вариант с предварительным настаиванием сырья водно-спиртовым раствором в экстракторе 4.

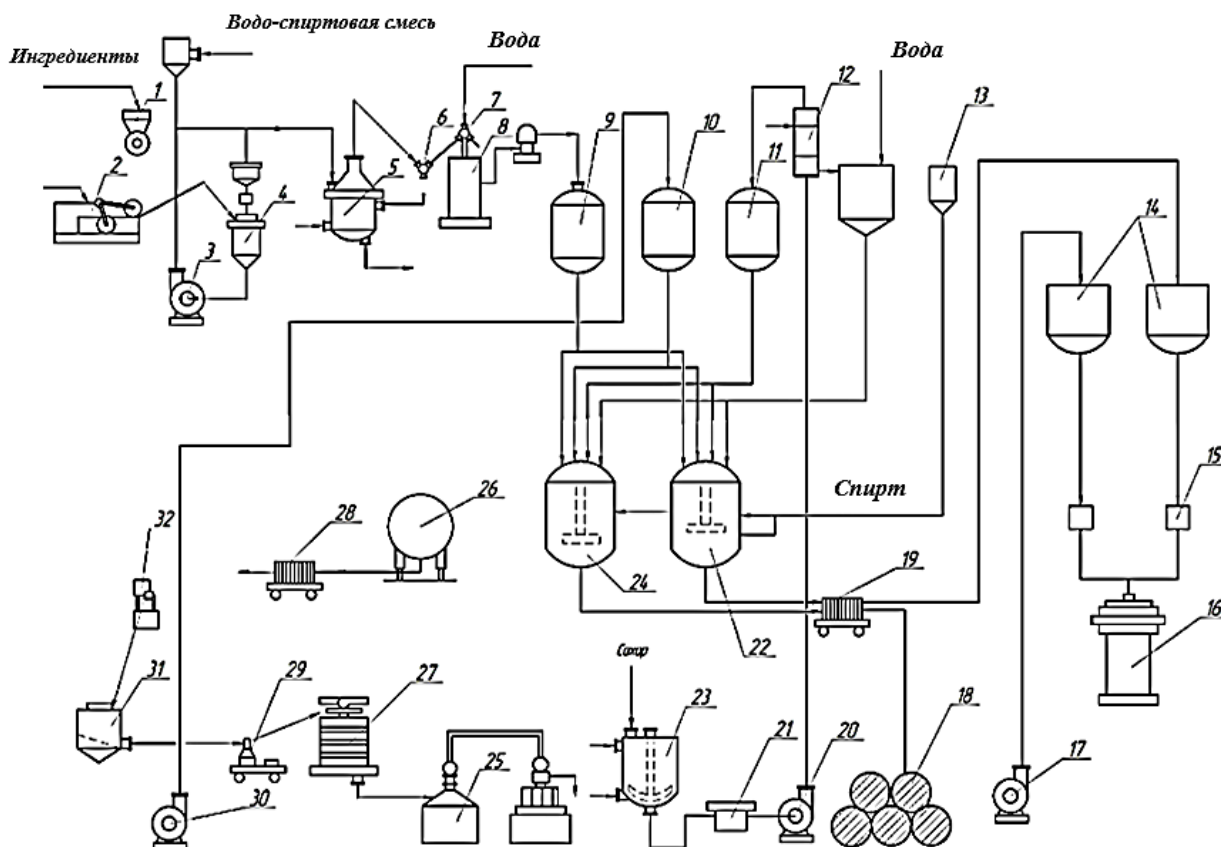


Рис. 8.3. Аппаратурно-технологическая схема ликероводочных изделий:
 1 – корнедробилка; 2 – траворезка; 3 – насос; 4 – экстракционный аппарат;
 5 – перегонный аппарат; 6 – смотровой фонарь, 7 – дефлегматор;
 8, 12 – холодильник; 9, 10, 11 – сборники; 13 – мерник; 14 – напорные баки;
 15 – контрольные фильтры; 16 – разливочный автомат; 17 – насос; 18 – емкости;
 19 – фильтр-пресс; 20 – насос; 21 – фильтр; 22 – купажный аппарат; 23 – сироповарочный аппарат;
 24 – купажный аппарат; 25 – выпарной аппарат; 26 – емкости; 27 – пресс;
 28 – фильтр; 29, 30 – насосы; 31 – отстойный аппарат; 32 – дробилка

Сахарный сироп подготавливается в сироповарочном аппарате 23, который обогревается паром через паровую рубашку и снабжен мешалкой. Готовый сироп фильтруется через фильтр 21 и насосом 22 через холодильник 12 перекачивается в сборник 11.

Спиртованные морсы получают из сушеного плодово-ягодного сырья, которое измельчается в дробилке 32.

Дробленое сырье загружается в настойный аппарат 31, в который добавляют водно-спиртовой раствор крепостью 40 - 50 %. В процессе настаивания раствор перемешивают насосом 30. Длительность настаивания 10 – 14 сут. Готовый спиртованный морс насосом 30 перекачивают в сборник 10.

Остаток сырья из настойного аппарата 31 насосом 29 подается в пресс 27. После прессования остаток сырья направляется в выпарной аппарат 25, в котором из отжатого сырья извлекается спирт. [24]

Спиртованные соки на ликероводочных заводах изготавливаются в сокоморсовых цехах и хранятся в емкостях 26. При подаче спиртованных соков в производство их фильтруют в фильтре 28 и направляют в сборник 10.

Смесь из ароматного спирта, соков, сиропа, воды и других составных частей приготавливается в купажных аппаратах 22 и 24. Спирт в купажные аппараты 22 и 24 подается из мерника 13. Для улучшения вкуса и аромата изделий смесь (купаж) выдерживается 24 - 72 ч.

После выдержки изделия фильтруются в фильтр-прессе 19. Наливки и настойки направляются в напорные баки 14, из которых изделия через контрольные фильтры 15 поступают в разливочный автомат 16.

Ликеры из купажных аппаратов 22 и 24 подаются на выдержку, при которой улучшается их качество. Выдержка ликеров осуществляется в емкости 18 при температуре 8 - 20° С. Время выдержки 1 - 6 месяцев, для некоторых сортов ликеров – до 2 лет. Насосом 17 ликеры подаются на розлив в автомат 16 через контрольный фильтр 15.

В течение суток купажные, настойные чаны, сборники и танки для хранения спиртованных морсов, соков, настоев, ароматных спиртов, сборники готовой продукции, бочечная тара для выдержки ликеров задействованы в течение 24 часов. Фильтры, аппараты для получения ароматных спиртов, сироповарочные аппараты, прессы для отжима плодов и ягод, колероварочная аппаратура, выпарные аппараты работают 16 часов в сутки. Продолжительность приготовления купажей горьких настоев составляет 60 - 90 мин, сладких настоев – 90 - 120 мин, ликеров и кремов – 120 - 180 мин, бальзамов – 180 - 240 мин. Все купажи подвергаются отстаиванию продолжительностью не менее 24 часов. Ликер «Бенедиктин» отстаивается 72 часов, бальзамы – 96 часов.

Некоторые ликеры для улучшения аромата и вкуса выдерживают в дубовых бочках при температуре 8 - 20 °С от 1-го мес. до 2-х лет. Выдержанные ликеры фильтруют и направляют на розлив.

Применение синтетических красителей и ароматизаторов в производстве ликероводочных изделий считается их фальсификацией, так же как и замена сахара подсластителями. Обнаружение случаев технической фальсификации производится химическим методом, хроматографическим и другими современными методами лабораторного анализа.

Проводят розлив ликеро-водочных изделий при атмосферном давлении в тару. Основным видом потребительской тары для ликероводочных изделий служат бутылки из обесцвеченного, полубелого или зеленого стекла емкостью 0,25; 0,50; 0,75 л. Некоторые высококачественные напитки разливают в художественно оформленные плоские или фигурные бутылки – стеклянные, хрустальные, фарфоровые, керамические графины. [21]

Укупорка бутылок производится так же, как и водки. При переворачивании они не должны давать течи. Бутылки укладывают в гнездовые ящики, фигурные предварительно обертывают бумагой и укладывают в деревянные или картонные ящики с прокладкой материалами, предотвращающими бой посуды.

Ликероводочные изделия должны храниться в складских помещениях при температуре от 10 до 20 °С и относительной влажности воздуха не более 85 %. При этих условиях они имеют гарантийные сроки хранения, считая со дня выпуска: ликеры крепкие и кремы – 8 мес.; ликеры десертные, наливки и пунши – 6; настойки сладкие и полусладкие – 3; настойки горькие и бальзамы – 6;

напитки десертные 2 мес. На некоторые напитки, исходя из их сырьевого состава, сроки хранения устанавливают индивидуально. Хранить лучше в темном помещении. Ликеро-водочные изделия, в которых по истечении указанных сроков не появились помутнение или осадок, пригодны для дальнейшего хранения и реализации.

Оценка качества готовых ликеро-водочных изделий производится по органолептическим и физико-химическим показателям. Оценивается внешний вид тары, фиксируется прозрачность, цвет, отсутствие мути, полнота налива. Запах и вкус определяется при специальной дегустации. Определяется содержание спирта, сахара и кислот, которое должно соответствовать требованиям действующих стандартов.

Прозрачность – один из важнейших показателей качества ликеро-водочных напитков. Из-за высокого содержания спирта они являются биологически стойкими, однако подвержены коллоидным помутнениям. Чаще всего мутнеют изделия на основе соков и морсов. Причиной являются содержащиеся в плодово-ягодном сырье белки, пектиновые, фенольные вещества и их комплексы, а также ионы кальция, магния, железа, меди. Стабильность изделий можно достичь обработкой как купажей, так и полуфабрикатов.

Используют физико-химические методы стабилизации (обработка оклеивающими материалами – бентонитом, желатином, поливинилпирролидоном), термические (обработка теплом или холодом) и биохимические (обработка ферментными препаратами пектолитического или протеолитического действия).

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику водке как алкогольному напитку.
2. Охарактеризуйте ассортимент водок.
3. Какое сырье используют для производства водок?
4. Опишите технологическую схему производства водки.
5. Опишите аппаратно-технологическую схему производства водок.
6. Укажите требования к упаковке и хранению водок.
7. Дайте характеристику ликеро-водочным изделиям.
8. Назовите группы ликеро-водочных изделий.
9. Опишите основные этапы производства ликеро-водочных изделий.
10. Опишите аппаратно-технологическую схему ликеро-водочных изделий.
11. Опишите технологию приготовления спиртованных соков, морсов, настоев, ароматных спиртов, назовите основные параметры получения этих полуфабрикатов.
12. Опишите процессы при купажировании, фильтровании ликеро-водочных изделий.
13. Каким образом проводят укупорку и хранения ликеро-водочных изделий?
14. Какие виды тары используют для розлива ликеро-водочных изделий?
15. По каким показателям определяют качество ликеро-водочных изделий?

Раздел 9. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИВА

План

- 9.1. Характеристика сырья и готовой продукции.
- 9.2. Технология производства пива.
- 9.3. Требования к качеству и условиям хранения пива.

9.1. Характеристика сырья и готовой продукции

Пиво представляет собой пенистый напиток, полученный из пивоваренного солода, хмеля и/или хмелепродуктов и воды с применением или без применения зернопродуктов, сахаросодержащих продуктов в результате брожения пивного сусла, содержащий этиловый спирт, образовавшийся в процессе брожения сусла. Пиво должно быть приготовлено без добавления этилового спирта. [28]

Пшеничное пиво – это пиво, в составе сырья которого пшеничный солод составляет не менее 50 % от общего количества применяемого солода.

Пиво вырабатывают *двух типов*: светлое, темное.

Светлое пиво – это пиво с цветом от 0,2 до 2,5 цветовых единиц (ц. ед.) или от 3,4 до 31 ед. ЕВС.

Темное пиво – это пиво с цветом более 2,5 ц.ед. или более 31 ед. ЕВС.

Одна цветовая единица (ц. ед.): Единица цвета пива, соответствующая цвету раствора из 100 см³ воды и 1 см³ раствора йода концентрацией 0,1 моль/дм³.

Единица цвета ЕВС (ед. ЕВС): Условная единица цвета пива, принятая Европейской пивоваренной конвенцией (European Brewery Convention – ЕВС) и рассчитываемая на основе измерения оптической плотности пива.

Пиво **по способу обработки** подразделяют на:

- непастеризованное;
- пастеризованное;
- фильтрованное;
- нефильтованное осветленное;
- нефильтованное неосветленное.

Пастеризованное пиво является нескоропортящимся пищевым продуктом.

Пиво – это питательный напиток, в нем содержатся углеводы, белки, витамины и органические кислоты; энергетическая ценность светлого пива 1700 - 2200 кДж/кг, темного – 3400 кДж/кг.

В традиционной рецептуре допускается наличие только четырех ингредиентов [15]:

Солод – продукт, получаемый путем проращивания злаков. Для изготовления пива используется ячмень, прошедший соложение, – процесс, способствующий прорастанию зерна. После замачивания ячмень разбухает, внутри зерен начинаются химические реакции, расщепляющие крахмал на нужный для брожения солодовый сахар.

Различают ячменный пивоваренный солод следующих видов: светлый, темный, карамельный и жженный. Два последних солода получают из светлого солода путем термической обработки в обжарочном барабане и применяют для темных сортов пива.

Светлый солод получают высушиванием проросшего ячменя в течение 16 ч при постепенном повышении температуры с 25 - 30 до 75 - 80 °С. В зависимости от качества светлый солод делят на три класса: высокого качества, первый и второй. В готовом виде он имеет светлую окраску, сладковатый вкус, солодовый аромат, рыхлый мучнистый эндосперм и высокую осахаривающую способность. Используют его для большинства сортов пива.

Для получения **темного** солода проросшее зерно сушат 24 - 48 ч при более высокой температуре, достигающей 105 °С в конце процесса. Темный солод на классы не подразделяют. Помимо коричнево-желтой окраски темный солод отличается от светлого хрупкостью эндосперма и меньшей осахаривающей способностью. Используют его для темных сортов пива.

Карамельный солод в зависимости от качества делят на два класса: первый и второй. По окраске он может быть от светло желтого до буроватого с глянцевым отливом. Для его производства используют сухой или зеленый солод с повышенным содержанием сахаров, который обжаривают при температуре 120 - 170 °С. Поскольку при такой высокой температуре происходит карамелизация сахаров, а также процессы Майара, то вид зерна на срезе представляет собой спекшуюся коричневую массу. Для этого вида солода не допускается обугливание зерна.

Жженный солод – это темнокоричневые зерна, без черного цвета. Его готовят из зеленого солода путем предварительного увлажнения и последующего обжаривания при температуре 210 - 260 °С. В результате формируются вкус и запах, напоминающий кофейный, без привкуса горелого и горечи. Вид зерна на разрезе представляет собой темнокоричневую, но не черную массу.

В процессе сушки и обжарки солода происходят интенсивные химические процессы с образованием специфических ароматических и красящих веществ. Накопившиеся в результате гидролиза пентозы преобразуются в фурфурол и другие альдегиды и ароматические вещества, обуславливающие запах солода (ржаной корочки).

Окрашенные компоненты солода – это продукты разрушения сахаров в результате карамелизации и меланоидинообразования, протекающие наиболее интенсивно при температурах выше 80 °С. Меланоидины, обладающие поверхностно-активными свойствами, являются хорошими пенообразователями, и поэтому темные сорта пива дают более обильную пену.

Солод после сушки освобождают от ростков, поскольку они придают ему гигроскопичность и горький вкус за счет присутствия алкалоида горденина. Необходимость проведения этой операции связана еще и с тем, что в ростках накапливаются аминокислоты, которые, попадая в сусло, являются источником образования сивушных масел при сбраживании. Солод приобретает

окончательную готовность к использованию только после 3-5-недельной отлежки (дозревания) на складах.

Готовый солод полируют, освобождая от остатков ростков и загрязнений, пропускают через магнитные аппараты, а затем подают на солодовые дробилки. От степени дробления солода зависит в дальнейшем скорость осахаривания крахмала, уровень экстрактивности сусла, продолжительность фильтрования.

Сортовые особенности пива (цвет, вкус, запах, аромат) во многом зависят от качества солода и соотношения его видов в рецептуре. Качество солода должно соответствовать требованиям стандарта по показателям органолептическим (внешний вид, цвет, вкус) и физико-химическим (размер зерен, массовая доля влаги, сорных примесей, экстракта в сухом веществе солода, продолжительность осахаривания и др.). По этим показателям светлый солод разделяют на три сорта (высший, 1 и 2 классы).

Стандартом на пиво допускается использование несоложенного ячменя, рисовой сечки, пшеницы, обезжиренной кукурузной муки. Главные требования, предъявляемые к качеству *заместителей солода*, – это чистота и соответствие требованиям нормативных документов на продовольственное сырье. Применение несоложенных материалов экономически выгодно и при приготовлении светлого пива допускается заменять ими до 20 % солода без использования ферментных препаратов.

Вода. Качество воды, ее ионный состав оказывают существенное влияние на формирование органолептических показателей пива. В пивоварении воду различают по составу и концентрации солей. Для некоторых сортов пива лучше подходит «жесткая вода» (с высоким содержанием солей), например, для мюнхенского. Есть сорта, сделанные исключительно на воде с низким содержанием солей.

Оптимальным составом воды, используемой при приготовлении пива, является состав, при котором отношение концентрации ионов кальция к общей щелочности воды не менее 1, а соотношение ионов кальция и магния 1:1-3:1. Воду, не удовлетворяющую требованиям по показателям жесткости и солевого состава, подвергают водоподготовке. Состав оборудования водоподготовки выбирается в зависимости от результатов химического и микробиологического анализов проб исходной воды.

Современные технологии позволяют регулировать концентрацию солей в воде с очень высокой долей точности, что упрощает производство.

Хмель. Придает пиву характерный горький вкус, душистый аромат и отвечает за пенообразование. Ароматические вещества хмеля представлены в основном эфирными маслами, содержание которых колеблется от 0,3 до 2 %. Содержание дубильных веществ в хмеле составляет около 3 %. В основном пивоварами используются высушенные хмелевые шишки, молотый, гранулированный или брикетированный хмель или различные хмелевые экстракты. [18]

На склад хмель поступает в мешках, где хранится при температуре 0 - 2 °С и относительной влажности воздуха не выше 70 %.

Заменить хмель в производстве пива без потери качества невозможно. Это уникальное растение, в состав которого входит более 200 веществ, отвечающих за вкус. Интересно, что для пива необходимы только шишки женских растений хмеля.

Дрожжи. На современных заводах используют специальные пивные дрожжи семейства *Saccharomycetes*, которые не встречаются в природе, а выведены искусственно специально для пивоварения. В зависимости от технологии брожения в производстве пива участвуют два вида дрожжей:

- верхового брожения (*Saccharomycetaceae cerevisiae*);
- низового брожения (*Saccharomycetaceae carlsbergensis*).

Разница между этими видами пивных дрожжей в том, что на окончательной стадии дрожжи верхового брожения собираются на поверхности (всплывают), а низового – на дне сусла. Это заметно влияет на вкус. [28]

9.2. Технология производства пива

Пивоварение является одним из древних производств. Предполагается, что еще за 7 тыс. до н.э. в Вавилоне варили пиво из ячменного солода и пшеницы. Затем способ приготовления пива распространился среди народов населявших Кавказ и юг Европы, а позже по всей Европе.

Важнейшим началом для развития промышленного пивоварения стало изобретение паровой и холодильной машин. К концу 19 века примерно треть заводов была оснащена паровыми машинами, а затем некоторые из них стали пользоваться электричеством.

В настоящее время на многих предприятиях устанавливается современное высокопроизводительное оборудование. Особое внимание уделяется совершенствованию осветления и разлива пива.

При приготовлении пива протекает многие физико-химические, биохимические и другие процессы, обуславливающие качественное и вкусовые показатели готового продукта. Управление этими процессами и получение напитка высокого качества требует от рабочих знания технологии и оборудования, передовых приемов работы. [28]

Технологический процесс производства пива состоит из следующих стадий (рис. 9.1).

Очистка солода. Очистка солода предусматривает его полировку для удаления пыли и ростков, а также металлических примесей.

Ячменный сухой солод после хранения содержит некоторое количество пыли, остатков ростков, случайно попавшие металлические частицы и другие примеси, наличие которых может ухудшить качество пива.

Для очистки солода используют полировочную машину, которая состоит из наклонных плоских сит, щеточного барабана, и вентилятора. На ситах отделяются крупные и мелкие примеси, пыль отсасывается вентилятором. Далее солод поступает на быстровращающийся щеточный барабан и отбрасывается щетками на рифленую поверхность. Под действием ударов и трения солод очищается от загрязнений – *полируется*.



Рис. 9.1. Технологическая схема производства пива

Полированный солод поступает на магнитный сепаратор, где отделяются металлические примеси, которые могут вызвать быстрый износ и даже поломку солододробилок. Далее солод взвешивают на автоматических весах и направляют в дробилку.

Дробление солода. Процесс дробления ведут тщательно, так как от состава помола во многом зависит выход экстрактивных веществ. Решающее значение имеет содержание в дробленом солоде шелухи (оболочки). Крупной и мелкой крупки, муки, мучной пудры. Растворимые составные части помола легко переходят в воду, а нерастворимые разлагаются под действием ферментов. Чем тоньше помол, тем полнее извлекаются экстрактивные вещества. Однако при очень тонком помоле происходит значительное измельчение оболочки зерен, в результате чего в фильтрационном аппарате создается плотный слой, что затрудняет фильтрацию и извлечение экстрактивных веществ из дробины. Кроме того, при значительном измельчении оболочки из нее извлекаются дубильные и горькие вещества, что ухудшает вкус пива.

Для улучшения процесса дробления и предупреждения излишнего измельчения шелухи солод увлажняют. На участок шнека с солодом впрыскивается теплая вода в определенном количестве и под высоким давлением, что обеспечивает равномерное увлажнение шелухи, оболочка при дроблении остается почти целой и служит фильтрующим слоем.

Режим предварительного увлажнения зависит от качества солода. При переработке солода хорошего растворения его необходимо увлажнять в течение 25 - 30 мин при температуре 20 - 35 °С, а солод плохого растворения увлажняют в течение 10 - 15 мин при температуре 50 - 55 °С.

Приготовление затора. Процесс приготовления затора называют *затирианием*. Затириание осуществляют в целях перевода в растворимое состояние максимального количества экстрактивных веществ солода и несоложенных материалов.

Светлое пиво изготавливают одноотварочным способом, при этом способе, по сравнению с настойным, создаются более благоприятные условия для получения сусла с высокой степенью сбраживания, повышается выход экстракта.

В заторном аппарате затирают 1/3 дробленого солода и весь несоложенный материал при температуре 40 °С. Температуру повышают до 52 °С (1 °С в минуту) и выдерживают в течение 15 - 30 мин. Далее из заторного аппарата 1/2 – 1/3 заторной массы перекачивают в другой заторный аппарат при работе мешалок в обоих сосудах, где устанавливается температура 63°С, выдерживают при этой температуре в течение 20 - 30 мин, после чего затор медленно подогревают до 70 - 72 °С, выдерживают 20 мин, нагревают до кипения и кипятят 15 - 20 мин. Эту часть затора называют отваркой, затем отварку перекачивают в общий затор. Температуру повышают до 70 °С и выдерживают 30 мин, проверяют осахаривание, и если оно неполное, затор подогревают до 72 °С и выдерживают до полного осахаривания, после чего вновь подогревают до 76 - 77 °С и перекачивают в фильтрационный аппарат.

В настоящее время для экономии солода используют несоложеное сырье. Но повышенное содержание несоложенных материалов (40 - 50 %) приводит к ухудшению состава белков сусла, повышению вязкости, затруднению фильтрования и понижению выхода экстракта. Также снижается коллоидная стойкость пива. Для предотвращения этого современные предприятия применяют ферментные препараты. В отечественном пивоварении используются бактериальные ферментные препараты, обладающие высокой β -глюканазной активностью и препараты из культур грибов, обладающие широким спектром цитолитических ферментов. В любом случае препараты применяют с тремя целями – расщепление крахмала и белка, уменьшение вязкости.

Фильтрование затора. Цель *фильтрования затора* - отделение жидкой фазы (сусла) от твердой (добины) с последующим вымыванием водой экстракта, удержанного добиной. [26]

Процесс фильтрования затора подразделяют на две стадии: фильтрование первого сусла, т.е. сусла, получаемого при фильтровании затора, и промывание добины горячей водой для извлечения экстрактивных веществ. В результате образуются промывные воды.

Фильтрация ведут в фильтровальном аппарате; в днище аппарата установлено съемное фильтрационное сито, на котором из дробины образуется фильтрующий слой. Для того, чтобы дробина располагалась равномерно по всей поверхности сит, ее разравнивают при помощи разрыхлительного механизма в течение всего времени перекачивания затора.

Первое мутное сусло перекачивают обратно в фильтрационный аппарат до тех пор, пока из кранов не потечет прозрачное сусло, которое направляют в сусловарочный аппарат. Температура затора при фильтрации 75 - 78 °С. В дробине остается значительное количество экстрактивных веществ, для извлечения их дробину промывают водой температурой 78 - 80 °С. Промывание начинают тогда, когда подситовое пространство еще заполнено первым суслом. Для более полного извлечения экстрактивных веществ дробину размешивают разрыхлительным механизмом. Промывание дробины можно вести до массовой доли сухих веществ в промывной воде 0,5 %; но для предотвращения ухудшения качества пива промывание заканчивают при массовой доле сухих веществ 1,0 - 1,5 %.

Получение охмелённого сусла. Процесс получения охмеленного сусла включает следующие операции: кипячение сусла с хмелем, отделение хмелевой дробины, осветление и охлаждение сусла.

Кипячение проводят с целью концентрирования его до заданной плотности, перевода ценных составных веществ хмеля в раствор, инактивации ферментов, коагуляции белковых веществ и стерилизации сусла. Для подготовки сусла к осветлению и охлаждению его отделяют от хмелевой дробины, чтобы исключить отрицательное влияние ее на цвет и вкус пива. Осветление и охлаждение проводят для выделения из сусла взвесей, насыщения его кислородом и снижения температуры до начальной температуры брожения.

Первое сусло и промывные воды из фильтрационного аппарата поступают в сусловарочный аппарат, где поддерживается температура 63 - 75 °С. При температуре не выше 75 °С сохраняется часть α -амилаз в активном состоянии, поэтому может осахариваться крахмал, перешедший в сусло после промывания дробины водой. По окончании набора проверяют полноту осахаривания по йодной пробе. При неполном осахаривании добавляют вытяжку из следующего затора, сусло выдерживают до полного осахаривания.

Хмель задают в сусловарочный аппарат как в начале кипячения, так и в течение всего процесса. Продолжительность кипячения сусла с хмелем 1,5 - 2 часа. При избыточном давлении (0,02 МПа) – 1 час.

Об окончании кипячения сусла с хмелем судят по следующим показателям: массовой доле сухих веществ, прозрачности и хлопьеобразованию (коагуляции белков).

По завершении кипячения сусло направляют в хмелеотделитель, представляющий собой резервуар со вставным ситом, на котором задерживается дробина. Дробину для извлечения остатков сусла промывают горячей водой (на 1 кг 6 - 7 л). Промывные воды присоединяют к суслу. Из хмелеотделителя сусло подают на охлаждение.

Горячее охмеленное сусло охлаждают до начальной температуры брожения. Сусло при низкой температуре брожения является благоприятной средой для развития микроорганизмов. Наибольшая опасность инфицирования сусла появляется при его медленном охлаждении от 40 до 20 °С, так как эти температуры наиболее благоприятны для размножения вредных для пива микроорганизмов. В охлаждаемом сусле остаются скоагулированные белки, которые находятся в состоянии тонких взвесей (суспензий). При понижении температуры они осаждаются.

Сусло охлаждают в две стадии. На первой стадии сусло охлаждают незначительно, но при этом проводят осветление. Применяют гидроциклонный аппарат (вирпул). Принцип осветления сусла в вирпуле заключается во вращении сусла. Под действием гидродинамических сил взвешенные частицы собираются в центре днища, где образуется осадочный конус. Достоинством гидроциклонного аппарата является стерильность процесса, т.к. в него поступает горячее сусло и выходит из него с температурой около 90 °С. Также сокращается процесс осветления с 2 часов (в отстойном аппарате) до 20 - 40 минут.

Вторую стадию необходимо вести быстрее, чтобы предупредить развитие посторонней микрофлоры. Охлаждение от 85 - 90 до 5 - 9 °С проводят с использованием пластинчатых теплообменников.

После охлаждения до 6-16 °С сусло аэрируют воздухом непосредственно в трубопроводе или аппарате предварительного брожения.

Главное брожение. Для приготовления пива качество приготовленного начального сусла должно соответствовать определенным правилам. Массовая доля сухих веществ для светлых сортов пива должна быть 11-13 %, кислотность 1,5-2,8 к.ед., цвет 0,8-2 цв.ед., pH 5,3-5,5, относительная вязкость 11 %-ного сусла при 20 °С: 1,6-1,65; 13 %-ного - 1,8 - 1,9 мПа·с.

В зависимости от вида применяемых культур дрожжей брожение ведут низовое или верховое. Наиболее распространено низовое брожение, так как дрожжи низового брожения по своей структуре относятся к хлопьевидным, способствующим лучшему осветлению пива. Также хлопьевидные дрожжи по сравнению с пылевидными дают больший прирост биомассы, обладают меньшей бродильной активностью, образуют меньше диацетила и высших спиртов в пиве, что положительно сказывается на его качестве.

Процесс разведения чистой культуры дрожжей состоит из стадий: лабораторной (разведение культур в микробиологической лаборатории) и цеховой (разведение в отделении чистой культуры).

Лабораторная стадия состоит из нескольких последовательных пересевов. Вначале чистую культуру из пробирки пересевают на стерильное охмеленное сусло с массовой долей сухих веществ 11-13 % через каждые 34-36 часов, с каждым разом увеличивая объем сусла: 20 см³→100 см³→500 см³→2,5 дм³. На первой стадии температура 20-23 °С, затем 8-10 °С. Лабораторная стадия заканчивается сбраживанием 6-10 дм³ сусла в медной колбе Карлсберга в течение 5 - 7 суток при 7 - 8 °С.

Цеховая стадия – это разведение дрожжей на стерильном охмеленном сусле в специальных аппаратах (установке). Установка состоит из

стерилизатора, бродильных цилиндров, число которых зависит от количества используемых дрожжей, резервуара для предварительного брожения и сосуда для посевных дрожжей.

Разведение чистой культуры происходит следующим образом. В стерилизатор из сусловарочного аппарата набирают горячее охмеленное сусло, кипятят его в течение 1 часа и охлаждают до 8 °С.

Затем с помощью сжатого стерильного воздуха охлажденное сусло подают в бродильный цилиндр, куда через специальный кран из медной колбы Карлсберга вводят чистую культуру. Брожение ведут в течение 3 суток. По увеличении массы дрожжей часть их перекачивают в резервуар, где осуществляют предварительное брожение при 8 °С в течение 3 суток.

Процесс брожения осуществляется в цилиндрикоконических бродильных аппаратах, которые снабжены двумя-тремя охлаждающими рубашками на цилиндрической части и одной на нижней конической части. Сусло температурой 7 - 9 °С подают в аппарат и заполняют его на 85 %. В ток сусла задают дрожжи в количестве 0,7 дал на 1 гл. Первые 50 % сусла аэрируют стерильным воздухом из расчета 0,5 - 0,7 м³ на 1 м³ в час. В первые двое суток температура сусла за счет выделяющейся теплоты спиртового брожения самопроизвольно повышается до 13 - 14 °С. При этой температуре сусло бродит 6 - 7 суток до достижения видимой конечной степени сбраживания. Интенсивно протекающий процесс брожения обеспечивает снижение концентрации диацитила, что способствует более быстрому созреванию пива. По достижении содержания экстрактивных веществ 3,2 - 3,5 % аппарат шпунтуют, и далее процесс ведут при избыточном давлении 0,05 - 0,06 МПа для лучшего насыщения пива диоксидом углерода и ускорения оседания дрожжей. Затем пиво охлаждают в нижней части аппарата до 1 - 2 °С для образования более плотного осадка дрожжей.

Дображивание и созревание. На восьмые сутки пиво охлаждают до 3 - 4 °С, на девятые до 1 - 2 °С и выдерживают при этой температуре 5 - 6 суток для завершения процессов дображивания. Затем из конической части медленно спускают дрожжи.

На этой стадии пиво приобретает свои товарные свойства, осветляется, исчезают дрожжевые тона во вкусе, формируется букет пива.

Выделяющийся в процессе дображивания диоксид углерода растворяется и связывается в пиве, что приводит к насыщению пива оксидом углерода.

При созревании пива происходят различные окислительно-восстановительные реакции, в результате которых исчезают характерные для молодого пива привкус дрожжей и хмелевая горечь.

При дображивании пиво осветляется. Это обусловлено выпадением в осадок дрожжей, которые адсорбируют на себе белковую муть и другие взвеси. При охлаждении до 1 - 2 °С в сусле происходит выделение, коагуляция и осаждение хмелевых смол, белковых и дубильных веществ, которые при более высокой температуре были прочно связаны с раствором.

Осветление пива и подготовка к розливу. При дображивании и созревании пиво осветляется недостаточно. В нем во взвешенном состоянии

остаются дрожжевые клетки, белковые и полифенольные вещества, хмелевые смолы, соли тяжелых металлов, различные микроорганизмы, образующие муть. Поэтому после дображивания пиво подвергается осветлению фильтрованием.

Сущность процесса фильтрования заключается в механическом (отсеивающем) и адсорбционном действии. Лучшие результаты получают при фильтровании пива на кизельгуровых фильтрах. Кизельгур представляет собой пористую горную породу, слои фильтра заполняются кизельгуром разной степени дробления. Первый намываемый слой фильтровального порошка должен иметь крупные частицы, последний слой - тонкодисперсный.

Для придания прозрачности, блеска, а также повышения стойкости при хранении пиво дополнительно фильтруют на рамных фильтр-прессах с использованием специальных сортов картона.

При фильтровании пиво теряет некоторую часть диоксида углерода, поэтому перед розливом его подвергают карбонизации путем продувки через пиво диоксида углерода.

После карбонизации пиво выдерживают 68 ч в сборниках, а затем направляют на розлив.

Розлив пива. Пиво разливают в кеги, стеклянную бутылку и ПЭТ-бутылку.

Тара перед подачей на линию розлива моется моющими средствами в зависимости от вида тары, кеги обрабатываются паром.

Пиво подается на розлив, проходя через **мгновенную пастеризацию** для удаления дрожжей и микроорганизмов, попавших в пиво. Пиво быстро нагревается до 72 - 73 °С и остается при такой температуре на протяжении приблизительно 30 секунд, после чего снова охлаждается. Такая несущественная тепловая обработка не влияет на вкус пива, но эффективно обезвреживает продукт.

Розлив ведется при избыточном давлении 0,05 - 0,3 МПа, температура напитка не должна превышать 3 °С, так как при понижении температуры повышается растворимость диоксида углерода.

9.3. Требования к качеству и условиям хранения пива

Качество пива оценивают по органолептическим, физико-химическим и показателям безопасности, общая характеристика которых представлена ниже:

1. Органолептические показатели: пиво должно быть прозрачным, без осадка и посторонних включений, иметь чистый вкус и аромат сброженного солодового напитка с хмелевой горечью и хмелевым ароматом без посторонних запахов и привкусов.

Органолептические показатели оценивают по 25-балльной системе со следующим распределением баллов: прозрачность – 3, цвет – 3, аромат – 4, вкус – 5, пенообразование (пена и насыщенность двуокисью углерода) – 5, хмелевая горечь – 5 баллов.

В зависимости от общего числа набранных баллов характеризуют уровень качества пива: 22 - 25 баллов – напиток отличного качества, 19 - 21 балл –

хорошего, 13 - 18 баллов – удовлетворительного, 12 баллов и ниже – неудовлетворительного качества.

2. К основным **физико-химическим показателям** относят: объемную долю спирта (% , не менее), экстрактивность начального сусла (%), кислотность (к. ед. – кислотные единицы), цвет (ц. ед.), массовую долю двуокиси углерода (% , не менее), пенообразование (высота пены – мм, не менее; пеностойкость – в мин), стойкость (в сутках, не менее).

3. **Показатели безопасности:** по содержанию *токсичных элементов* (свинца, мышьяка, кадмия, ртути), радионуклидов (цезия-137 и стронция-90), N-нитрозаминов и по *микробиологическим показателям* (числу КМАФАнМ (количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов); содержанию бактерий группы кишечной палочки – БГКП, дрожжей и плесеней, патогенных микроорганизмов, в т. ч. сальмонелл, пиво должно соответствовать нормам, установленным СанПиН 2.3.2.1078-01.

Дефекты пива. Большинство дефектов пива возникает в результате использования недоброкачественного сырья, нарушения технологии и условий хранения и проявляется в помутнении пива, которое может иметь различный характер (бактериально-дрожжевое, белковое, металлобелковое и др.), а также в появлении посторонних привкусов и запахов.

Кристаллическое помутнение (кристаллы щавелевокислого кальция в форме октаэдров) из-за использования жесткой воды устраняется при фильтровании.

Белковые помутнения – образование белково-полифенольных комплексов из-за использования солода с повышенным содержанием белков, нарушения режимов затирания и кипячения сусла с хмелем.

Различают обратимые и необратимые белковые помутнения. Причиной обратимых является образование дубильно-белковых соединений, исчезающих при повышении температуры пива до 20 °С в результате распада этих компонентов.

Необратимые – следствие образования при длительном хранении укрупненных нерастворимых молекул веществ белково-фенольного характера.

Металлобелковая муть образуется в результате коагулирования белков при соприкосновении пива с незащищенным металлом оборудования.

Клейстерная (декстриновая) муть появляется в пиве из-за недоосахаренного затора (неполное расщепление крахмала). Обнаруживается йодной пробой.

Бактериально-дрожжевое помутнение вызывают дикие дрожжи, развивающиеся при высокой температуре хранения и при наличии несброженного экстракта, а также другие виды микроорганизмов: молочнокислые, уксуснокислые бактерии (пиво прокисает) и др.

Дефекты вкуса: излишне сладкий, хлебный (слабовыраженное пиво); излишне кислый (скисание), подвальный привкус – плохая обработка лагерных танков; фенольный или хлорный запах – плохая промывка аппаратуры после дезинфекции; медовый привкус (диацетил) – придают дрожжи, зараженные

сарцинами; солнечный привкус – отвратительные вкус и запах в результате действия УФ-лучей солнечного света и образования этилмеркаптана.

Режимы хранения пива.

На сохраняемость пива существенное влияние оказывает только температура хранения, остальные показатели режима хранения: влажность воздуха, воздухообмен, газовый состав не имеют значения, так как пиво хранится в закрытой таре. Освещенность учитывается только для пива в бутылках. Такое пиво рекомендуется хранить в затемненных помещениях. На сохраняемость пива в непрозрачной таре свет не влияет.

Температура хранения пива зависит от наличия пастеризации. Непастеризованное пиво в бутылках и бочках хранят при температуре 2 - 12 °С, а пастеризованное – 10 - 20 °С. Пиво в изотермических резервуарах хранят под давлением диоксида углерода при температуре 2 - 5 °С.

Сроки годности пива устанавливает, как правило, производитель. В межгосударственном стандарте установлены такие гарантийные сроки хранения пива со дня розлива (сут.): непастеризованного пива Жигулевского – 7, высокого качества – 10; Рижского, Мартовского, Украинского – 8 и 10; Ленинградского – 10 и 12, Портера – 17, Бархатного – 3. Гарантийный срок хранения пастеризованного пива, изготовленного с применением стабилизаторов белково-коллоидной стойкости, – 3 мес.; без применения стабилизаторов – 1 мес. со дня розлива.

Критерии окончания сроков годности пива. В практике хранения важнейшим критерием служит установленный производителем или ГОСТ [3] срок годности, или гарантийный срок, пива конкретного наименования, указанный на маркировке. При определении гарантийного срока, или срока годности, выявляется период времени, в течение которого не происходит биологическое или физико-химическое помутнение, нежелательные микробиологические процессы, а также ухудшение органолептических свойств пива.

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику и классификацию пива.
2. Какое сырье используют для производства пива?
3. Опишите основные стадии производства пива.
4. Дайте характеристику основным этапам производства пива.
5. Что представляет собой «затор»? Как его производят?
6. Что представляет собой «сусло»?
7. Назовите условия проведения главного брожения.
8. Каким образом производят осветление пива.
9. Назовите требования к качеству пива.
10. Назовите и охарактеризуйте дефекты пива, причины возникновения.

Раздел 10. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

План

10.1. Технология производства безалкогольных напитков.

10.2. Технология производства кваса.

10.3. Добыча и розлив минеральных вод.

10.1. Технология производства безалкогольных напитков

Безалкогольные напитки – группа фруктово-ягодных и плодовых освежающих и жаждоутоляющих напитков, не содержащих алкоголя или содержащих его в незначительном количестве. [19]

К безалкогольным напиткам относятся также хлебный, чайный квас, тонизирующие безалкогольные напитки и минеральные воды.

Основная часть безалкогольных напитков реализуется в охлажденном виде, в связи с чем их называют также прохладительными напитками. Потребление безалкогольных напитков носит выраженный сезонный характер и резко повышается в жаркие периоды года.

Наиболее типичным представителем безалкогольных напитков являются газированные фруктово-ягодные и десертные воды, которые готовятся с использованием доброкачественной питьевой воды, сахара, фруктово-ягодных морсов, сиропов, экстрактов, соков, пищевых органических кислот (лимонной, виннокаменной, молочной), пищевых красителей и пищевых эссенций.

Безалкогольные напитки классифицируют следующим образом:

- *по виду* на прозрачные, мутные, сухие, концентраты;
- *по типу* – сильно-, средне-, слабогазированные и негазированные;
- *по группам* в зависимости от используемого сырья, технологии производства и назначения - сокосодержащие; напитки на зерновом сырье; на пряно-ароматическом сырье; на ароматизаторах; напитки брожения;
- *по стойкости* – пастеризованные и непастеризованные; с применением консервантов; напитки холодного розлива и горячего розлива.

Сырье для получения напитков.

Для придания напиткам сладкого вкуса используют *сахар* (в виде сахара-песка, сахара-рафинада, жидкого сахара) и *подсластители* различной природы (натуральные и синтетические). [25]

Натуральные подсластители: *сахара* (глюкоза, фруктоза, мальтоза, лактоза, сахароза – основной сахар); *сладкие спирты* (сорбит, ксилит – для диабетиков); *вещества сложной природы* (тауматин, монелин).

Синтетические подсластители: сахарин, цикламаты, аспартам.

Пищевые органические кислоты используют для придания кислого или терпкого вкуса, усиления вкуса, жаждоутоляющего действия, для смягчения сладости сахара, для консервирующего действия. Применяют лимонную, молочную (в напитках из хлебного сырья), виннокаменную (в сухих напитках), сорбиновую, аскорбиновую (как консерванты) кислоты.

Красители натуральные (колер, энокраситель, бузиновый, вишневый, черничный, черносмородиновый, черноплоднорябиновый, свекольный) и синтетические (индигокармин, тартразин) применяют для подкрашивания напитков.

Вкусовые и ароматические вещества. В зависимости от способа получения ароматические вещества подразделяются на настои, экстракты, эссенции из натурального и синтетического сырья и комбинированные смеси натуральных и синтетических душистых веществ.

Принципиальная схема производства безалкогольных напитков

Технологическая схема получения безалкогольных напитков (рис. 10.1) включает следующие основные стадии [19]: *приготовление сахарного сиропа; приготовление колера; приготовление купажного сиропа; подготовку воды; сатурацию воды (напитка); розлив напитка.*



Рис. 10.1. Технологическая схема получения газированных напитков

Приготовление сахарного сиропа. Сахар в производстве безалкогольных напитков используется в виде сахарного сиропа концентрацией сухих веществ 60-65%. Сахарный сироп можно готовить холодным или горячим способом.

Холодный способ: сахар растворяют в подготовленной воде с температурой 20 - 25 °С при перемешивании.

Горячий способ: расчетное количество умягченной воды подогревают в сироповарочном котле до 50 - 60 °С, вносят необходимое количество сахара, доводят до кипения и кипятят 30 минут для уничтожения слизиобразующих бактерий. Готовый сироп фильтруют и охлаждают до 15 - 20 °С.

В производстве безалкогольных напитков сахарный сироп готовят только горячим способом во избежание инфицирования готовой продукции.

Наряду с белым сахарным сиропом применяют инвертированный сахарный сироп. В нем часть сахарозы в процессе варки гидролизуеться до фруктозы и глюкозы под действием добавленных в сироп органических кислот (чаще лимонной). Инверсия приводит к более сладкому и мягкому вкусу сиропа, к большему выходу сухих веществ, что позволяет уменьшить расход сахара.

Получение купажного сиропа. Купажный сироп готовят *холодным, полугорячим и горячим способом.*

Холодный способ используют в тех случаях, когда в рецептуру напитков входят настои, эссенции, композиции и другое ароматсодержащее сырье.

Компоненты купажного сиропа задают в аппарат последовательно при тщательном перемешивании от менее ароматичного к более ароматичному: сахарный сироп, сок или экстракт, вино, кислота, красители, настои, эссенции. При таком способе купаживания лучше сохраняются ароматические вещества, витамины и другие биологически активные соединения.

Горячий и полугорячий способы купаживания применяют тогда, когда необходимо сократить объем купажного сиропа, уменьшить дозу его расхода на бутылку, обеспечить стерильность сырья (при использовании натуральных соков, экстрактов), удаление спирта (если применяют спиртованные соки, морсы, вина). Используют для изготовления напитков, в рецептуру которых входят соки, морсы, экстракты, вина.

Горячий способ: сахарный сироп варят не на воде, а на всем количестве (100 %) сока (морса, вина), заложенного в рецептуру. *Полугорячий способ:* сахарный сироп варят на 50 % от рецептурного сока (морса, вина), остальную часть (50 %) вносят при купаживании.

В готовом купажном сиропе, полученном любым способом, проверяют содержание сухих веществ, сироп фильтруют через фильтр-картон, охлаждают до температуры не выше 8 °С и передают на розлив.

Сатурация воды и напитков. Искусственное насыщение воды диоксидом углерода называется *сатурацией*. В основе сатурации лежит способность CO_2 при взаимодействии с водой образовывать водный раствор.

На растворимость газа в жидкости влияет *ряд факторов:* природа газа и жидкости, парциальное давление газа над жидкостью, примеси воздуха в CO_2 и воде, температура раствора, содержание в воде электролитов и коллоидов.

Исходя из этого, перед сатурацией воду умягчают, охлаждают до 2 - 4 °С, деаэрируют (освобождают от воздуха). Насыщение идет под давлением 0,5 - 1,2 МПа до содержания CO₂ не менее 0,6% мас.

Процесс сатурации осуществляется в специальных аппаратах – *сатураторах*. Современным способом насыщения диоксидом углерода является *синхронно-смесительный*. В установках, работающих по этому способу, насыщению CO₂ подвергается либо готовый напиток (смесь деаэрированной воды и купажного сиропа), либо предварительно деаэрированную воду газифицируют и смешивают с купажным сиропом. Синхронно-смесительный способ позволяет повысить качество напитков, снизить потери диоксида углерода, отказаться от использования ряда автоматов (дозировочного и для перемешивания напитков) на линии розлива.

Розлив напитков. Розлив безалкогольных газированных напитков осуществляется в изобарических условиях для предотвращения потерь диоксида углерода. Напитки разливают в стеклянные или ПЭТ-бутылки, жестяные банки.

Классическим, но уже устаревшим способом является розлив напитков с дозированием купажного сиропа в бутылку с последующим доливом газированной водой. Современный способ – розлив готового, насыщенного CO₂ напитка.

10.2. Технология производства кваса

Хлебный квас – один из распространенных напитков, обладающий приятным ароматом ржаного свежеспеченного хлеба и кисловато-сладким вкусом. Он содержит разнообразные продукты спиртового и молочнокислого брожения, которые придают ему освежающее действие и специфический кисловатый вкус. [18]

Питательная ценность 1 дм³ кваса составляет 1000 - 1170 кДж (240 - 280 ккал). В 100 г кваса содержится: 93,4 г воды; 0,2 г белков; 5,0 г углеводов; 0,2 г золы; 0,3 г органических кислот (в пересчете на лимонную) и 0,6 г спирта.

В России квас считается самостоятельным (и национальным) напитком. Согласно классификации организации *Beer Judge Certification Program*, занимающейся подготовкой и сертификацией судей для проведения пивных дегустационных соревнований, квас является пивом и относится к категории «Пиво историческое, традиционное, местное» (*historical, tradition alorindigeous beers*).

Бутилированный квас, приготовленный путем брожения, часто газифицируют. Сорты кваса:

- хлебный;
- фруктовый;
- ягодный.

Существуют разнообразные фруктовые и ягодные сорта кваса: грушевый, клюквенный, вишневый, лимонный и другие. Квасы этого рода представляют или обыкновенные хлебные квасы, сброженные соком или вареньем из упомянутых ягод и фруктов, или же их готовят непосредственно из сока ягод без прибавления хлеба или муки.

В продаже распространены следующие сорта хлебного кваса: русский квас (из ржаной муки и такого же солода); баварский квас (из красного ячменного солода, пшеничной муки и патоки); кислые щи (из ржаного и ячменного солода и пшеничной муки); белый сахарный квас (из ржаных сухарей, пшеничного солода и сахара).

Сырьем для производства хлебного кваса служат ржаной солод, ржаная мука, ячменный солод, сахар и другие продукты.

Технологическая схема производства квасов брожения состоит из следующих стадий: *приготовление сахарного сиропа и колера; получение квасного сусла; получение комбинированной закваски; сбраживание сусла; купажирование кваса и его розлив.*

Машинно-технологическая схема производства хлебного кваса представлена на рисунке (рис.10.2).

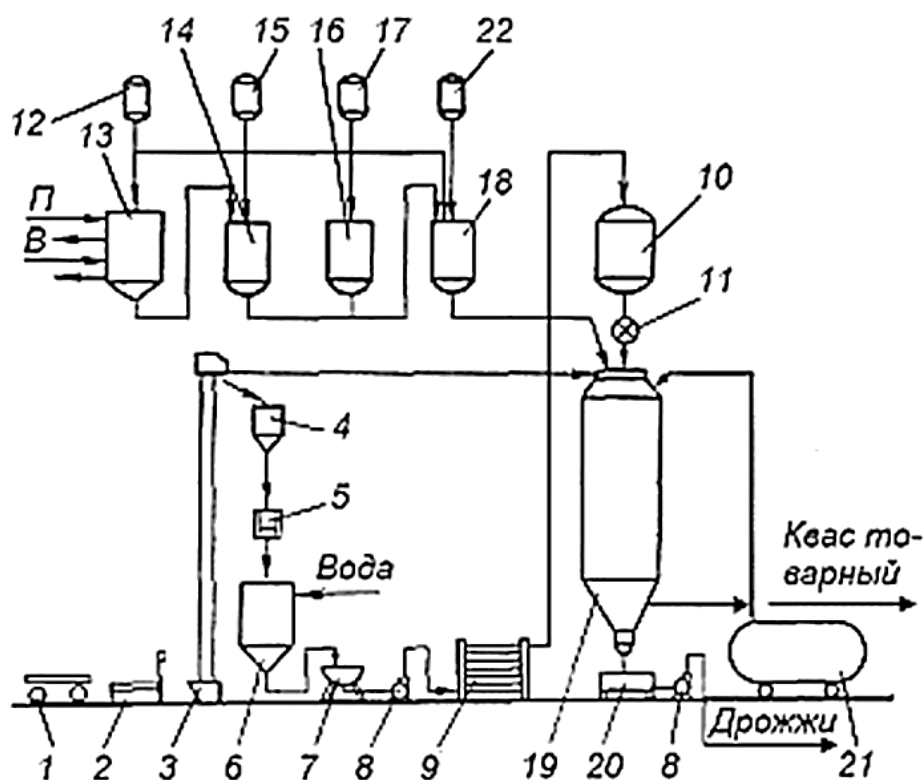


Рис. 10.2. Машинно-технологическая схема производства хлебного кваса:
 1 - электрокар; 2 - весы; 3 - подъемник; 4 - бункер; 5 - автоматические весы;
 6 - сироповарочный котел; 7 - сетчатый фильтр; 8 - насосы; 9 - теплообменник;
 10 - сборник сахарного сиропа; 11 - дозатор; 12 - сборник концентрата квасного сусла;
 13 - стерилизатор; 14 - дрожжанка; 15 - аппарат чистой культуры дрожжей;
 16 - маточник бактериальной культуры; 17 - аппарат чистой культуры молочнокислых бактерий; 18 - смеситель дрожжей и бактерий; 19 - бродильно-купажный аппарат;
 20 - сборник дрожжей; 21 - автотермоцистерна; 22 - воздушный ресивер

Получение квасного сусла. Квасное сусло получают одним из способов:

- настойным - из квасных хлебцев или сухого кваса;
- настойным, или рациональным способом - из ржаной муки, ржаного и ячменного солодов;

- из концентрата квасного сусла (ККС).

На большинстве заводов квас производится из ККС. Сусло из этого вида сырья получают следующим образом: ККС (70 % от рецептурного количества) разбавляют водой температурой 30 - 35 °С в 2,0 - 2,5 раза, перемешивают и добавляют воду до содержания сухих веществ 1,0 - 1,4% (соответственно для хлебного и окрошечного кваса). В сусло вводят сахарный сироп (25 % от рецептурного состава) до содержания сухих веществ 2,5 % для хлебного кваса, 1,6 % – для окрошечного.

Получение комбинированной закваски. Для сбраживания квасного сусла используют комбинированную закваску, которая состоит из чистых культур дрожжей рас М-квасная, 131-К, С-2 и молочнокислых бактерий рас 11 и 13.

Дрожжи и молочнокислые бактерии при совместном развитии находятся в симбиозе, получая пользу от такого типа существования. Образованная бактериями, молочная кислота снижает рН сусла, что создает более благоприятные условия для жизнедеятельности дрожжей, а продукты автолиза дрожжевых клеток (витамины, аминокислоты) потребляются молочнокислыми бактериями. При брожении, кроме молочной кислоты, бактерии образуют CO₂, уксусную кислоту, спирт, ароматические продукты, что обеспечивает улучшение вкуса и аромата кваса. [1]

Сначала чистые культуры (ЧК) дрожжей и бактерий разводят в лаборатории, затем в отделении ЧК и заканчивают на производственной стадии.

Различают два основных способа приготовления разводов в отделении ЧК:

- способ А – раздельное выращивание ЧК дрожжей и молочнокислых бактерий (более предпочтителен);
- способ Б – совместное культивирование микроорганизмов.

На всех стадиях накопление биомассы дрожжей и бактерий ведут на квасном сусле с концентрацией сухих веществ 8 % при оптимальной температуре 26 - 30 °С. Готовность разводки дрожжей определяют по концентрации клеток (должна быть не менее 40 млн./см³), молочнокислых бактерий – по кислотности (6,8 - 7,0 см³ раствора NaOH концентрацией 1 моль/дм³ на 100 см³).

Наряду с чистыми культурами можно использовать для брожения технически чистые сушеные культуры квасных дрожжей и молочнокислых бактерий, а также прессованные хлебопекарные дрожжи, пивные дрожжи.

Сбраживание квасного сусла. В готовое сусло вводят комбинированную закваску в количестве 2 - 4 % к объему среды. Брожение ведут при температуре 25 - 30 °С до снижения массовой доли сухих веществ на 1% и достижения кислотности не ниже 2 см³ раствора NaOH концентрацией 1 моль/дм³ на 100 см³. Продолжительность брожения 18 - 20 час.

Сброженный квас охлаждают до 5 - 7 °С для оседания дрожжей и передают на купажиrowание.

Брожение проводят в аппаратах различного типа: бродильных, бродильно-купажных, цилиндрикоконических.

Купажирование и розлив кваса. Купажирование кваса заключается в смешивании его с сахарным сиропом и ККС (концентрат квасного сусла). Для

этого в сброженное сусло добавляют оставшееся количество сахарного сиропа (75 % от рецептурного) и ККС (30 %), перемешивают диоксидом углерода, выдерживают 30 - 60 минут. В случае недостаточной цветности кваса вносят колер.

В квас для горячих цехов при купажировании добавляют хлориды кальция и натрия, фосфат калия, аскорбиновую кислоту.

Разливают квас в автотермоцистерны и бочки в изобарических условиях при температуре не выше 12 °С.

В торговой сети при хранении кваса за счет оставшегося количества дрожжей и молочнокислых бактерий происходит дополнительное его дображивание и насыщение углекислотой. В результате увеличивается содержание спирта и снижается концентрация сухих веществ. Хранят квас при температуре от 2 до 12 °С.

Производство квасов бутылочного розлива и напитков на хлебном сырье

Ассортимент квасов бутылочного розлива – «Русский», «Московский»; напитков на хлебном сырье – «Здоровье», «Осень». [19]

Квасы бутылочного розлива и напитки на хлебном сырье получают по схеме безалкогольных напитков. Основные стадии производства: *приготовление сахарного сиропа и колера → приготовление купажного сиропа → насыщение воды или напитка диоксидом углерод → розлив.*

Купажный сироп готовят холодным способом. Последовательность купажирования компонентов: разведенный ККС, сахарный сироп, раствор молочной (лимонной) кислоты. В купажный сироп могут добавлять мед, хрен, тмин, аскорбиновую кислоту и другие ингредиенты.

Квасы бутылочного розлива готовят из ККС или из концентратов «Русского» и «Московского» квасов. Второй способ более предпочтителен, так как обеспечивает однородность качества продукции, упрощает технологию производства.

В состав купажного сиропа напитка «Здоровье» входят: солодовый экстракт, сахар, лимонная кислота, колер, витамин С. Компоненты купажного сиропа напитка «Осень»: ККС, кукурузная патока, сахар, лимонная кислота, настой чая, лимонный и апельсиновый настой, ванилин, спирт, колер.

Квасы бутылочного розлива и напитки на хлебном сырье разливают в бутылки. Розлив либо классический (дозирование сиропа и заполнение бутылки холодной деаэрированной сатурированной водой), либо синхронно-смесительный (сироп смешивается с деаэрированной сатурированной водой в соотношении 1:4-1:5 и далее разливается готовый напиток).

Для повышения стойкости данные напитки пастеризуют при температуре 65 - 70 °С в течение 35 - 45 мин, после чего бутылочный квас имеет более выраженный хлебный вкус и аромат.

10.3. Добыча и розлив минеральных вод

Минеральная вода – обобщенное название сложных растворов, которые применяют в пищевых, профилактических и лечебных целях. [18]

В настоящее время разливают свыше 160 лечебных и лечебно-столовых и более 100 столовых минеральных вод. *Классифицируют* минеральные воды по нескольким признакам.

Минеральные воды *по назначению* подразделяют:

- на столовые;
- лечебно-столовые;
- лечебные.

Отнесение минеральных вод к столовым, лечебно-столовым или лечебным осуществляется по уровню минерализации, с учетом содержания биологически активных компонентов.

Минеральные воды *по минерализации* подразделяют (в зависимости от значения показателя "общая минерализация"):

- на пресные;
- слабоминерализованные;
- маломинерализованные;
- среднеминерализованные;
- высокоминерализованные.

Зависимость назначения минеральной воды от ее минерализации представлена в таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Классификация минеральной воды в зависимости от минерализации

Классификация минеральной воды	Норма минерализации воды	Назначение
Пресная	До 1 г/дм ³	Столовая, лечебно-столовая, лечебная
Слабоминерализованная	Свыше 1 до 2 г/дм ³	Лечебно-столовая, лечебная
Маломинерализованная	Свыше 2 до 5 г/дм ³	
Среднеминерализованная	Свыше 5 до 10 г/дм ³	
Высокоминерализованная	Свыше 10 до 15 г/дм ³	Лечебная

Минеральные воды *по степени насыщения двуокисью углерода* подразделяют на:

- негазированные;
- газированные;
- природной газации (содержащие нативную двуокись углерода).

По ионному составу минеральные воды делят на хлоридные, гидрокарбонатные, кальциевые, сульфатные, натриевые, магниевые.

По наличию газов и специфических элементов различают воды углекислые, сероводородные, азотные, бромистые, йодистые, железистые, кремниевые, радоновые и другие.

В зависимости от температуры добычи минеральные воды классифицируют:

- на холодные – температура менее 20 °С;
- теплые (субтермальные) – температура 20 - 35 °С;
- горячие (термальные) – температура 35 - 42 °С;
- очень горячие (гипертермальные) – температура более 42 °С.

Технологический процесс, обеспечивающий выпуск минеральных вод бутылочного розлива, включает следующие основные этапы:

- *подъем воды на поверхность земли*
- *транспортировку ее от каптажного сооружения (источника) на завод (цех) розлива,*
- *резервирование воды,*
- *ее обработку (охлаждение, фильтрование, обеззараживание, стабилизацию состава, насыщение двуокисью углерода),*
- *мойку бутылок, розлив минеральной воды в бутылки, укупорку,*
- *бракераж,*
- *этикетирование,*
- *укладку бутылок в ящики,*
- *хранение готовой продукции.*

Каптирование. Минеральные воды в природных источниках находятся на различной глубине. Для промышленного розлива они подлежат *каптированию*, т. е. добыче.

Каптаж – гидротехническое сооружение для забора воды - может быть в виде буровых скважин, шахтных колодцев, штолен в зависимости от глубины залегания и способа подъема вод.

В зависимости от месторождения, глубина скважины бывает от нескольких метров до 200 - 300 метров. Температура по глубине распределяется неравномерно и зависит от химического состава.

Различают каптажи восходящих источников и каптажи нисходящих источников.

Каптаж восходящих источников – это устройство для вывода на поверхность земли напорных (артезианских) вод. Такое устройство представляет собой шахтный опускной колодец или скважину глубокой выработки круглого сечения в земной коре, сооружаемую путем бурения механическими приспособлениями без доступа рабочих внутрь нее.

Каптаж нисходящих источников с сосредоточенным выходом струи воды выполняется в виде камер для ее захвата.

Из источника через отверстие вода попадает в ключевое отделение, где она «успокаивается»; затем через водослив вода переливается в отделение, из которого по трубе она направляется к местам ее потребления. Излишек воды из отделения поступает через водослив в переливную трубу. Для спуска воды и очистки устройства от осадков в отделении имеется грязевая труба, а во втором отделении – грязевая труба, снабженные задвижками. Переливная труба и обе

грязевые трубы присоединены к выводной трубе. В каптажной камере, как обычно, имеется вентиляционная труба.

Каптажные камеры и колодцы строят из бетона, железобетона, естественного или искусственного камня. При каптаже минеральных вод трубами в зависимости от состава вод для изготовления труб применяются стойкие против коррозии материалы – чугун, асбестоцемент, керамика, пластиковые материалы, нержавеющая сталь и др.

Транспортирование минеральных вод. Подача воды от скважины до заводов розлива осуществляется одним из трех способов: трубопроводами, автоцистернами, железнодорожными цистернами.

Общие требования при всех способах доставки воды сводятся к сохранению физико-химических свойств и качества воды.

Сохранение физико-химических свойств и качества воды зависит от многих факторов, таких как выбор материала, используемого для изготовления трубопроводов и цистерн, соблюдения условий транспортирования, стабилизации химического состава воды, соблюдения санитарно-бактериологического состояния воды и оборудования.

По трубопроводам воду подают на расстояние до 50 км под небольшим избыточным давлением диоксида углерода, используя трубы из коррозионностойкой стали, чугуна, стекла, пищевого полиэтилена. Трубопроводы укладывают в бетонные или кирпичные коллекторы, выполненные из коррозионностойкой стали и сваренные в атмосфере аргона – непосредственно в грунт.

В автомобильных цистернах воду перевозят на расстоянии 50 - 200 км. Для исключения дегазации заполнение цистерн ведут в герметичных условиях через нижние или боковые штуцеры со скоростью 0,8 м/с при давлении 0,05 МПа, обеспечивая микробиологическую чистоту процесса. Если цистерны наполняют водой, содержащей двухвалентное железо, то из нее удаляют воздух, вытесняя его диоксидом углерода со скоростью 300 - 360 дм³/мин. Термальные воды предварительно охлаждают до 20 °С.

Приемка. Минеральные воды принимаются партиями. Партией считается количество минеральной воды одного наименования разлитое в железнодорожные цистерны, одной даты выпуска и оформленное одним документом о качестве.

Документ о качестве должен содержать:

- наименование предприятия-поставщика;
- наименование минеральной воды;
- результаты испытаний или подтверждение о соответствии качества продукции требованиям нормативно-технической документации.
- номер железнодорожного вагона (цистерны);
- номер железнодорожной накладной;
- объем транспортируемой воды;
- дату наполнения.

В каждой партии определяют бактериологические (общее количество бактерий в 1 см³ минеральной воды, количество бактерий группы кишечной

палочки в 1 дм³ минеральной воды) и органолептические (внешний вид, цвет, вкус и запах) показатели, массовую концентрацию одного, двух основных ионов, двуокиси углерода, нитритов, нитратов и перманганатную окисляемость.

Для осуществления контроля качества минеральной воды пробы на анализ отбирают из каждой цистерны объемом не менее 4 дм³ (из них не менее 2 дм³ для контроля санитарно-бактериологического состояния).

Хранение. Хранение минеральных вод, доставленных на предприятие по розливу осуществляется в герметичных резервуарах при избыточном давлении углекислого газа, которое создается насосными станциями и проводится ежедневно. Срок хранения вод устанавливается не более 5 суток. Во избежание значительной дегазации резервуары заполняют снизу под слой воды со скоростью 0,6 - 0,8 м/с.

Хранение вод производится в заводских резервуарах: эмалированных или изготовленных из железобетона без футеровки и с футеровкой из кислотоупорной плитки, нержавеющей стали и других коррозионностойких материалов. Для хранения используют вертикальные и горизонтальные резервуары.

Предпочтительно использовать резервуары цилиндрической формы. Заводские резервуары для хранения минеральных вод являются мерой вместимости и должны быть в обязательном порядке поверены и пролиторжированы.

Чистку и дезинфекцию резервуаров необходимо проводить не реже 1 раза в год, а после ремонта и при бактериальном загрязнении – немедленно. [7]

Фильтрация. Поступающая на производство минеральная вода подвергается фильтрации. Взвешенные вещества, содержащиеся в воде, вызывают помутнение воды и снижают эффективность бактерицидной обработки ее.

В минеральной воде могут присутствовать грубодисперсные и тонкодисперсные взвешенные вещества. Для удаления последних минеральную воду фильтруют на керамических свечных фильтрах, где в качестве фильтрующего материала используют микропористую керамику с размером пор 1 мкм и более. В результате удаляют взвеси и микроорганизмы, имеющие размеры более 1 - 2 мкм.

Фильтрацию воды проводят под давлением, обеспечивающем преодоление сопротивления в трубопроводе и фильтрующего материала без дополнительной перекачки насосами.

Обеззараживание. Минеральная вода обсеменяется микроорганизмами при транспортировании, хранении и технологической обработке. При высокой концентрации БГКП необходимо проводить обеззараживание до концентрации БГКП не более 1 КОЕ/дм³.

Для проведения обеззараживания существует 2 способа: реагентный и безреагентный.

Реагентные способы, применяемые для обеззараживания минеральной воды, зависят от их химического состава, а также от технического оснащения завода.

Хлорирование с помощью газообразного хлора; серебривание до суммарной концентрации 0,2 мг/дм³.

Концентрация остаточного хлора нормируется для каждой воды в отдельности, а общее количество добавленного или привнесенного хлора не должно превышать 0,5 мг/дм³. При необходимости удаление избыточного хлора применяют озонирование или серебривание с последующей фильтрацией. Для инактивации микрофлоры допускается использование гипохлорида натрия.

Безреагентный способ основан на свойстве ультрафиолетовых лучей подавлять различные микроорганизмы, в том числе и патогенные.

При обработке минеральной воды ультрафиолетовые лучи при длине волны 225 - 255 нм действуют на микрофлору не непосредственно, а через слой воды. Кроме того, микроорганизмы могут находиться на взвешках, которые будут предохранять их от воздействия ультрафиолетовых лучей. Таким образом, из-за мутности и цветности воды может снижаться эффективность бактерицидной обработки. Помимо этого эффект обеззараживания может уменьшаться при содержании в воде железа более 0,3 мг/л.

Преимущество обеззараживания воды с помощью ультрафиолетовых лучей заключается в их быстром действии на микрофлору и в том, что они не изменяют органолептических свойств минеральной воды.

Для обеззараживания минеральных вод используют бактерицидные напорные установки с погружным источником излучения. Установка состоит из герметичной камеры, выполненной из нержавеющей стали или чугуна. В камере размещена аргонртутная лампа низкого давления типа БУЕ, защищенная от контакта с водой кварцевым чехлом. Стенки кварцевого чехла пропускают ультрафиолетовые лучи аргонртутной лампы. С помощью установки с лампой "УВ-60 можно обеззараживать 3 м³ минеральной воды в час при рабочем давлении 0,5 МПа.

После проведения обеззараживания в минеральной воде проводят контроль таких микробиологических показателей, как:

- общее количество бактерий в 1 см³ минеральной воды,
 - количество бактерий группы кишечной палочки в 1 дм³ минеральной воды.
- Обеззараженная вода направляется на охлаждение.

Охлаждение. После проведения обеззараживания минеральная вода из бактерицидной установки подается в теплообменник для охлаждения.

Растворимость диоксида углерода в воде зависит от температуры: с понижением ее растворимость диоксида углерода в воде повышается. Поэтому перед насыщением минеральной воды диоксидом углерода ее охлаждают до определенной температуры. Предельную температуру охлаждения минеральной воды подбирают с учетом возможного образования осадка вследствие уменьшения растворимости солей. Наиболее часто минеральные воды охлаждают до температуры 4 - 10 °С в одну стадию.

Сатурация. Минеральные воды насыщают диоксидом углерода для улучшения вкуса, стабильности химического состава и подавления жизнедеятельности микроорганизмов. Насыщают диоксидом углерода все минеральные воды независимо от газового состава. Для этого используют

сатураторы различного типа. Массовая доля диоксида углерода в лечебных минеральных водах должна быть 0,15 - 0,20 %; в лечебно-столовых – не менее 0,3 %; в железистых – не менее 0,4 %.

Розлив осуществляют на автоматизированных линиях, аналогичных для розлива безалкогольных напитков.

Хранение готовой продукции. Для этой цели используют проветриваемые, сухие, темные помещения, в которых поддерживается температура от 5 до 20 °С. Бутылки с минеральной водой хранят в ящиках, корзинах, другой таре или без ящиков в штабелях, уложенных в высоту не более 18 рядов в горизонтальном положении.

Срок хранения бутылок с минеральной водой при соблюдении указанных условий для железистых вод – 4 мес, а для всех остальных вод – 1 год.

Производство искусственно минерализованных вод

Искусственно минерализованные воды – слабый раствор солей натрия, кальция и магния в воде, насыщенной диоксидом углерода. [25]

При их производстве сначала готовят *рабочие растворы* солей (хлоридов натрия, кальция и магния, гидрокарбоната натрия) в горячей воде с температурой 60 - 80 °С.

Все растворы *фильтруют, охлаждают* до температуры 20 °С и задают при перемешивании в купажный чан. *Купаж* тщательно перемешивают диоксидом углерода и *выдерживают* 18 - 22 час при температуре 20 - 25 °С, затем *фильтруют, охлаждают* до 4 - 6 °С, *насыщают* диоксидом углерода и направляют на *розлив*. Он проводится аналогично розливу безалкогольных напитков.

Искусственно минерализованные воды не обладают лечебными свойствами, по химическому составу беднее природной минеральной воды, используют их в качестве столовой воды и для приготовления коктейлей.

Контрольные вопросы

1. Дайте классификацию безалкогольных напитков.
2. Какое сырье используют для производства безалкогольных напитков?
3. Опишите технологию производства безалкогольных напитков.
4. Дайте характеристику кваса и сырья для его производства.
5. Охарактеризуйте процесс сбраживания квасного сусла, купажирования и розлива кваса.
6. Опишите аппаратно-технологическую схему производства кваса.
7. Дайте характеристику и классификацию минеральных вод.
8. Опишите основные этапы технологии производства минеральных вод.
9. Охарактеризуйте процессы производства питьевых минеральных вод.
10. Укажите условия и режимы хранения минеральных вод.

Раздел 11. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЧАЯ И КОФЕ

План

11.1. Технология производства чая.

11.2. Технология производства кофе.

11.1. Технология производства чая

Чаем называют продукт, получаемый из молодых побегов чайного растения и предназначенный для приготовления напитка. Напиток чая является тонизирующим, благотворно действующим на сердечно-сосудистую, нервную и пищеварительную системы, снимает усталость и повышает работоспособность.

Химический состав чайного листа (качество чая) зависит от ботанических особенностей растения, обусловленных климатическими и географическими особенностями района выращивания.

Самый высококачественный чай дают кусты горных плантаций, расположенных на высоте 0,6 - 1,5 км. Это районы Дарджилинг и Казиранга в Индии, известные чаем «Дарджилинг» и «Ассам»; Юньнань и Фуцзянь в Китае; Уджи в Японии (Киото) – церемониальный чай «Тенча»; Нуvara Элия в Шри-Ланке.

Сырьем для производства чая служат листья тропического растения, культивируемого в виде куста высотой 0,7-1,0 м. В природе – это дерево высотой до 3 м (китайская разновидность) и до 17 м (индийская).

Для получения чая собирают нежные, мягкие, сочные листья, расположенные на верхушке побегов. Самый лучший чай получают из нераспустившейся листовой почки и двух-трех верхушечных листьев, называемых «*флеш*». Почка называется «*типс*». Типсы в готовом чае бывают золотистыми, серыми и серебристыми.

Химический состав чайного листа.

В чайном листе содержатся разнообразные органические и неорганические вещества. [12]

Вода в зеленом чайном листе составляет 75 %, а в сухом чае – 5 %.

Сухие вещества зеленого листа состоят из экстрактивных и неэкстрактивных компонентов. *Экстрактивные соединения* переходят в настой при заваривании чая – это водорастворимые вещества.

Основную массу экстрактивных веществ (до 40 %) составляют *дубильные соединения* – танины и катехины. Они участвуют в формировании вкуса и аромата готового чая. В почке содержание катехинов составляет 30 % (от сухого вещества), в первом листке – 25 %, во втором – 20 %.

Кофеин и другие *алкалоиды* в пересчете на сухое вещество содержатся в чайном листе в количестве 2 - 4%. Они находятся в связанном состоянии в комплексе с танином.

Минеральные вещества содержатся в количестве до 5 % на сухое вещество. Они существенно влияют на качество готового чая – чем больше минеральных веществ, тем хуже чай. В лучших сортах должно быть мало Na, Ca, Mg.

Эфирные масла. На их долю приходятся сотые доли процента сухих веществ. Известно, что в аромате чайного листа (сырья) участвуют более 100 соединений разной химической природы. Отдельные компоненты чайного эфирного масла имеют запах жасмина, розы, меда, нарцисса, свежего сена, лимона, березовых почек. При переработке листа состав ароматобразующих соединений меняется.

Углеводы (до 3 % на сухое вещество). В зеленом (непереработанном) листе чая обнаружены редуцирующие сахара (глюкоза и фруктоза), сахароза, крахмал, целлюлоза и другие. При переработке чайного сырья редуцирующие сахара взаимодействуют со свободными аминокислотами с образованием *меланоидинов*, придающих чаю сладковатый вкус.

Пигменты (до 1 % на сухое вещество) – это, главным образом, хлорофилл.

Витамины. В чайном листе обнаружены почти все известные витамины. Особое значение имеют С, Р, РР, К, В₁, В₂. Витаминная ценность чая определяется Р-витаминной активностью катехинов (это часть дубильных веществ зеленого листа).

В зависимости от *исходного сырья и технологии производства* вырабатывают чай следующих наименований:

- рассыпчатый (байховый чай) – черный, зеленый и желтый;
- прессованный – зеленый кирпичный, плиточный черный и зеленый;
- таблетированный черный и зеленый;
- экстрагированный (быстрорастворимый) – концентрированные жидкие и сухие экстракты черного или зеленого чая.

Кроме того, выпускают мелкий байховый (высевки) чай, фасованный в пакетики для разовой заварки.

В свою очередь, *байховые чаи* классифицируются по степени ферментации (окисления) сырья на виды:

- неферментированные (все зеленые чаи);
- слабоферментированный (китайский желтый чай);
- полуферментированный (китайский красный чай «Оолонг» или «Улун»);
- ферментированные (все черные чаи).

Ароматизированный чай получают дополнительной естественной или искусственной ароматизацией черного или зеленого байхового чая.

В зависимости от способа упаковки байховые, гранулированные и экстрагированные порошкообразные чаи могут быть рассыпчатыми или пакетированными. [1]

Для создания разнообразных чаев важное значение имеет технология переработки чайного листа, так как из одного и того же исходного материала можно получить различные типы чая – черный, зеленый, красный, желтый – и его разновидности – байховый, прессованный, быстрорастворимый.

Все зависит от того, каким операциям (технологическому процессу) подвергают чайный лист (рис. 11.1).

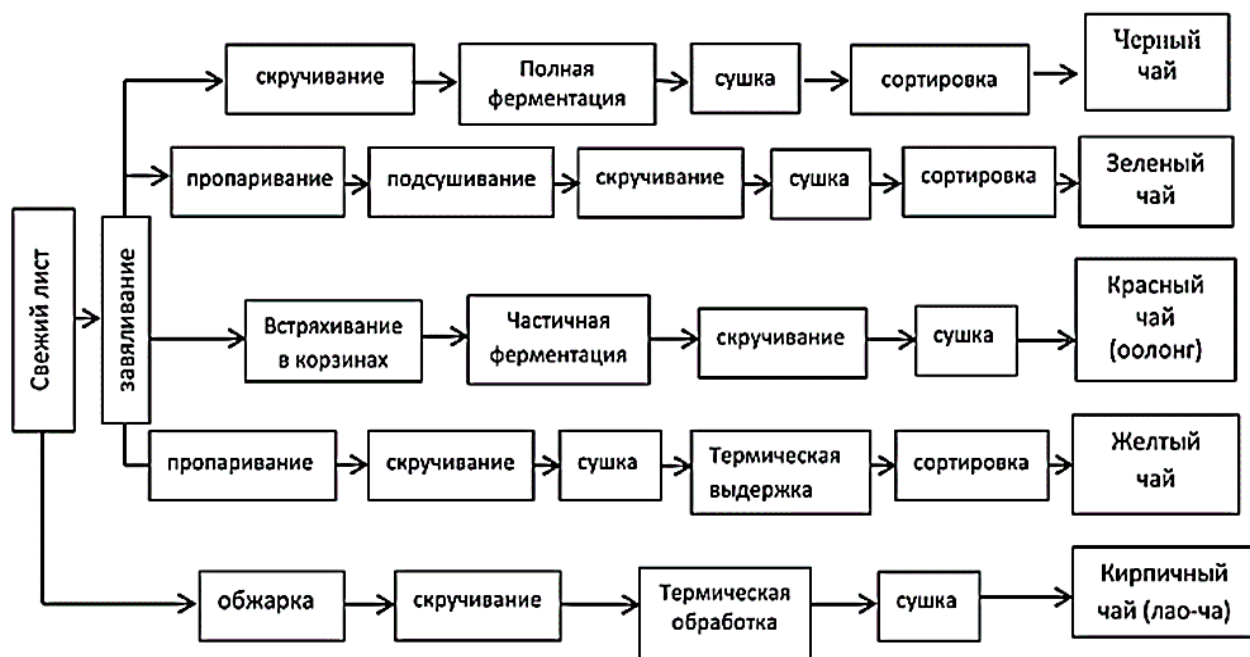


Рис. 11.1. Технологическая схема получения некоторых видов чая

Зеленый байховый чай отличается от черного тем, что при его производстве чайный лист не проходит процессов завяливания и ферментации. После сбора чайный лист подвергается операции пропаривания для прекращения ферментативных процессов, после чего подсушивается, скручивается, сортируется и сушится окончательно.

При производстве зеленого чая химический состав чайного листа изменяется незначительно.

В готовом зеленом чае намного больше экстрактивных веществ, сохраняется танин, витамин С, хлорофилл. Зеленый чай обладает тонизирующим (бодрящим) и лечебным действием на организм человека.

Разновидностью зеленого чая может считаться и **белый чай**, вырабатываемый в Китае, в технологии которого операция пропаривания заменяется специальной сушкой.

Красный байховый чай (оолонг) вырабатывают только в Китае и на о. Тайвань. Красный чай является полуферментированным и поэтому сочетает свойства черного и зеленого. Он содержит намного больше экстрактивных веществ, чем черный, и ценнее его по вкусовым, ароматическим свойствам, содержанию витаминов С и Р. В международной торговле оолонги имеют 8 градаций качества отборнейший, отборный, тончайший, тонкий, высший, прекрасный, хороший, обыкновенный.

Желтый байховый чай также является полуферментированным чаем и традиционно изготавливается только из высокосортного сырья молодых побегов и чайных почек. Этот тип чая близок к зеленому, так как процесс ферментации при его производстве почти не происходит. Собранное сырье подвергают длительному завяливанию, не слишком интенсивному скручиванию и сушке. Заваренный чай отличается тонким ароматом, приятным вкусом и хорошим настоем.

Гранулированный чай получают путем агрегирования измельченного до мелкодисперсного состояния листа в грануляторах непрерывного действия (в гранулы скатывается мелко порезанный лист). Он характеризуется большой объемной массой, хорошей транспортабельностью, повышенной стойкостью при хранении, быстротой экстрагирования. Качество гранулированного чая определяется прежде всего качеством полуфабриката, используемого для его производства, однако органолептические достоинства (особенно аромат) такого чая, как правило, ниже.

Чайные концентраты являются ценным натуральным продуктом, содержащим в концентрированном виде все полезные растворимые вещества обычного чая. Они удобны в употреблении, без остатка растворяются в горячей и холодной воде.

По товарной форме концентраты бывают жидкие, тонкодисперсные сухие порошки, гранулированные. В ряде стран (США, Германия, Дания и др.) сухие чайные концентраты получают из готового чая.

Ароматизированные чаи не относят к какой-либо особой категории, так как ароматизации могут быть подвергнуты все типы байховых чаев. Ароматизация может производиться добавлением в уже готовый чай различных душистых частей растений (цветки жасмина, масло кожуры бергамота, семена аниса, душистая маслина и др.) или применением синтетических ароматических эссенций. Наличие ароматизатора, его природа и полное название должны быть указаны на упаковке чая.

Прессованный чай получают из побочных продуктов чайного производства.

По основной технологии их производства прессованные чаи делятся на два типа – черные и зеленые.

По характеру сырья и форме прессовки их делят на плиточные, кирпичные и таблетированные.

Плиточный чай (черный и зеленый) вырабатывают из высевок и крошки, образующихся в процессе производства байховых чаев тех же типов.

Кирпичный чай (лаоча) получают из огрубевших старых листьев и одревесневших побегов, собираемых осенью и весной при формовке чайных кустов. Такой чай имеет красно-желтый цвет настоя, грубые вкус и аромат.

Таблетированный чай представляет собой разновидность плиточного прессованного чая. Его особенностью являются малая масса таблеток и высокое качество сырья (чайная крошка из высших сортов чая, иногда с разнообразными наполнителями).

Фруктовые и травяные чаи представляют собой высушенные самостоятельно или в комбинации друг с другом различные травы, цветки и мелко измельченные фрукты. Рыночная доля этих видов чая в России составляет 10 %, а в Западной Европе и США – 60 % и более. Травяные и фруктовые чаи не содержат кофеина, но имеют достаточно высокую биологическую ценность за счет повышенного содержания витаминов (нередко дополнительно витаминизируются). [12]

Особую группу травяных чаев составляют **чаи лечебные**, допускаемые к употреблению как пищевые продукты.

Среди байховых чаев наибольшим спросом на мировом рынке пользуется черный байховый чай. Производство чая ведется непосредственно на чайных фабриках первичной переработки и включает в себя следующие основные **технологические процессы**: *завяливание, скручивание, ферментация и сушка*.

Завяливание является первым технологическим процессом производства черного чая, при котором происходит физико-механическая и биохимическая подготовка сырья. *Цель завяливания* заключается в удалении влаги из чайных листьев, вследствие чего, в условиях водного дефицита, повышается концентрация клеточного сока и сухого вещества, и биохимические изменения протекают более интенсивно.

В сортовом чайном листе содержание влаги составляет 75 - 78 %, а после завяливания лист должен содержать 62 - 64 %. Соблюдение норм остаточной влажности после завяливания имеет большое значение для успешного проведения последующих процессов скручивания и ферментации, для получения высококачественного продукта.

Различают два способа завяливания: естественный и искусственный. *Естественное завяливание* часто применяется в Индии, Шри-Ланке и других странах с жарким климатом. В северных странах, в частности таких, как Россия (Краснодарский край) и Грузия, применяется *искусственное завяливание* в специальных завялочных машинах. В результате завяливания лист теряет влагу, все части флеша делаются мягкими и эластичными, при перегибе не ломаются и легко поддаются следующему технологическому процессу – скручиванию.

В естественных условиях лист обычно завяливают 16 - 18 часов. При влажной погоде завяливание затягивается и по времени может длиться 36-48 часов. Оптимальной температурой для естественного завяливания считается 24 - 25 °С при относительной влажности воздуха 60 - 70 %. При искусственном завяливании продолжительность процесса можно сократить до 4 - 6 часов. При этом оптимальная температура завяливания не превышает 40 - 42 °С.

Следующий технологический процесс – *скручивание*, осуществляют в специальных машинах – роллерах.

Целью скручивания является разрушение тканей чайного листа. При этом содержимое клеток смешивается и начинаются биохимические процессы окисления и ферментации. Именно в результате скручивания чайные листья приобретают привычную форму. Следует отметить, что для интенсификации процесса скручивания была придумана и использована машина СТС. Ее название произошло от трех английских слов: crushing – дробление, tearing – разрывание и curling – закручивание, обозначающих производимые в ней операции (отсюда и название чая СТС, или, как еще говорят, гранулированного чая). [12]

Технологический процесс скручивания может существенно меняться в зависимости от исходного сырья и степени его завяленности. Способ и степень скручивания оказывает существенное влияние на качество готового чая. Чай, полученный путем легкого скручивания, при заварке дает слабый настой, а чай из сильно скрученного сырья дает крепкий настой. Чай, переработанный с

применением машины СТС, отличается крепким настоем, однако по аромату и мягкости вкуса уступает чаю, скрученному роллерами.

Для производства классического байхового чая обычно на фабриках применяют трехкратное скручивание, между стадиями которого производят сортировку скрученного листа. *Сортировка* позволяет отделить наиболее нежные части флеша (первый лист и почку) от более грубой части листа, которую отправляют на дальнейшие этапы скручивания, по 45 минут каждый. Общая продолжительность процесса составляет 135 минут. Поскольку с момента скручивания начинается развитие окислительных процессов, ферментация, в роллерном отделении поддерживается высокая относительная влажность – 96 - 98 %, умеренный температурный режим – 22 - 26 °С – и идеальная чистота.

После скручивания чайный лист проходит процесс *ферментации*. Ферментация является кульминацией биохимических процессов, происходящих при завяливании и скручивании, и наиболее важным процессом при производстве черного чая.

При ферментации под воздействием кислорода в чайном листе происходят сложные химические преобразования. За время ферментации скрученный лист в результате окислительных процессов приобретает медно-красный оттенок, и изменяются вещества, придающие горечь чайному листу. Для нормального хода процесса ферментации и максимального накопления ценных вкусовых и ароматических веществ необходимы высокая относительная влажность воздуха, сравнительно низкий температурный режим и аэрация, которые поддерживаются в помещениях для ферментации. Процесс ферментации протекает обычно 3 - 5 часов. Оптимальными параметрами воздуха для нормального протекания процесса ферментации следует считать температуру 22 - 26 °С и относительную влажность 96 - 98 %.

Заключительным этапом в производстве черного чая является *сушка*. *Цель сушки* – прекращение процесса ферментации путем инактивации ферментных систем под действием высокой температуры, удаление из листа излишней влаги и окончательное формирование качества готового чая.

Тепловая сушка сферментированного чайного листа позволяет получить черный чай с характерным внешним видом, вкусом, цветом и ароматом. Высушенный продукт является *полуфабрикатом чая*.

На чайных фабриках для сушки байховых видов чая (черный, зеленый, желтый, красный) применяются конвективные чаесушильные машины с огневыми калориферами, а также их модификации с паровыми калориферами. Оптимальными параметрами процесса сушки в конвективных чаесушильных машинах являются температура сушильного агрегата 100 ± 5 °С. Остаточная влажность полуфабриката не должна превышать 5 - 7 %.

В ряде стран (Китай, Япония, Англия) после окончательной сушки чай иногда ароматизируют, то есть добавляют вещества, которые либо придают чаю особенный аромат, либо усиливают собственный аромат, утраченный чаем в процессе фабричной обработки.

Полуфабрикат является неоднородной массой, представляющей собой смесь различных по качеству и величине чаинок. Поэтому на следующем этапе

для получения фабричных чаев полуфабрикат подвергают сортировке на ситах разных номеров и купажированию (смешиванию).

Сортировка и купажирование являются не технологическими, а механическими процессами, однако для их успешного проведения требуется большое искусство и опыт. В результате, на фабриках первичной переработки чайного листа получают несколько основных групп чая: цельнолистовой (*Whole Leaf*), ломаные (*Brokens*), высевки (*Fanings*), крошки (*Dust*), различающихся между собой внешним видом и качеством.

Далее чай упаковывается в фанерные ящики, которые попадают на чаеразвесочные фабрики, где при необходимости еще раз купажируется и упаковывается в пачки, жестяные банки, фильтрпакеты и т.д.

Хранить чай следует в чистых, сухих, хорошо проветриваемых помещениях при относительной влажности воздуха 60 - 65 %, не допуская соседства со скоропортящимися и резко пахнущими товарами. [10]

При хранении чай стареет и ухудшаются его органолептические и физико-химические показатели: настой чая темнеет, мутнеет, вкус при обретае горьковатые и затхлые тона, теряется аромат, уменьшается содержание растворимых веществ. Чем ниже сорт чая, тем быстрее накапливаются в нем эти изменения.

Гарантийным сроком хранения черного (фасованного) байхового чая в торговле является 12 мес., фасованного импортного 18 мес. со дня упаковки.

Оценка качества чая проводится по результатам органолептических и физико-химических методов анализа.

При оценке внешнего вида (уборка) сухого чая визуально определяются вид, группа (листовой, средний, мелкий, гранулированный и др.), тип, однородность окраски и степень скрученности чаинок, наличие типса (подтверждающее высокое качество чая), присутствие грубого растительного сырья, чайной пыли, посторонних включений и запахов, характерных для низких сортов, некачественного, фальсифицированного чая.

После заваривания чая определяется цвет и интенсивность настоя. Яркая окраска и сопутствующая ей прозрачность являются надежным признаком высокого качества чая. Темный, интенсивный, но непрозрачный настой в свежезаваренном байховом чае характерный признак низкого качества, старости чая. При оценке вкуса выделяется терпкость и полнота вкуса настоя, а при оценке аромата интенсивность, особенности и посторонние запахи.

В заключение определяется цвет разваренных листьев и однородность их окраски.

Физико-химическими методами определяются влажность, общее содержание экстрактивных веществ, отдельно танина и кофеина, чайной мелочи и грубого растительного сырья (по общему содержанию клетчатки), металлопримесей, зольность. По качеству черный и зеленый байховый чай выпускают следующих сортов: букет, высший, 1,2 и 3-й сорта.

11.2. Технология производства кофе

Кофе – наиболее популярный и любимый населением разных стран тонизирующий напиток, представляет собой семена (зерна) кофейных растений из рода *Coffea* (C.) Linney семейства Маренговых – *Rubiaceae*.

Около $\frac{3}{4}$ мирового производства кофе приходится на долю вида Арабика, который распространен во всех основных кофейпроизводящих странах Латинской Америки, Центральной Америки, Юго-Восточной Азии, и примерно $\frac{1}{4}$ – на долю вида Робуста, который выращивают в странах Восточной Африки и Юго-Восточной Азии, а с недавнего времени в Бразилии, Эквадоре, Панаме. Кофейное растение Либерика произрастает только на западном побережье Африки, и в общем объеме доля этого вида кофе незначительна.

Разновидности кофейных деревьев.

Факторы, определяющие технологию производства кофе, в значительной степени зависят от разновидности кофейных деревьев, да и сами технологические способы производства в разных странах весьма различны.

«Арабика» – самая древняя из известных разновидностей кофейных деревьев. Растет обычно на горных плато или на склонах вулканов на высоте до 1 - 2 км, где среднегодовой уровень осадков достигает 1500 - 2000 мм и теплые дни сменяются довольно холодными ночами при колебаниях среднесуточных температур от 15 до 24 °С. По большей части урожай «арабики» в различных странах «моют», т. е. обрабатывают водой. Бобы «арабики» – более крупные, длинные и ровные, чем бобы «робусты», а также менее богатые кофеином, обладают нежным кисловатым ароматом. Длина зерен – 9 - 15 мм, ширина – 8 - 10 мм, толщина 5 - 6 мм, цвет однородный, красивый, зеленый с синеватым или сероватым оттенком. «Арабику» выращивать довольно трудно, поскольку она весьма чувствительна к болезням, вредителям и заморозкам, потому она и дороже остальных разновидностей кофе. Среди многочисленных подвидов «арабики» наиболее известны «типика» и «бурбон». [1]

«Маракажу» – знаменитая разновидность кофе «типика», которая была обнаружена в области Маракажу бразильского штата Байя. Кофейные деревья «маракажу» дают самые крупные в мире бобы, иногда их считают даже «излишне громадными». «Маракажу» в разных странах скрещивают с другими видами кофейных деревьев и получают кофе, славящийся как своим приятным ароматом, так и отличным потребительским видом. К сожалению, по причине не слишком развитого производства распространение саженцев «маракажу» представляет определенные трудности, и они заменяются более распространенными разновидностями кофейных деревьев.

«Робуста» – разновидность *Canephora* – отличается от «арабики» тем, что семена у нее округлые, мелкие, желтого цвета различных оттенков и интенсивности, с высоким содержанием кофеина. Однако крепость кофе – не самая важная характеристика этого напитка, вкусовые достоинства «робусты» ценятся ниже «арабики». В торговле «робуста» применяется главным образом в смесях, являясь весьма ценным компонентом благодаря своей крепости. Используют ее и для производства растворимого кофе – во время этого процесса

несколько смягчается чересчур резкий вкус «робусты». Несмотря на то, что деревца «робусты» необходимо искусственно опылять и обрабатывать буквально с первых дней их жизни, возделывать эту культуру все же проще, чем «арабику». В настоящее время ее выращивают в тропиках повсюду, но больше всего «робусты» поставляют на рынок Восточная и Центральная Африка, Юго-Восточная Азия и Бразилия (произрастает на высоте 0 - 700 м над уровнем моря).

Другие разновидности кофе. Гибридизация послужила причиной появления огромного количества разновидностей кофе, которые в наше время размножают чаще черенками, чем семенами, как, например, знаменитую «арабусту», выведенную в 1960-е гг. французским Институтом кофе и какао и экспортированную затем из Берега Слоновой Кости во все страны мира. Чаще всего речь идет о комбинировании определенных свойств «арабики», «робусты» и других разновидностей кофе с целью получения кофе улучшенного качества и с направленными потребительскими свойствами.

Химический состав

В сыром кофейном зерне содержится 32 - 36 % *экстрактивных веществ* от общего количества сухих веществ, которые стабильно сохраняются в течение 7 лет и более. [12]

В состав экстрактивных веществ сырого кофе входят алкалоиды, белки, фенольные соединения, моно- и дисахариды, липиды, органические кислоты, аминокислоты, минеральные элементы и некоторые другие вещества, содержащиеся в небольших количествах.

При употреблении кофе наибольшее влияние на организм человека оказывает алкалоид кофеина ($C_8H_{10}N_4O_2$) или 1,3,7-триметилксантин, являющийся производным пуриновых оснований. Благодаря содержанию кофеина кофе оказывает благоприятное физиологическое действие на организм, повышает общий тонус и работоспособность человека. Кофеин находится в кофе как в свободном состоянии, так и в соединении с калием и хлоргеновой кислотой в виде кофеин-хлоргенового калия; причем связанная форма кофеина преобладает. Как правило, более высокие сорта кофе отличаются пониженным содержанием кофеина, а низкосортные имеют до 3,2 % кофеина, например африканский вид «Робуста». В процессе хранения кофе содержание кофеина в зернах не изменяется. Из алкалоидов, помимо кофеина в зернах сырого кофе находится 0,24 - 1,2% тригонеллина ($C_7H_7NO_2$ метилбетаинникотиновая кислота), не обладающего физиологической активностью. При обжаривании он распадается с образованием пиридина, участвующего в формировании вкусовых свойств готового кофе. Помимо этого, в кофе присутствуют теобромин – 1,85 мг% и тофиллин – 0,62 мг %.

Наличие *белковых веществ* специфично для ботанических видов и отдельных сортов кофе. Их содержание может колебаться от 9 до 19,2 %.

В составе азотистых веществ в кофе обнаружено 20 свободных *аминокислот*, количество которых при хранении кофе практически не меняется. Установлено, что кофе высшего сорта отличается более высоким содержанием аминокислот (до 923 мг %) по сравнению с кофе первого и второго сортов (до 480 мг %).

Содержание *жира* в кофейных зернах подвержено существенным межвидовым и внутривидовым колебаниям (9,4 - 18 %). Самое низкое содержание жира у индийских сортов кофе. Отличительной особенностью кофейного масла является высокое содержание детерпеновых эфиров. В кофейном масле на долю жирных ненасыщенных кислот приходится более половины – 51 - 57 % от содержания жира, в их числе преобладает линолевая кислота 37 - 45 %. Количественный состав жирных кислот в кофейном масле из зерен кофе разных видов и разновидностей идентичен. При хранении кофе незначительно возрастают кислотное число и перекисное число жира, что свидетельствует о замедленном протекании гидролитических и окислительных процессов в кофейных зернах.

На вкусовые свойства кофе существенное влияние оказывают *углеводы* (сахароза 4 - 12 %, моносахариды 0,2 - 0,65 %, клетчатка 32,5 - 33,5 %, пентозаны – 5 - 7 %). Они являются предшественниками вкусовых и ароматических веществ обжаренного кофе. Содержание сахаров в процессе хранения кофе снижается незначительно, наибольшее их количество содержится в кофе «Арабика».

Клетчатка, составляющая 1/3 сухого вещества кофейных зерен, является одним из наиболее стабильных компонентов. Отдельные виды и сорта кофе практически не отличаются между собой по содержанию клетчатки.

Содержание в кофе *дубильных веществ* обуславливает горечь кофейного напитка. Эти соединения представлены танином, катехином и хлоргеновыми кислотами, которые составляют основную часть фенольных соединений кофе. Хлоргеновые кислоты включают в себя около 10 соединений, содержащихся в кофе. Зерна сырого кофе содержат до 10 % хлоргеновых кислот. В кофе «Робуста» фенольных соединений больше, чем в кофе «Арабика».

В сырых кофейных зернах 3 - 5 % *минеральных веществ*. Содержание отдельных минеральных элементов меняется в зависимости от сорта кофе, места произрастания, способа обработки, вида вносимых в почву минеральных удобрений, а также от применения средств защиты растений. На долю калия приходится 30 - 50 %, магния – 4 - 6, кальция – 3 - 18 %, также в зернах кофе имеется натрий, марганец, железо, рубидий, цинк, медь, стронций и другие элементы.

В кофе обнаружены витамины: тиамин (B₁), рибофлавин (B₂), пантотеновая кислота, никотиновая кислота (PP), пиридоксин (B₆), цианкобаламин (B₁₂), токоферол (E). [1]

Ферменты – сырой кофе, поступающий на промышленную переработку – биологически активный продукт, в котором локализованы ферментные системы почти всех классов: оксидоредуктазы, гидролазы, трансферазы и изомеразы, играющие важную роль в биохимических процессах зерна.

Классификация кофе.

Сорта кофе носят названия стран-производителей или портов, осуществляющих экспорт. Известно более 300 сортов, которые отличаются как *по ботаническому*, так и *по географическому* происхождению:

- по ботаническому - Coffea Arabica, Coffea Robusta, Coffea Liberica;
- по географическому - южноамериканский, центральноамериканский, западноиндийский, восточноиндийский, арабский, африканский.

На российский рынок кофе поступает из разных стран мира:

- из Америки высшие сорта - колумбийский Арабика, мексиканский Прима-Вошд;
- из Азии высшие сорта - индийский Плантейшен, йеменский Ходейда (Мокко), индонезийский Арабика;
- первые сорта - вьетнамский Арабика, индийский Арабика Черри, индийский Робуста Черри;
- из Африки высшие сорта - эфиопский Харари, африканский Камерун, Танганьика-Арабика, Кения-Арабика; первый сорт – эфиопский Джима.

Хороший кофейный напиток получают, как правило, при использовании 3-4 видов кофе, дополняющих друг друга по экстрактивности, вкусу и аромату, создающих при оптимальной крепости приятный кофейный букет.

По способу производства кофе делят:

- на жареный (в зернах и молотый),
- растворимый (гранулированный, сублимированный и порошкообразный),
- декофеинизированный,
- ароматизированный,
- кофейные напитки.

Жареный кофе готовят из сырых кофейных зерен. Специфические вкус и аромат кофе формируются в процессе обжарки, являющейся основной операцией переработки сырых зерен. Натуральный жареный кофе вырабатывают в следующем ассортименте: кофе в зернах, кофе молотый, кофе молотый «по-турецки». [12]

В зависимости от ботанических видов, торговых наименований и категории качества применяемого сырья **натуральный жареный кофе в зернах** вырабатывают следующих сортов: Премиум, высший, первый.

Натуральный жареный кофе в зернах *сорта Премиум* вырабатывают из зеленого кофе ботанического вида Арабика одного из следующих торговых наименований: Эфиопский, Гватемальский, Мексиканский, Никарагуанский и др. равноценных им.

Натуральный жареный кофе в зернах *высшего сорта* вырабатывают из зеленого кофе ботанического вида Арабика одного из следующих торговых наименований: Индийский, Плантейшен, Коста-Рика НВ, Гватемала НВ, Бразильский Сантос и др. равноценных им.

Натуральный жареный кофе в зернах *первого сорта* вырабатывают из зеленого кофе ботанического вида Арабика (Бразилии, Индии, Уганды, Эфиопии) или Робуста (Индии, Индонезии, Мексики, Танзании, Камеруна) и др. равноценных им.

Кофе **натуральный жареный молотый** вырабатывают следующих сортов: Премиум, высший, первый, второй.

Натуральный жареный молотый кофе *сорта Премиум* вырабатывают путем помола кофе сорта Премиум с добавлением или без добавления кофе высшего сорта.

Натуральный жареный молотый кофе *высшего сорта* вырабатывают путем помола кофе высшего сорта с добавлением или без добавления кофе сорта Премиум и (или) первого сорта.

Натуральный жареный молотый кофе *первого сорта* вырабатывают путем помола кофе первого сорта с добавлением или без добавления кофе сорта Премиум и (или) высшего сорта.

Натуральный жареный молотый кофе *второго сорта* вырабатывают из кофе второго сорта (ботанического вида Робуста).

Натуральный жареный кофе в зависимости *от степени обжаривания* вырабатывают: светлообжаренный, среднеобжаренный, темно-обжаренный, высшей степени обжаривания.

Натуральный **жареный кофе молотый «по-турецки»** вырабатывают из натуральных кофейных зерен высшего сорта ботанического вида Арабика одного из следующих торговых наименований сырого кофе: Колумбийский, Мексиканский, Никарагуанский, Перуанский, Эфиопский, Индийский Плантейшн и др., равноценных им или их смеси.

Растворимый кофе – это высушенный до порошкообразного состояния экстракт натурального жареного кофе. Он обладает приятными, но менее выраженными, чем у свежееобжаренных зерен, вкусом и ароматом, повышенным тонизирующим действием и способностью растворяться в воде без осадка. Его используют не только для приготовления кофейного напитка, но и как добавку при выработке некоторых кондитерских изделий.

Натуральный растворимый кофе подразделяют на типы:

– *Сублимированный*. Сырье предварительно замораживают. Изготавливают данный продукт при низкой температуре, обезвоживая его в условиях вакуума. Таким образом получают сублиматы – небольшие кристаллы.

– *Порошковый или эмульгированный*. Для изготовления этого продукта кофейное сырье распыляют, создав поток горячего воздуха. Его главное преимущество – доступная цена.

– *Гранулированный*. Чтобы получился этот вид кофе, зерна на некоторое время помещают в масло. В процессе структура зерен становится пористой. Комки отличаются по длине и форме. Этот вид имеет большую стоимость, чем предыдущий.

Растворимый кофе содержит: 4 % влаги; 12 % сахаров; 5,8 % декстринов; не менее 2,8 % кофеина; 4,5 % тригонеллина; 10 % золы. Для его производства берут в основном низкие сорта, особенно дешевый кофе типа африканского Робуста, дающий самый высокий выход экстракта – 36 %.

Декофеинизированный натуральный жареный кофе изготавливают из декофеинизированного зеленого кофе (кофеин извлекают органическими растворителями).

Для изготовления **ароматизированного** кофе в зернах могут быть использованы природные компоненты, а также вещества, полученные химическим путем. Подразделяют ароматизированный кофе на четыре основные группы, а именно: цветочно-фруктовую; орехово-молочную; шоколадную; алкогольную.

Кофейные напитки – это порошкообразные смеси, приготовленные из хлебных злаков, цикория, желудей, семян бобовых, орехоплодных, шиповника и других видов сырья с добавлением или без добавления натурального кофе. По вкусу эти напитки напоминают кофе и предназначены для людей с заболеваниями сердечно-сосудистой системы. В зависимости от вида сырья растворимые кофейные напитки вырабатывают следующих наименований:

- напитки с натуральным кофе без цикория (Летний, Южный);
- напитки с натуральным кофе и с цикорием (Мария, Новость);
- напитки с цикорием без натурального кофе (Бодрость);
- напитки из цикория (Цикорий растворимый).

Технология производства кофе

Технология производства **натурального жареного кофе** (в зернах и молотого) включает следующие операции:

- *сепарацию (очистка) кофе-сырья;*
- *обжаривание;*
- *фасовку (для кофе в зернах);*
- *размол (для молотого кофе);*
- *просеивание (для молотого кофе);*
- *фасовку, упаковку, маркировку;*
- *транспортировку и хранение.*

Степень обжаривания зерен может быть разной, и в зависимости от этого натуральный жареный кофе может быть:

- светлообжаренный;
- среднеобжаренный;
- темнообжаренный;
- высшей степени обжаривания.

Срок хранения натурального жареного кофе зависит от вида и способа упаковки (от 6 мес в бумажной упаковке до 18 мес в пакетах из комбинированных термосвариваемых материалов на основе алюминиевой фольги, в банках и с вакуумупаковкой).

Технология производства кофе **натурального растворимого** состоит из следующих этапов:

- *сепарации;*
- *обжаривания;*
- *измельчения;*
- *экстрагирования обжаренного измельченного кофе;*
- *сушки экстракта;*
- *фасовки, упаковки, маркировки готовой продукции;*
- *транспортирования и хранения.*

Срок хранения натурального растворимого кофе не более 24 месяцев со дня изготовления. Хранят в чистых, хорошо вентилируемых помещениях, не зараженных вредителями и защищенных от прямых солнечных лучей, при температуре не выше 20 °С и влажности не более 75%. При хранении упаковочную тару устанавливают на стеллажи и поддоны штабелями по высоте

не более 8 ящиков. Расстояние между штабелями, а также стенами должны быть не менее 0,7 м., расстояние от источников тепла, водопроводных и канализационных труб должно быть не менее 1 м. Не допускается проветривать складские помещения в сырую погоду и сразу после дождя.

Транспортируют кофе всеми видами транспорта в соответствии с правилами перевозки пищевых грузов, тщательно предохраняя от воздействия атмосферных осадков. Транспортные средства должны быть крытыми, чистыми, сухими, без посторонних запахов и не зараженными вредителями хлебных запасов. Не допускается транспортирование совместно с химикатами и резко пахнущими продуктами и материалами. [7]

Устройство и принцип действия линии производства растворимого кофе.

Аппаратурно-технологическая схема линии представлена на рис. 11.2.

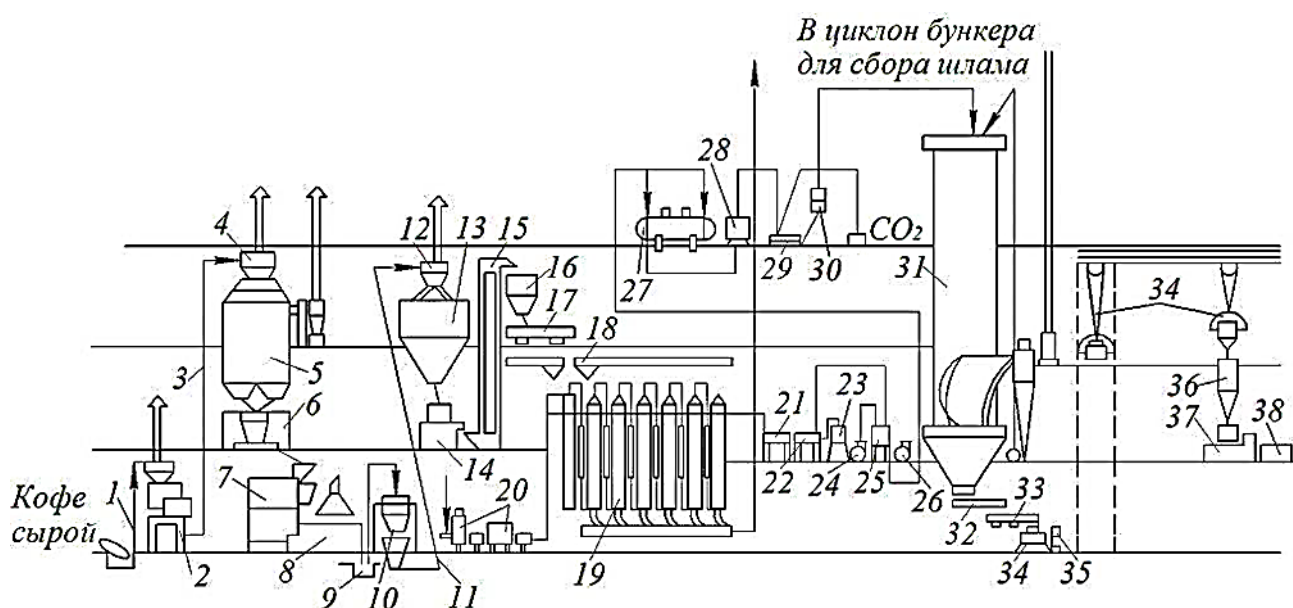


Рис. 11.2. Аппаратурно-технологическая схема линии производства растворимого кофе

Каждая партия сырых зерен кофе взвешивается на автоматических весах порциями по 20 кг и пневмотранспортером 1 низкого давления подается в вибрационный сепаратор 2, отделяющий посторонние примеси путем аспирации, просеивания и пропусканием через магниты, при этом кофе обрабатывают отдельно по видам и сортам. Затем зерна пневмотранспортером 3 высокого давления через циклон-разгрузитель 4 направляют в четырех- и шестисекционный бункер 5 для хранения различных видов и сортов кофе. Оттуда зерна кофе поступают на весы 6, которые могут отвешивать кофе, поступающий из разных секций бункера, и далее – в обжарочный барабан 7.

Продолжительность обжаривания одной порции кофе (240 - 300 кг) составляет 13 - 18 мин при температуре 180 - 215 °С в аппарате типа «Пробат».

Обжаренный кофе увлажняют непосредственно в обжарочном барабане, доводя влажность до 5 - 7 %, чтобы избежать образования мелких частиц при размоле. Для этого к концу обжаривания в барабан в течение 50 с подают 20 л воды и закрывают выход дымовым газом. Это уменьшает дезодорацию кофе и

снижает потери ароматических веществ. Кислотность обжаренного кофе должна составлять 5,2 - 5,4 рН, а содержание экстрактивных веществ для кофе I сорта не менее 25 %, для кофе II сорта – 27,5 %.

Затем обжаренный кофе охлаждают в охладительной чаше 8 и через камнеотборник 9 и весы 10 пневмотранспортером высокого давления 11 направляют с разгрузкой в циклоне-осадителе 12 в бункер 13, предназначенный для хранения жареного кофе. Отсюда обжаренные зерна поступают на гранулятор 14, где их дробят, превращая в крупку.

Важное значение имеет размер гранул измельченных зерен. Известно, что скорость процесса экстракции обратно пропорциональна размеру частиц, она уменьшается при их увеличении, поэтому выгодно иметь как можно более мелкие частицы продукта, подвергаемого экстракции. Но значительное уменьшение размера частиц приводит к ухудшению смачиваемости и условий фильтрации экстракта. Оптимальный размер частиц измельченных зерен зависит от типа экстракционного оборудования. При работе на экстракционных батареях фирмы «Ниро Атомайзер» принят размер гранул 1 - 2 мм.

Крупку (гранулированный кофе) ковшовым элеватором 15 загружают в бункер 16, а оттуда вибротранспортером 17 через передвижные весы 18 в экстракторы экстракционной батареи 19, где с целью получения экстракта кофе обрабатывают горячей водой, предварительно умягченной на установке 20, которая состоит из ионизирующего бака и сатуратора.

Для очистки воду обрабатывают поваренной солью. Жесткость воды после обработки солью не должна быть более 0,35 мг-экв/л. Экстракционная установка 19 представляет собой агрегат, состоящий из шести экстракторов со съемными трубчатыми фильтрами, имеющими отверстия диаметром 1,0 - 1,5 мм, шести промежуточных теплообменников со змеевиками, в которых проходит экстракт, обогреваемый снаружи паром, одного водонагревателя для нагрева воды, поступающей в батарею. Полный цикл экстракции длится 7-8 ч. За это время через каждый экстрактор проходит 3500 - 4000 л воды. В экстракторы закладывают по 165 кг гранулированного кофе. Соотношение кофе и воды в экстракторе таким образом составляет 1:20 – 1:25, что является оптимальным. Температура и давление экстракции указаны в таблице 11.1.

Экстракт из батареи отбирают с содержанием 27 - 28 % сухих веществ. Полученный экстракт через пластинчатый фильтр 21 и охладитель 22 перекачивают в смесительный бак 23, где смешивают с порошком растворимого кофе, доводя содержание сухих веществ в продукте до 30 %. Из бака насосом 24 перекачивают экстракт кофе в сборник-весы 25, а оттуда насосом 26 в танк-накопитель 27.

Далее экстракт профильтровывают через фильтр 28 и питательным насосом 29 высокого давления через ресивер 30 подают в сушильную башню 31. Кофейный экстракт сушат на распылительной сушилке с форсуночным распылением продукта.

Таблица 11.1 – Режим экстракции растворимого кофе

Показатель	Число работающих экстракторов
------------	-------------------------------

	1	2	3	4	5	6
Первый экстрактор:						Разгрузка-загрузка
температура, °С	70-80	105-110	120-140	150-160	170-180	
давление, МПа	0	0,3	0,6	0,9	1,2-1,5	
Второй экстрактор:	Загрузка					
температура, °С		70-80	105-110	120-140	150-160	170-180
давление, МПа		0	0,3	0,6	0,9	1,2-1,5
Третий экстрактор:		Загрузка				
температура, °С			70-80	105-110	120-140	150-160
давление, МПа			0	0,3	0,6	0,9
Четвертый экстрактор:			Загрузка			
температура, °С				70-80	105-110	120-140
давление, МПа				0	0,3	0,6
Пятый экстрактор:				Загрузка		
температура, °С					70-80	105-110
давление, МПа					0	0,3
Шестой экстрактор:					Загрузка	
температура, °С						70-80
давление, МПа						0

Распыляемый в виде мельчайших капелек экстракт встречается с потоком горячего воздуха, подаваемого вверх вентилятором, и мгновенно высыхает. Температура воздуха на входе в сушильную башню 230-280 °С, на выходе из сушильной башни – не более 105-115 °С.

Полученный сухой экстракт кофе из сушильной башни выгружают на вибросито 32 и с него через виброохладитель 33 – в контейнер 34. Контейнеры взвешивают на весах 35. Контейнеры с порошком растворимого кофе подъемником подают к загрузочному бункеру 36 фасовочной машины 37. Готовый продукт фасуется по 100 или 50 г в жестяные банки. Для закатывания донышек у банок используют машину 38.

Контрольные вопросы

1. Дайте классификацию чая.
2. Опишите технологию производства чая.
3. Укажите требования к качеству чая.
4. Приведите характеристику и классификацию кофе.
5. Назовите основные этапы производства натурального жареного кофе.
6. Назовите основные этапы производства растворимого кофе.
7. Дайте описание аппаратурно-технологической линии производства растворимого кофе.
8. Что называют кофейными напитками?

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Раздел 1. ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА И ПРОИЗВОДСТВА КРУП

1. Зерно и продукты его переработки в рациональном питании : учебное пособие для вузов / Л. Н. Плохотнюк [и др.] ; под редакцией Л. Н. Плохотнюка. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 212 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-14475-8. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/497045> (дата обращения: 04.11.2022).

2. Келер, В. В. Технология производства продукции растениеводства : учебное пособие для вузов / В. В. Келер. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 266 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-14997-5. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/486345> (дата обращения: 04.11.2022).

3. Малин, Н.И. Технология хранения зерна : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности 270100 "Технология хранения и перераб. зерна" направления подгот. дипломир. специалиста 655600 "Пр-во продуктов питания из раст. сырья" / Н. И. Малин. - М. : КолосС, 2005. - 278 с.

4. Никифорова, Т.А. Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодовоовощной продукции и виноградарства: учебное пособие. Часть 1 / Т.А. Никифорова, Е.В. Волошин; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2017 – 148 с.

5. Тарасенко, С. С. Технология крупяного производства : учебное пособие / С. С. Тарасенко, Н. П. Владимиров. – Оренбург : ОГУ, [б. г.]. – Часть 1 : Теоретические основы технологии крупы – 2017. – 150 с. – ISBN 978-5-7410-1798-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/110665> (дата обращения: 04.11.2022).

6. Технология хранения зерна: Учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов 655600 Пр-во продуктов питания из раст. сырья (специальность 270100 Технология хранения и переработки зерна) / [Е.М. Вобликов, В.А. Буханцов, Б.К. Маратов и др.]; Под ред. Е.М. Вобликова; М-во образования Рос. Федерации. Кубан. гос. технол. ун-т. - СПб. [и др.] : Лань, 2003 (ГП Владимир. книж. тип.). - 438 с.

7. Федоренко, В. Ф. Перспективные технологии послеуборочной обработки и хранения зерна / В. Ф. Федоренко, В. Я. Гольяпин. – 2-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 194 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11460-7. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/495657> (дата обращения: 04.11.2022).

Раздел 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МУКИ

1. Беркутова, Н.С. Технологические свойства пшеницы и качество продуктов переработки/ Н.С. Беркутова. – Москва: Издательство «Колос», 2014 – 243 с.

2. Варламова, Е. Н. Технология муки и крупы : учебное пособие / Е. Н. Варламова. – Пенза : ПГАУ, 2021. – 178 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/207314> (дата обращения: 04.11.2022).

3. Мерко, И.Т. Технология мукомольного и крупяного производства/ И.Т. Мерко. – Москва: Издательство «Агропромиздат», 2012 – 288 с.

4. Оборудование перерабатывающих производств. Растительное сырье : учебник для вузов / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, С. В. Байкин, О. Н. Кухарев ; под общей

редакцией А. А. Курочкина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 446 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-07630-1. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/491915> (дата обращения: 04.11.2022).

5. Попова, Е.П. Микроструктура зерна и семян/ Е.П. Попова. – Москва: Издательство «Колос», 2013 – 224 с.

6. Фёдорова, Р. А. Биохимические особенности продуктов переработки зерна. Мука : учебное пособие / Р. А. Фёдорова. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2022. – 134 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/258554> (дата обращения: 04.11.2022).

7. Чеботарев, О. Н. Технология муки, крупы и комбикормов : коммуникация внутрицехового транспорта на мукомольных, крупяных и комбикормовых заводах : учебное пособие / О. Н. Чеботарев, А. Ю. Шаззо ; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Кубанский гос. технологический ун-т". - Краснодар : Кубанский гос. технологический ун-т, 2007. - 139 с.

Раздел 3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

1. Драгилев, А. И. Технологическое оборудование: хлебопекарное, макаронное и кондитерское [Текст] : учебное пособие / А. И. Драгилев, В. М. Хромеев, М. Е. Чернов. - М.: Академия, 2006. – 432 с.

2. Иванова, Т. Н. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров : Учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Товароведение и экспертиза товаров" / Т.Н. Иванова. - М. : Academia, 2004. – 286 с.

3. Медведев, Г. М. Технология макаронных изделий : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 260202 "Технология хлеба, кондитер. и макарон. изделий" направления подгот. дипломиров. специалиста 260200 "Пр-во продуктов питания из растит. сырья" / Г. М. Медведев. - СПб. : ГИОРД, 2005 (Тип. ООО ИПК БИОНТ). - 307 с.

4. Киселёва, А. Г. Технология производства макаронных изделий: учебное пособие / А.Г. Киселёва, С.В. Макаров; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2019. – 90 с.

5. Осипова, Г.А. Технология макаронного производства: учебное пособие для вузов / Г.А. Осипова. – Орел: ОрелГТУ, 2009. – 152 с.

6. Технологическое оборудование хлебозаводов, кондитерского и макаронного производства /краткий курс лекций для студентов направления подготовки 260100.62 «Продукты питания из растительного сырья / Сост.: О.М. Буттаев // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2013. – 64 с.

Раздел 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБА И ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

1. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства/ Л.Я. Ауэрман. – СПб.: Издательство «Профессия», 2012. – 416 с.

2. Кох, Д. А. Технология хлебобулочных изделий : учебное пособие / Д. А. Кох. – Красноярск : КрасГАУ, 2020. – 176 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/225158> (дата обращения: 04.12.2022)

3. Пашенко, Л. П. Технология хлебобулочных изделий : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 260202 "Технология хлеба, кондит. и макарон. изделий" направления подгот. дипломир. специалиста 655600 «Пр-во

продуктов питания из раст. сырья» / Л. П. Пащенко, И. М. Жаркова. - Москва : КолосС, 2006. - 389, [1] с.

4. Технология хлебобулочных и мучных кондитерских изделий : учебное пособие / составители Н. И. Давыденко [и др.]. – Кемерово : КемГУ, 2018. – 108 с. – ISBN 978-5-8353-2348-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/121247> (дата обращения: 04.11.2022).

5. Цыганова, Т. Б. Технология и организация производства хлебобулочных изделий [Текст] : учебник для использования в учебном процессе образовательных учреждений, реализующих ФГОС СПО по специальности 260103 "Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий", ПМ.02 "Производство хлеба и хлебобулочных изделий" / Т. Б. Цыганова. - 6-е изд., стер. - Москва : Академия, 2014. - 446, [1] с.

6. Чижикина, О. Г. Технология производства хлеба и хлебобулочных изделий : учебник для вузов / О. Г. Чижикина, Л. О. Коршенко. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 251 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-14562-5. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/491140> (дата обращения: 04.11.2022).

7. Экспертиза хлебобулочных изделий : учебник / А. С. Романов, Н. И. Давыденко, Л. Н. Шатнюк, И. В. Матвеева. – Санкт-Петербург : Лань, 2017. – 344 с. – ISBN 978-5-8114-2477-1. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/93775> (дата обращения: 04.11.2022).

Раздел 5. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА САХАРА

1. Бугаенко, И. Ф. Технология производства сахара из сырца / И. Ф. Бугаенко, Н. А. Чернышева. - М. : Союзроссахар, 2002. - 290 с.

2. Голыбин, В. А. Технологическое оборудование сахарных заводов : учебное пособие / В. А. Голыбин, В. А. Федорук, Н. Г. Кульнева. – Воронеж : ВГУИТ, 2012. – 172 с. – ISBN 978-5-89448-952-0. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/5818> (дата обращения: 04.11.2022).

3. Славянский, А. А. Специальная технология сахарного производства : учебное пособие / А. А. Славянский. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 216 с. – ISBN 978-5-8114-4080-1. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/133893> (дата обращения: 04.11.2022).

Раздел 6. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КРАХМАЛА И КРАХМАЛОПРОДУКТОВ

1. Голыбин, В. А. Технология крахмала, крахмалопродуктов и глюкозно-фруктозных сиропов : учебное пособие / В. А. Голыбин, А. А. Ефремов. – Воронеж : ВГУИТ, 2013. – 140 с. – ISBN 978-5-89448-979-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/71658> (дата обращения: 04.11.2022).

2. Общая технология пищевых производств : [Учеб. по спец. "Технология хлеба, кондитер., макарон. изделий и пищевых концентратов" / Л. П. Ковальская, Г. М. Мелькина, Г. Г. Дубцов, В. И. Дробот]; Под ред. Л. П. Ковальской. - М. : Колос, 1993. – 383 с.

3. Технология крахмала и крахмалопродуктов : [Учебник для вузов по спец. "Технология сахаристых веществ" / Н. Н. Трегубов, Е. Я. Жарова, А. И. Жушман, Е. К. Сидорова]; Под ред. Н. Н. Трегубова. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1981. - 471 с.

Раздел 7. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭТИЛОВОГО СПИРТА

1. Винаров, А. Ю. Безотходная биотехнология этилового спирта : монография / А. Ю. Винаров, А. А. Кухаренко, Н. Е. Николайкина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 217 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-15582-2. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/508853> (дата обращения: 04.11.2022).

2. Вытовтов, А. А. Товароведение и экспертиза вкусовых товаров [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 080401 "Товароведение и экспертиза товаров", бакалавров и магистров по направлениям подготовки 100800 "товароведение", 100700 "торговое дело" профиль "Товароведение и экспертиза товаров" / А. А. Вытовтов. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 574 с. – ISBN 978-5-16-004633-4.

3. Лихтенберг, Л. А. Производство спирта из зерна / Л. А. Лихтенберг. - Москва : Пищепромиздат, 2006 (Люберцы (Моск. обл.) : ПИК ВИНТИ). - 322с. – ISBN 5-89703-109-6.

4. Помозова В.А. Технология отрасли. Технология спиртового и ликероводочного производств. Учебное пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2005. – 165 с. – ISBN 5-89289-334-0.

5. Теоретические и практические аспекты развития спиртовой, ликероводочной, ферментной, дрожжевой и уксусной отраслей промышленности : сб. науч. тр. / Рос. акад. с.-х. наук, Гос. учреждение Всерос. науч.-исслед. ин-т пищевой биотехнологии (ВНИИПБТ) ; под ред. В. А. Полякова, Л. В. Римаревой. - Москва : ВНИИПБТ, 2006 (М. : Тип. Россельхозакадемии). – 306 с. – ISBN 5-85941-155-3.

Раздел 8. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВОДКИ И ЛИКЕРО-ВОДОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

1. Гуревич, П. А. Технологические и биохимические основы алкогольсодержащих напитков : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 260204 (270500) "Технология бродильных производств и виноделие" направления подготовки дипломированного специалиста 260200 (655600) "Производство продуктов питания из растительного сырья" / П. А. Гуревич, И. С. Докучаева, М. К. Герасимов. - Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2007. – 447 с. – ISBN 5-903090-05-2.

2. Елисеева, Л. Г. Товароведение однородных групп продовольственных товаров : учебник / Л. Г. Елисеева, Т. Г. Родина, А. В. Рыжакова ; под редакцией Л. Г. Елисеевой. – Москва : Дашков и К, 2014. – 930 с. – ISBN 978-5-394-01955-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/70588> (дата обращения: 04.11.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Ильина, Е. В. Технология и оборудование для производства водок и ликероводочных изделий : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки дипломированного специалиста 260600 "Пищевая инженерия", специальностям 260602 "Машины и аппараты пищевых производств", 260602 "Пищевая инженерия малых предприятий", 126200 "Производство продуктов питания из растительного сырья" специальности 260204 "Технология бродильных производств и виноделие" / Е. В. Ильина, С. Ю. Макаров, И. Л. Славская. - Москва : ДеЛи принт, 2010. - 491 с. – ISBN 978-5-94343-213-2.

4. Производство водок и ликероводочных изделий : [учебное пособие] / И. И. Бурачевский [и др.]. - Москва : ДеЛи принт, 2009. - 323 с. – ISBN 978-5-94343-190-6.

Раздел 9. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИВА

1. Борисенко, Т.Н. Технология отрасли. Технология пива : учебное пособие / Т.Н. Борисенко, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2007. – 136 с. – ISBN 978-5-89289-150-0.
2. Ермолаева, Г.А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия / Г.А. Ермолаева.- СПб.: Профессия, 2004. – 536 с. – ISBN 5-93913-055-0.
3. Качмазов, Г. С. Дрожжи бродильных производств. Практическое руководство : учебное пособие / Г. С. Качмазов. – Санкт-Петербург : Лань, 2012. – 224 с. – ISBN 978-5-8114-1343-0. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/4126> (дата обращения: 04.11.2022).
4. Меледина, Т.В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении / Т.В. Меледина.- СПб.: Профессия, 2003. – 304 с. – ISBN 978-5-93913-054-2.
5. Технология солода, пива и безалкогольных напитков : [Учеб. по спец. "Технология бродил. пр-в и виноделие" / К. А. Калунянц, В. Л. Яровенко, В. А. Домарецкий, Р. А. Колчева]. - М. : Колос, 1992. – 445 с. – ISBN 5-10-001508-X.
6. Фараджева, Е.Д. Общая технология бродильных производств : Учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалиста 655600 "Пр-во продуктов питания из раст. сырья", по специальности 27050 "Технология брод. пр-в" / Е. Д. Фараджева, В. А. Федоров. - М. : Колос, 2002. - 407 с. – ISBN 5-10-003613-3.

Раздел 10. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

1. Беленький, С. М. Технология обработки и розлива минеральных вод [Текст] / С. М. Беленький, Г. П. Лаврешкина, Т. Н. Дульнева. - [2-е изд., перераб. и доп.]. - Москва : Агропромиздат, 1990. – 150 с. – ISBN 5-10-001331-1.
2. Кардашева, М. В. Технология отрасли. Технохимический контроль производства безалкогольных напитков, кваса и минеральных вод / М. В. Кардашева, Т. Н. Борисенко. – Кемерово : КемГУ, 2016. – 89 с. – ISBN 978-5-89289-927-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/99560> (дата обращения: 04.11.2022).
3. Оганесянц, Л. А. Технология безалкогольных напитков : учебник / Л. А. Оганесянц, А. Л. Панасюк, М. В. Гернет. – 2-е изд., доп. и испр. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2015. – 344 с. – ISBN 978-5-98879-187-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/129295> (дата обращения: 04.11.2022).
4. Помозова, В. А. Производство кваса и безалкогольных напитков : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 260204 "Технология бродильных пр-в и виноделие" направления подгот. дипломированного специалиста 260200 "Пр-во продуктов питания из растительного сырья" / В.А. Помозова. - Санкт-Петербург : ГИОРД, 2006 (СПб. : Техническая книга). - 189 с. – ISBN 5-98879-029-1.
5. Родионова, Л. Я. Практикум по технологии безалкогольных и алкогольных напитков : учебное пособие / Л. Я. Родионова, Е. А. Ольховатов, А. В. Степовой. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 288 с. – ISBN 978-5-8114-2381-1. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/213155> (дата обращения: 04.11.2022).

6. Рудольф, В.В. Производство безалкогольных напитков: Справочник /В.В. Рудольф, А.В. Орещенко, П.М. Яшнова.- СПб.: Профессия, 2000. – 360 с. – ISBN 5-93913-004-6.

7. Технология безалкогольных напитков : учебник / Л. А. Оганесянц, А. Л. Панасюк, М. В. Гернет [и др.]. – 3-е изд., испр. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 300 с. – ISBN 978-5-8114-3522-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/213173> (дата обращения: 04.11.2022).

Раздел 11. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЧАЯ И КОФЕ

1. Вытовтов, А. А. Товароведение и экспертиза вкусовых товаров [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 080401 "Товароведение и экспертиза товаров", бакалавров и магистров по направлениям подготовки 100800 "товароведение", 100700 "торговое дело" профиль "Товароведение и экспертиза товаров" / А. А. Вытовтов. - Москва : ИНФРА-М, 2013. – 574 с. – ISBN 978-5-16-004633-4.

2. Куликова, Н. Р. Товароведение и экспертиза чая и кофе : учебное пособие / Н. Р. Куликова. - Москва : Дашков и Ко, 2010. – 167 с. – ISBN 978-5-394-00732-2.

3. Мэри Бэнкс Мировая энциклопедия кофе / Мэри Бэнкс , Кристин Мак-Фадден , Кэтрин Эткинсон. - М.: Росмэн-пресс, 2002. - 256 с. – ISBN: 5353006682, 0754801977.

4. Похлебкин, В. В. Чай [Текст] / В. В. Похлебкин. - Москва : Эксмо, 2015. - 171 с. – ISBN 978-5-699-58605-9.

5. Рао, С. Пособие профессионального баристы [Текст] : экспертное руководство по приготовлению эспрессо и кофе / Скотт Рао ; пер. с англ. И. Сыровой. - Москва : Изд-во Студии Артемия Лебедева, 2014. - 198 с. – ISBN 978-5-98062-086-8.

6. Чай. Горячий, крепкий, сладкий / [отв. ред. А. Братушева]. - Москва : Эксмо, 2010. - 31 с. – ISBN 978-5-699-32861-1.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Вытовтов, А. А. Товароведение и экспертиза вкусовых товаров [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 080401 "Товароведение и экспертиза товаров", бакалавров и магистров по направлениям подготовки 100800 "товароведение", 100700 "торговое дело" профиль "Товароведение и экспертиза товаров" / А. А. Вытовтов. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 574 с. – ISBN 978-5-16-004633-4.
2. Голыбин, В. А. Технология крахмала, крахмалопродуктов и глюкозно-фруктозных сиропов : учебное пособие / В. А. Голыбин, А. А. Ефремов. – Воронеж : ВГУИТ, 2013. – 140 с. – ISBN 978-5-89448-979-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/71658> (дата обращения: 04.11.2022).
3. ГОСТ 31711-2012 Пиво. Общие технические условия[Электронный ресурс]. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/52854/> (дата обращения 04.11.2022).
4. ГОСТ 31743-2017 Изделия макаронные. Общие технические условия [Электронный ресурс]. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/65586/> (дата обращения 04.11.2022).
5. ГОСТ 5962-2013 Спирт этиловый ректифицированный из пищевого сырья. Технические условия [Электронный ресурс]. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/54645> (дата обращения 04.11.2022).
6. ГОСТ Р 53876-2010 Крахмал картофельный. Технические условия [Электронный ресурс]. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/50432/> (дата обращения 04.11.2022).
7. Донченко, Л.В. Безопасность пищевой продукции = Food safety : Учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности 311200 "Технология пр-ва и переработки с.-х. продукции" / Л. В. Донченко, В. Д. Надыкта. - М. : Пищепромиздат, 2001. - 525 с. – ISBN 5-89703-028-6
8. Драгилев, А. И. Технологическое оборудование: хлебопекарное, макаронное и кондитерское [Текст] : учебное пособие / А. И. Драгилев, В. М. Хроменков, М. Е. Чернов. - М.: Академия, 2006. – 432 с. – ISBN 978-5-8114-5002-2.
9. Иванова, Т. Н. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров :Учеб. для студентов вузов, обучающихся по спец-ти "Товароведение и экспертиза товаров" / Т.Н. Иванова. - М. : Academia, 2004. – 286 с. – ISBN 5-7695-1401-9.
10. Китаевская, С.В. Товароведение продовольственных товаров. Продукты растительного происхождения : учебное пособие / С. В. Китаевская, Е. В. Никитина, О. А. Решетник ; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Казанский гос. технологический ун-т". - Казань : КГТУ, 2008 (Казань : Офсет. лаб. Казан. гос. технол. ун-та). – 220 с. – ISBN 978-5-7882-0584-7.
11. Кох, Д. А. Технология хлебобулочных изделий : учебное пособие / Д. А. Кох. – Красноярск : КрасГАУ, 2020. – 176 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/225158> (дата обращения: 04.11.2022)
12. Куликова, Н.Р. Товароведение и экспертиза чая и кофе : учебное пособие / Н.Р. Куликова. - Москва : Дашков и Ко, 2010. – 167 с. – ISBN 978-5-394-00732-2.

13. Манжесов, В. И. Технология переработки продукции растениеводства: Учебник / Манжесов В.И., Тертычная Т.Н., Калашникова С.В. - СПб:ГИОРД, 2016. - 816 с. ISBN 978-5-98879-185-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/545270> (дата обращения: 04.11.2022).

14. Медведев, Г. М. Технология макаронных изделий : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 260202 "Технология хлеба, кондитер. и макарон. изделий" направления подгот. дипломиров. специалиста 260200 "Пр-во продуктов питания из растит. сырья" / Г. М. Медведев. - СПб. : ГИОРД, 2005 (Тип. ООО ИПК БИОНТ). - 307 с. – ISBN 5-901065-95-6.

15. Меледина, Т.В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении / Т.В. Меледина.- СПб.: Профессия, 2003. – 304 с. – ISBN 978-5-93913-054-2.

16. Мерко, И.Т. Технология мукомольного и крупяного производства/ И.Т. Мерко. – Москва: Издательство «Агропромиздат», 2012 – 288 с. – ISBN В пер.

17. Оборудование перерабатывающих производств. Растительное сырье : учебник для вузов / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, С. В. Байкин, О. Н. Кухарев ; под общей редакцией А. А. Курочкина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 446 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-07630-1. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/491915> (дата обращения: 04.11.2022).

18. Общая технология пищевых производств : [Учеб. по спец. "Технология хлеба, кондитер., макарон. изделий и пищевых концентратов" / Л. П. Ковальская, Г. М. Мелькина, Г. Г. Дубцов, В. И. Дробот]; Под ред. Л. П. Ковальской. - М. : Колос, 1993. – 383 с. – ISBN 5-10-002846-7.

19. Оганесянц, Л. А. Технология безалкогольных напитков : учебник / Л. А. Оганесянц, А. Л. Панасюк, М. В. Гернет. – 2-е изд., доп. и испр. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2015. – 344 с. – ISBN 978-5-98879-187-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/129295> (дата обращения: 04.11.2022).

20. Попова, Е.П. Микроструктура зерна и семян/ Е.П. Попова. – Москва: Издательство «Колос», 2013 – 224 с. – ISBN В пер.

21. Производство водок и ликероводочных изделий : [учебное пособие] / И. И. Бурачевский [и др.]. - Москва : ДеЛи принт, 2009. - 323 с. – ISBN 978-5-94343-190-6.

22. Славянский, А. А. Специальная технология сахарного производства : учебное пособие / А. А. Славянский. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 216 с. – ISBN 978-5-8114-4080-1. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/133893> (дата обращения: 04.11.2022).

23. Тарасенко, С. С. Технология крупяного производства : учебное пособие / С. С. Тарасенко, Н. П. Владимиров. – Оренбург : ОГУ. – Часть 1 : Теоретические основы технологии крупы – 2017. – 150 с. – ISBN 978-5-7410-1798-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/110665> (дата обращения: 04.11.2022).

24. Теоретические и практические аспекты развития спиртовой, ликероводочной, ферментной, дрожжевой и уксусной отраслей промышленности : сб. науч. тр. / Рос. акад. с.-х. наук, Гос. учреждение Всерос. науч.-исслед. ин-т пищевой биотехнологии (ВНИИПБТ) ; под ред. В. А. Полякова, Л. В. Римаревой. - Москва : ВНИИПБТ, 2006 (М. : Тип. Россельхозакадемии). – 306 с. – ISBN 5-85941-155-3.

25. Технология безалкогольных напитков : учебник / Л. А. Оганесянц, А. Л. Панасюк, М. В. Гернет [и др.]. – 3-е изд., испр. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 300 с. – ISBN 978-5-8114-3522-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/213173> (дата обращения: 04.11.2022).
26. Технологии пищевых производств : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям "Машины и аппараты пищевых производств" и "Пищевая инженерия малых предприятий" направления подготовки дипломированных специалистов "Пищевая инженерия" / [А. П. Нечаев и др.]; под общ. ред. А. П. Нечаева. - Москва : КолосС, 2008. - 766 с. – ISBN 978-5-9532-0557-3.
27. Технология хлебобулочных и мучных кондитерских изделий : учебное пособие / составители Н. И. Давыденко [и др.]. – Кемерово : КемГУ, 2018. – 108 с. – ISBN 978-5-8353-2348-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/121247> (дата обращения: 04.11.2022).
28. Фараджева, Е.Д. Общая технология бродильных производств : Учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалиста 655600 "Пр-во продуктов питания из раст. сырья", по специальности 27050 "Технология брод. пр-в" / Е. Д. Фараджева, В. А. Федоров. - М. : Колос, 2002. - 407 с. – ISBN 5-10-003613-3.
29. Федоренко, В. Ф. Перспективные технологии послеуборочной обработки и хранения зерна / В. Ф. Федоренко, В. Я. Гольяпин. – 2-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 194 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11460-7. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/495657> (дата обращения: 04.11.2022).
30. Экспертиза хлебобулочных изделий : учебник / А. С. Романов, Н. И. Давыденко, Л. Н. Шатнюк, И. В. Матвеева. – Санкт-Петербург : Лань, 2017. – 344 с. – ISBN 978-5-8114-2477-1. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/93775> (дата обращения: 04.11.2022).

Учебное издание

**ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ,
ХРАНЕНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА
ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ
ИЗ СЫРЬЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

Учебно-методическое пособие

Составитель: **Прокопенко** Ирина Александровна

В авторской редакции

Подписано в печать 17.01.2023 г.
Изд. № 37/2022. Зак. 1/2023. Тираж 500 экз.
Объем 12 п.л. Усл. печ. л. 11,16. Уч. изд. л. 11,76.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»
299015 г. Севастополь, ул. Курчатова, 7