

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

**Л. С. Байдалинова**

## **ОБЩАЯ ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ**

Учебно-методическое пособие по лабораторным работам  
для студентов бакалавриата направления подготовки  
19.03.01 – Биотехнология (профиль Пищевая биотехнология)

Калининград  
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»  
2021

УДК 613.2

Рецензент

заведующая кафедрой пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», доктор технических наук,  
профессор О. Я. Мезенова

**Байдалинова, Л. С.**

**Общая пищевая биотехнология: учебно-методическое пособие по лабораторным работам: в 2 ч. / Л. С. Байдалинова.** – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2021. – Ч. 1. – 165 с.

В учебно-методическом пособии по лабораторным работам представлены материалы по организации и проведению лабораторных работ по дисциплине «Общая пищевая биотехнология». Темы лабораторных работ (часть 1) направлены на углубление теоретических знаний по основным понятиям в области пищевой биотехнологии, раскрывающим ее сущность, объекты, виды и основные задачи, формирующим необходимые мотивации у будущих специалистов по получению первичных навыков работы с различными источниками сырья, сбора, анализа и обобщения необходимых сведений и данных. Выполнение лабораторных работ позволит приобрести навыки оценки качества, расчета основных показателей биологической ценности продуктов питания, применения современных и инновационных технологий производства продуктов функционального назначения на различной сырьевой основе, определять оптимальные параметры биотехнологических процессов, подбирать состав компонентов продукта с учетом современных тенденций повышения их качества и ассортимента, обеспечения принципов здорового питания. Лабораторные работы направлены на формирование у студентов профессиональных умений и компетенций по выбору источников и способов использования пищевого сырья, навыков проведения отдельных стадий процессов получения пищевых продуктов повышенной биологической ценности методами биотехнологии, определения кинетики процессов модификации свойств сырья и пищевых систем при применении биологических катализаторов, создания новых продуктов, сбалансированных по основным пищевым компонентам, работе со стандартами и другими техническими документами. По каждой лабораторной работе представлены цель, задачи, методические указания по выполнению, контрольные вопросы. Список литературы дополняет методический материал. Учебно-методическое пособие предназначено для студентов бакалавриата направления подготовки 19.03.01 – Биотехнология (профиль «Пищевая биотехнология»). Оно будет также полезно студентам других направлений и специальностей, имеющим отношение к пищевой промышленности, биотехнологии и сфере питания.

Табл. 53, рис. 16, список лит. – 61 наименование

Учебно-методическое пособие рассмотрено на методической комиссии механико-технологического факультета ФГБОУ ВО «КГТУ», протокол № 6 от 28.01.2021 г.

УДК 613.2

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2021 г.  
© Байдалинова Л. С., 2021 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Лабораторная работа № 1 Биотехнология кисломолочных напитков.....	4
Лабораторная работа № 2 Биотехнология кисломолочных продуктов.....	29
Лабораторная работа № 3 Биотехнологический процесс созревания рыбных пресервов .....	51
Лабораторная работа № 4 Биотехнологический процесс брожения при производстве хлеба .....	69
Лабораторная работа № 5 Биотехнологический процесс брожения при производстве пива .....	94
Лабораторная работа № 6 Использование ферментных препаратов в биотехнологии. Определение активности протеолитических ферментов.....	125
Лабораторная работа № 7 Основы продуктовых расчетов биотехнологи- ческих производств. Производственные расчеты в молочной промыш- ленности. Материальные балансы в производстве молочных продуктов ....	148

## Лабораторная работа № 1

### Тема: БИОТЕХНОЛОГИЯ КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ

**Цель работы:** приобретение знаний, умений и навыков по биотехнологии производства кисломолочных напитков и оценке их потребительских свойств.

#### **Задачи:**

- закрепление знаний в области биотехнологии производства кисломолочных напитков;
- приобретение умений описания потребительских свойств отдельных продуктов молочной промышленности;
- закрепление знаний химического состава молока и молочных продуктов, изменений входящих в них органических веществ в зависимости от различных факторов;
- закрепление знаний о составе молочнокислых заквасок и значениях содержащихся в них микроорганизмов в формировании потребительских свойств биотехнологических продуктов из сырья животного происхождения – молочнокислых напитков;
- приобретение навыков изготовления в лабораторных условиях кисломолочных напитков;
- приобретение навыков аналитического исследования показателей качества молочнокислых напитков в соответствии с требованиями нормативной документации.

#### **1.1. Материально-техническое обеспечение**

- Государственные стандарты и технические регламенты на молоко и молочную продукцию.
- Справочно-теоретический материал по отдельным процессам технологии производства кисломолочных напитков.
- Молоко, кефир, бактериальные закваски для выполнения экспериментальных заданий по изготовлению кисломолочных напитков, кисломолочные производственной выработки (кефир, простокваша, йогурт, ацидофилин и др.) для оценки качества и сравнения с ним качества экспериментальных образцов.
- Лабораторное оборудование для проведения экспериментальных технологических работ и органолептической оценки экспериментальных образцов приготовленной продукции.
- Лабораторное оборудование, измерительные приборы и химические реактивы для аналитического определения показателей качества молока и молочнокислых напитков.

## 1.2 Справочно-теоретический материал

### 1.2.1. Виды и способы приготовления заквасок для кисломолочных продуктов

В соответствии с ГОСТ Р 52738-2007 «Молоко и продукты переработки молока. Термины и определения» [1] для характеристики кисломолочных продуктов приняты следующие термины и определения:

«Кисломолочный продукт – молочный или молочный составной продукт, произведенный путем сквашивания молока и/или молочных продуктов, и/или их смесей с использованием заквасочных микроорганизмов, приводящих к снижению показателя активной кислотности и коагуляции белка, с добавлением немолочных компонентов не в целях замены составных частей молока до или после сквашивания или без добавления таких компонентов и содержащий живые заквасочные микроорганизмы».

Несколько отличающаяся формулировка включена в технический регламент таможенного союза ТР ТС 033-2013 «О безопасности молока и молочных продуктов» [2]:

«Кисломолочный продукт – молочный продукт или молочный составной продукт, который произведен способом, приводящим к снижению показателя активной кислотности (рН), повышению показателя кислотности и коагуляции молочного белка, сквашивания молока, и (или) молочных продуктов, и (или) их смесей с немолочными компонентами, которые вводятся не в целях замены составных частей молока (до или после сквашивания), или без добавления указанных компонентов с использованием заквасочных микроорганизмов и содержит живые заквасочные микроорганизмы в количестве, установленном в приложении № 1 к настоящему техническому регламенту (ТР ТС 033-2013 «О безопасности молока и молочной продукции»)».

Обе эти формулировки подчеркивают, что кисломолочные продукты содержат живые заквасочные микроорганизмы, которые образуют молочную кислоту и другие органические кислоты, в результате чего происходит коагуляция молочного белка и сквашивание молока.

Кисломолочные продукты делят на две группы: кисломолочные напитки и кисломолочные продукты. В составе и технологиях изготовления кисломолочных напитков и кисломолочных продуктов много общего. Кисломолочные напитки и кисломолочные продукты вырабатывают из молочного сырья путем сквашивания его закваской, приготовленной на чистых культурах специальных рас молочнокислых бактерий.

Диетические и лечебные свойства кисломолочных продуктов известны с давних времен. Употребление кисломолочных продуктов улучшает здоровье, повышает устойчивость к инфекциям и образованию опухолей. Диетические кисломолочные напитки, особенно ацидофильные, используют в лечении желудочно-кишечных заболеваний, туберкулеза, фурункулеза, детской бронхиальной астмы и др. Микроорганизмы кисломолочных продуктов синтезируют

витамины С, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>. Эти диетические продукты не только оздоравливают желудочно-кишечный тракт, но и благотворно воздействуют на нервную систему человека и обмен веществ. Их рекомендуется применять при малокровии, истощении, потере аппетита, в качестве профилактики злокачественных опухолей и многих других заболеваний, в том числе и сердечно-сосудистых. Кисломолочная продукция усваивается значительно легче и быстрее, чем обычное молоко. Например, за 3 ч молоко усваивается на 44 %, а простокваша – на 95,5 %. Это обусловлено частичной пептонизацией белков молока в процессе обработки с получением легкоусвояемых простых веществ. Образующиеся молочная кислота, углекислый газ, спирт вызывают более интенсивное выделение пищеварительных соков и ферментов, ускоряющих усвоение пищи с наименьшей затратой энергии.

Общим в производстве всех кисломолочных продуктов является сквашивание подготовленного молока заквасками и, при необходимости, созревание. Специфика производства отдельных продуктов различается лишь температурными режимами некоторых операций, применением заквасок разного состава и наполнителей. В настоящее время ассортимент кисломолочных напитков очень широк и насчитывает более 200 наименований. В числе кисломолочных напитков можно назвать кефир, йогурт, кумыс, простоквашу обыкновенную, простоквашу мечниковскую и южную, простоквашу ацидофильную, ряженку, варенец, мацони (мацон), ацидофилин, ацидолакт, напитки с бифидофлорой.

Русский физиолог И. И. Мечников объяснял долголетие болгар потреблением йогурта. И. И. Мечников выделил молочнокислую палочку, которая сбраживает молочный сахар в молочную кислоту и при систематическом потреблении йогурта затормаживает гнилостные процессы в кишечнике. Ученый назвал эту палочку болгарской. Позднее из кишечника грудного ребенка была выделена палочка, более устойчивая к воздействию щелочей и соляной кислоты, близкая по свойствам к болгарской, названная ацидофильной. Она легче переваривается в кишечнике человека, сбраживает не только молочный, но и другие сахара, обладает более сильными антибиотическими свойствами, вырабатывает антибиотик низин. Этим свойством в некоторой мере обладают и молочные дрожжи.

Характерными особенностями молочнокислых микроорганизмов являются:

- способность усваивать лактозу в качестве основного источника углерода и энергии;
- образование молочной кислоты с выходом более 90 % от исходной концентрации лактозы в среде;
- высокая кислотоустойчивость (сохраняют жизнеспособность при pH 3,0–3,5);
- спиртоустойчивость (выдерживают до 16 % этанола);
- использование флавиновых оснований и коэнзима В<sub>12</sub> в окислительно-восстановительных ферментах;
- отсутствие цикла трикарбоновых кислот (ЦТК) и окислительного фосфорилирования.

По биохимическим закономерностям и составу конечных продуктов молочнокислые бактерии и палочки подразделяют на гомоферментативные и гетероферментативные. Гомоферментативные образуют преимущественно молочную кислоту, гетероферментативные случаи наряду с молочной кислотой образуют значительные количества  $\text{CO}_2$ , этанола, а также уксусную и пропионовую кислоты, ароматические вещества (диацетил, ацетоин), многоатомный спирт маннит. Продукты гетероферментативного брожения обеспечивают уникальные органолептические свойства кисломолочных напитков, а некоторые из них, например, витамины группы В, повышают биологическую ценность продуктов. Гетероферментативное брожение подразделяют на идущее без выделения  $\text{CO}_2$  и сопровождающееся газовыделением.

В производстве кисломолочных напитков применяют также молочнокислый, сливочный и ароматобразующие лактококки, кефирные грибки, кумысные дрожжи, молочнокислую палочку, бифидобактерии. Под действием ферментов, выделяемых молочнокислой микрофлорой, происходит сбраживание молочного сахара с образованием молочной кислоты, иногда и других кислот, спирта, углекислого газа, деацетила. При сквашивании также происходит частичный гидролиз белков с образованием свободных аминокислот и гликолиз глюкозы, появляются метаболиты, значительно изменяющие биофизическую структуру мицелл казеинаткальцийфосфатного комплекса (ККФК) и биоактивность минеральных солей. Молочнокислый стрептококк выделяет также антибиотик низин, сливочный – диплококцин, ароматобразующий – антибиотик, близкий к диплококцину, молочнокислая палочка – лактонин. Продуцируемые антибиотики с большой силой воздействуют на микроорганизмы гниения.

### ***1.2.2. Закваски для кисломолочных напитков и продуктов***

Для производства молочнокислых напитков и продуктов используют чистые культуры либо в виде отдельных штаммов, либо в виде комбинаций штаммов (закваски жидкие и сухие). На основе чистых культур на предприятиях предварительно готовят производственные закваски, либо используют бактериальные препараты, предназначенные для непосредственного внесения в перерабатываемое молоко. Схема использования заквасок в производстве кисломолочных продуктов представлена на рис. 1.1.

Закваски для кисломолочных напитков и продуктов готовят из коровьего молока (цельного или обезжиренного) путем сквашивания его заквасками, состоящими из чистых культур молочнокислых бактерий или бифидобактерий (иногда с добавлением пропионовокислых, уксуснокислых бактерий и др.), либо сквашивания его естественной симбиотической закваской – кефирными грибками [7].

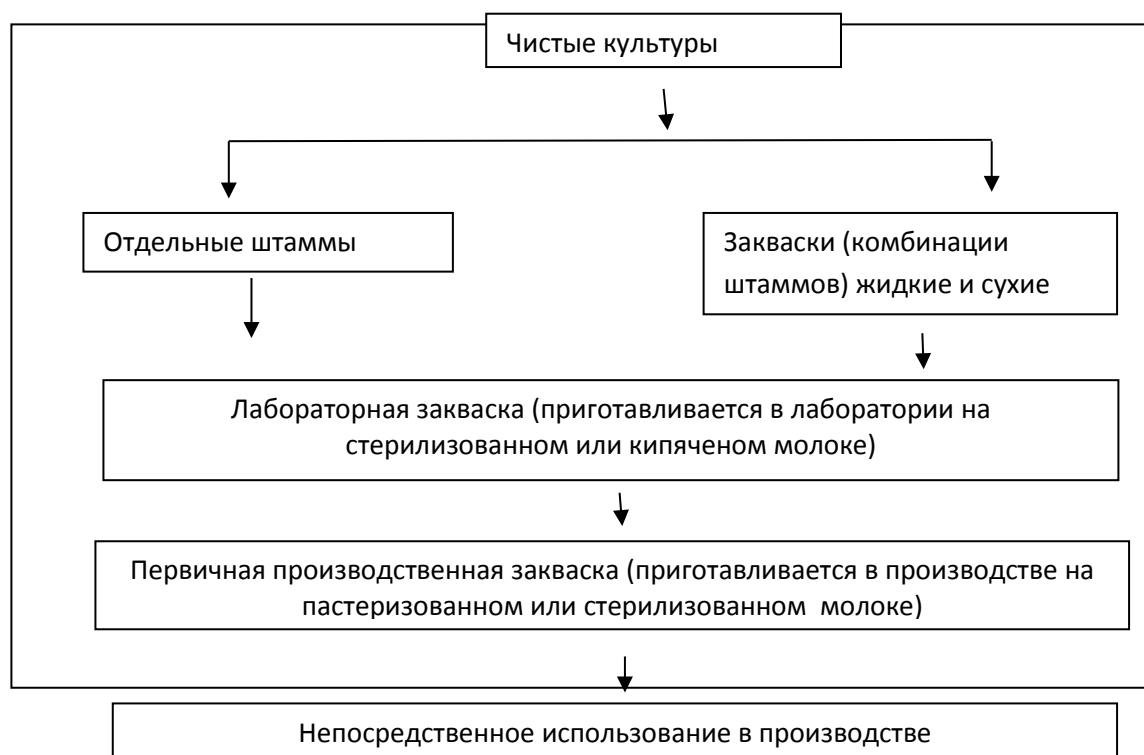


Рисунок 1.1 – Схема использования заквасок в производстве кисломолочных продуктов

Для производства кисломолочных напитков вырабатываются следующие виды заквасок в зависимости от состава микрофлоры (табл. 1.1).

Таблица 1.1 – Основные виды заквасок для производства кисломолочных напитков [5, 7]

Наименование или буквенное обозначение закваски	Назначение	Состав микрофлоры	
		групповой	видовой
1	2	3	4
ТВ1	Для простокваши, варенца, ряженки и других продуктов, вырабатываемых резервуарным способом	Термофильный молочнокислый стрептококк (образующий вязкий сгусток)	<i>Streptococcus thermophilus</i>
ТНВп	Для простокваши, варенца, ряженки и других продуктов, вырабатываемых термостатным способом	Термофильный молочнокислый стрептококк (образующий невязкий сгусток)	<i>Streptococcus thermophilus</i>
СТБп	Для простокваши, ряженки, напитков «Южный», «Снежок» и др.	Симбиотическое сочетание термофильного стрептококка и болгарской палочки	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>
«Тон»	Для витаминизированного кисломолочного напитка «Тонус»	Пропионовокислые бактерии, мезофильные молочнокислые стрептококки, уксуснокислые бактерии	<i>Leuconostoc lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> (biovar <i>diacetylactis</i> ), <i>Acetobacter</i> subsp. <i>aceti</i> , <i>Propionibacterium</i> subsp. <i>shermani</i>



1	2	3	4
АВ	Для ацидолакта, ацидофилина и др.	Термофильные молочнокислые палочки (образующие вязкий сгусток)	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
БФ	Для «Бифидина» и др.	Бифидобактерии	<i>Bifidobacterium subsp. adolescentis</i> , штамм МС-42
Грибки кефирные	Закваска для кефира	Мезофильные молочнокислые стрептококки, термофильные молочнокислые палочки, дрожжи и уксуснокислые бактерии	

Процесс подготовки заквасок для кисломолочных напитков и продуктов состоит из нескольких этапов: приготовление из чистых культур лабораторной и пересадочной заквасок, приготовление производственной закваски на чистых культурах, приготовление производственной закваски, культивирование кефирных грибков.

*Приготовление лабораторной и пересадочной заквасок на чистых культурах*

Лабораторную закваску на чистых культурах готовят в отделении чистых культур или боксе при микробиологической лаборатории. Закваски в виде чистых культур получают в сухом или жидком виде из специализированных цехов или лабораторий. Лабораторную закваску готовят на предварительно стерилизованном молоке. После стерилизации молоко охлаждают при комнатной температуре или проточной водой.

При приготовлении лабораторной закваски порцию сухой закваски мезофильных молочнокислых стрептококков с добавлением или без добавления уксуснокислых бактерий вносят в 2 дм<sup>3</sup> стерилизованного молока, разлитого в одну или четыре-пять бутылок (колб).

Порцию сухой закваски термофильных молочнокислых стрептококков или термофильных молочнокислых палочек, симбиотических заквасок СТБп и «Тон» вносят в 100 см<sup>3</sup> стерилизованного молока.

После внесения закваски молоко тщательно перемешивают и помещают в термостат при оптимальной температуре сквашивания до образования сгустка. Температура молока в момент заквашивания должна быть выше оптимальной температуры сквашивания на 1–2 °С.

При приготовлении пересадочной лабораторной закваски или лабораторной закваски из жидкой закваски в подготовленное стерилизованное молоко вносят первичную лабораторную закваску в количестве 0,5–1 % от массы заквашиваемого молока. После внесения закваски молоко тщательно перемешивают и помещают в термостат при оптимальной температуре сквашивания.

Свежеприготовленная закваска обладает наибольшей активностью, поэтому сразу после сквашивания она должна быть использована в производстве; если это невозможно, то ее необходимо охладить до температуры  $6\pm 2$  °С. При этой температуре лабораторная закваска может храниться не более 5 сут, пересадочная, приготовленная на стерилизованном молоке, – не более 3 сут.

#### *Приготовление производственной закваски на чистых культурах*

Производственную закваску готовят на пастеризованном молоке в специальных заквасочниках. Молоко пастеризуют при температуре  $95\pm 2$  °С с выдержкой  $30\pm 5$  мин при перемешивании для равномерного прогрева всей массы. Затем молоко охлаждают до температуры сквашивания. Закваску готовят с использованием бакконцентрата, лабораторной или пересадочной закваски, приготовленной, как описано выше, на стерилизованном молоке.

Лабораторную и пересадочную закваску вносят в охлажденное до температуры сквашивания молоко. Объемная доля закваски по отношению к объемной доле сквашиваемого молока составляет 1–3 % . После внесения закваски молоко тщательно перемешивают и оставляют при температуре сквашивания до образования сгустка.

Одну порцию сухого бакконцентрата мезофильных молочнокислых стрептококков, бакконцентрата «Днепрянский» и термофильного молочнокислого стрептококка вносят в  $300 \text{ дм}^3$  охлажденного до температуры сквашивания молока; а порцию бакконцентрата КМТС-сух вносят в  $500 \text{ дм}^3$  молока, бакконцентрата ацидофильных палочек – в  $100 \text{ дм}^3$  молока.

После внесения бакконцентрата молоко тщательно перемешивают через каждые 20–30 мин в течение 2,5–3 ч и оставляют при температуре сквашивания до образования сгустка.

Сразу после образования сгустка производственную закваску охлаждают до температуры  $8\pm 2$  °С, хранить ее можно не более 24 ч.

Качество заквасок систематически проверяют путем определения кислотообразующей активности по продолжительности сквашивания молока и по нарастанию кислотности. При исследовании препарата закваски под микроскопом в ней должна обнаруживаться только микрофлора, составляющая данную закваску.

#### *Культивирование кефирных грибков и получение грибковой закваски*

Кефирную закваску готовят на кефирных грибках, представляющих собой естественный стойкий симбиоз микроорганизмов:

- мезофильных гомоферментативных молочнокислых стрептококков;
- лактобацилл (в основном термофильных молочнокислых палочек);
- мезофильных гетероферментативных молочнокислых стрептококков;
- дрожжей;
- уксуснокислых бактерий.

Для приготовления кефирной закваски используют натуральные или сухие кефирные грибки.

Кефирные грибки помещают в пастеризованное и охлажденное до  $20\pm 2$  °С обезжиренное молоко из расчета одна часть грибков на 30–50 частей молока. Через 15–18 ч тщательно перемешивают закваску вместе с грибками; еще через 5–7 ч снова перемешивают и процеживают через дуршлаг или металлическое сито в чистый ушат или ванну. Грибки, оставшиеся на сите, помещают в свежее пастеризованное и охлажденное молоко. Полученную грибковую закваску применяют для приготовления кефира или кефирной производственной закваски. Грибковую закваску хранят при температуре  $6\pm 2$  °С не более суток.

Кефирные грибки ежедневно, приблизительно в одно и то же время, заливают пастеризованным и охлажденным молоком. По мере роста кефирных грибков 1–2 раза в неделю их разделяют с таким расчетом, чтобы соотношение между количеством грибков и молока оставалось постоянным (1:30–1:50). Промывание кефирных грибков водой или пастеризованным молоком не рекомендуется.

В случае необходимости получения большого количества закваски готовят производственную кефирную закваску. Для этого в пастеризованное и охлажденное до температуры  $20\pm 2$  °С цельное или обезжиренное молоко вносят грибковую закваску в количестве 1–3.% от массы заквашенного молока и сквашивают до образования сгустка в течение 10–12 ч. Для улучшения вкуса и аромата следует выдержать закваску в течение 5–6 ч при температуре сквашивания.

### ***1.2.3. Виды кисломолочных напитков***

В соответствии с ГОСТ Р 54340–2011 «Продукты молочные и молочные составные сквашенные. Общие технические условия» [3] кисломолочные продукты подразделяются на сквашенные молочные и молочные составные продукты (далее – продукты), термически обработанные после сквашивания, упакованные в потребительскую тару и предназначенные для непосредственного употребления в пищу.

Напитки в зависимости от вида применяемых заквасочных микроорганизмов подразделяют на [5, 7]:

- ацидофильные;
- йогуртные;
- кефирные;
- простоквашные;
- сквашенные молочные и молочные составные и пр.

В соответствии со стандартом (ГОСТ Р 54340–2011) для продуктов массовая доля жира составляет:

- от 0,1 до 8,9 % – ацидофильные, кефирные и простоквашные;
- от 0,1 до 10,0 % – йогуртные;
- от 0,1 до 58,0 % – прочие сквашенные молочные и молочные составные.

Напитки в зависимости от режима термической обработки подразделяют:

- на пастеризованные;
- стерилизованные.

В зависимости от вносимых пищевкусных компонентов вырабатывают напитки:

- без компонентов;
- с компонентами, в том числе с ароматом (ароматизированные).

Все эти напитки в зависимости от вносимых физиологически функциональных пищевых ингредиентов подразделяют:

- небогатые;
- обогащенные, в том числе белком, витаминами, микро- и макроэлементами, пищевыми волокнами, полиненасыщенными жирными кислотами, фосфолипидами, пробиотиками, пребиотиками.

Допускается в наименование жидких напитков включать слово «питьевой».

При внесении пищевкусных компонентов в наименование напитка включают наименование конкретного вида компонента [8].

Напитки должны быть изготовлены в соответствии с требованиями указанного стандарта по техническим условиям или стандартам организаций, утвержденным в установленном порядке, с соблюдением гигиенических требований для предприятий молочной промышленности [1]. Производство кисломолочных напитков осуществляется резервуарным или термостатным способом и состоит из ряда одинаковых для всех видов напитков технологических операций [5, 7] (рис. 1.2).

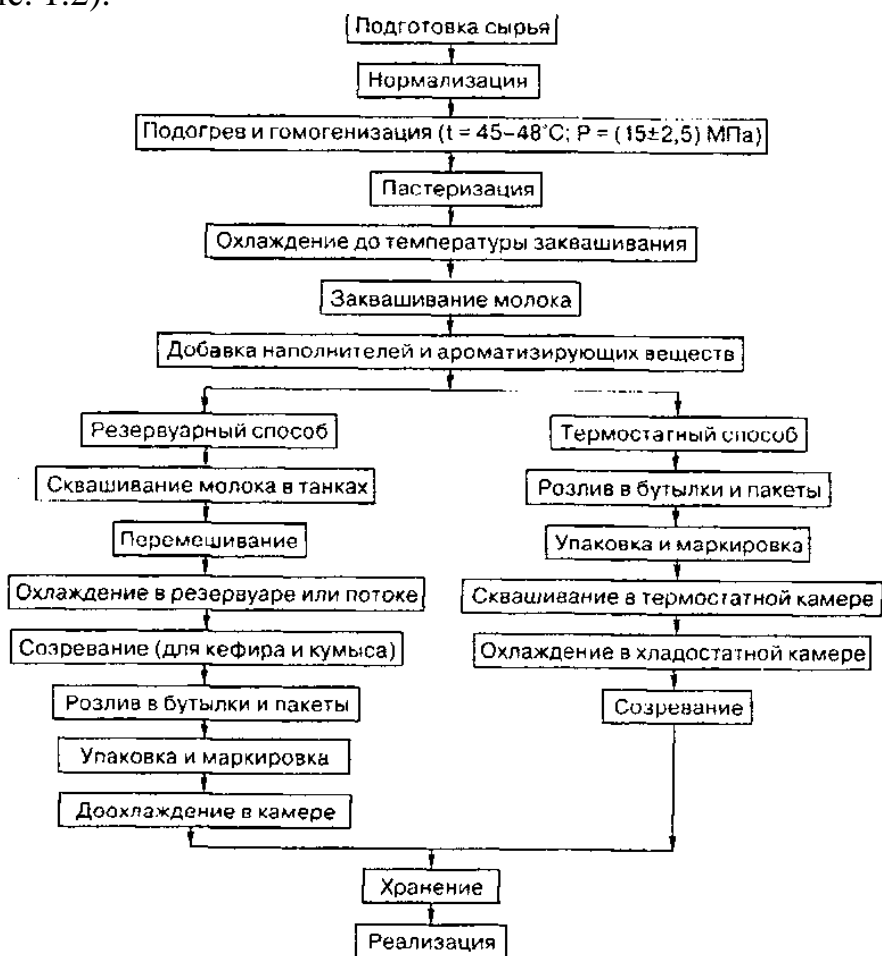


Рисунок 1.2 – Технологическая схема производства кисломолочных напитков

В настоящее время в основном применяется резервуарный способ.

Для выработки кисломолочных напитков резервуарным способом пригодны молоко как минимум 2-го сорта с кислотностью не более 19 °Т, плотностью не менее 1027 кг/м<sup>3</sup>; молоко обезжиренное с кислотностью не более 20 °Т, плотностью не менее 1030 кг/м<sup>3</sup>, сливки с массовой долей жира не более 30 % и кислотностью не менее 16 °Т, пахта от несоленого сладкосливочного масла, молоко и пахта сухие.

Отобранное по качеству молоко нормализуют по массовой доле жира и сухих веществ. Если используется закваска на обезжиренном молоке и кисломолочные напитки вырабатываются с сахаром и наполнителями, не содержащими жира, то молоко нормализуют до более высокой жирности. Расчет ведут по формуле:

$$Ж_{н.м} = (Ж_{пр}100)/(100-a),$$

где  $a$  – суммарное количество вносимых компонентов, не содержащих жира.

При выработке витаминизированных напитков витамины добавляют в закваску или нормализованную смесь. Очистка нормализованной смеси осуществляется при температуре 43±2 °С. Смесь гомогенизируют при давлении 15±2,5 МПа и температуре 45–48 °С, затем пастеризуют.

Режим пастеризации зависит от вида напитка: температура 85–87 °С с выдержкой 10–15 мин или 92±2 °С с выдержкой 2–8 мин. Для ряженки и варенца температура пастеризации 95–99 °С с выдержкой при этой температуре 3–5 ч для ряженки и 60±20 мин для варенца. Пастеризованная смесь охлаждается до температуры заквашивания, характерной для различных видов микроорганизмов, на которых готовят кисломолочные напитки, и заквашивается специально подобранными заквасками. Закваску, приготовленную на пастеризованном молоке, вносят в смесь в количестве 3–5% от объема смеси; закваску на стерилизованном молоке – в количестве 1–3%. После заквашивания смесь перемешивается в течение 15 мин. В зависимости от активности закваски ее количество можно уменьшить. Продолжительность сквашивания, которая обуславливается видом продукта и применяемой закваски, составляет от 2 до 12 ч. Окончание сквашивания определяют по образованию достаточно прочного сгустка, а также по кислотности, которая в зависимости от вида продукта составляет 65–90 °Т. По окончании сквашивания продукт охлаждают ледяной водой в течение 30–60 мин, затем сгусток перемешивают. Продолжительность перемешивания зависит от консистенции сгустка: по достижении однородности перемешивание прекращают. Дальнейшее перемешивание осуществляют периодически в целях охлаждения сгустка до заданной температуры напитка. При необходимости в частично (до 25–30 °С) или полностью (до 6 °С) охлажденный сгусток вносят плодоягодные наполнители, перемешивают и подают на розлив.

Качество кисломолочных продуктов оценивается по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям [4].

К органолептическим показателям кисломолочных напитков относятся внешний вид и консистенция, вкус и запах, цвет (табл. 1.2).

Таблица 1.2 – Органолептические показатели кисломолочных напитков

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид и консистенция	Однородная с нарушенным или ненарушенным сгустком жидкость или однородная тягучая, или вязкая жидкость, или однородная желеобразная (кремообразная) масса, или однородная густая масса
Вкус и запах	Чистые, характерные для сквашенного продукта конкретного вида, обусловленные видом применяемых заквасочных культур. При внесении пищевкусовых компонентов – обусловленные их вкусом и запахом
Цвет	Молочно-белый или светло-кремовый, или обусловленный цветом добавленных пищевкусовых компонентов, равномерный по всей массе

Имеются некоторые различия в органолептических характеристиках различных кисломолочных напитков.

**Внешний вид и консистенция.** Однородная консистенция с ненарушенным сгустком – при термостатном способе производства, с нарушенным – при резервуарном. Для кефира допускается газообразование в виде отдельных глазков, вызванных нормальной микрофлорой. Напиткам, приготовленным на ацидофильных культурах, свойственна тягучая консистенция. Для кумыса характерна газированная пенящаяся консистенция с мелкими частицами белка; для йогурта плодово-ягодного – наличие мелких частиц плодов и ягод. Йогурт плодово-ягодный, выработанный термостатным способом, должен состоять из двух слоев: наполнителя, расположенного на дне упаковки, и молочной основы. Простокваша, вырабатываемая резервуарным способом с использованием стабилизатора, отличается легкой желированностью; простокваша сливочная, вырабатываемая резервуарным способом, – нарушенным сгустком однородной консистенции.

Допускается незначительное отделение сыворотки на поверхности сгустка: для кефира – не более 2 % от объема продукта, простокваши и йогурта – 3 %, кумыса – 5 %; для ряженки – наличие пенки.

**Вкус и запах** должны быть чистыми, кисломолочными, без посторонних привкусов и запахов. Для кефира характерен освежающий, слегка острый вкус; для ряженки, варенца, напитка «Турах» – выраженный привкус пастеризации; для кумыса – дрожжевой привкус. Для напитков с плодово-ягодными наполнителями характерен привкус внесенного наполнителя и сладкий вкус, для напитков, вырабатываемых с сахаром, – сладкий вкус, для айрана – слабосоленый.

**Цвет – молочно-белый.** Для варенца, ряженки, напитка «Турах» характерен выраженный светло-кремовый цвет, для напитков с наполнителями – цвет внесенного наполнителя, равномерный по всей массе.

По физико-химическим показателям кисломолочные напитки должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 1.3.

Таблица 1.3 – Физико-химические показатели кисломолочных напитков

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля белка, %, не менее	1,2
Титруемая кислотность, °Т, не более	150
Температура продуктов при выпуске с предприятия, °С: - для пастеризованных продуктов - для стерилизованных продуктов	(4±2) °С От 2 до 25 °С

*Примечания:* 1. Массовые доли жира, белка, сахарозы и поваренной соли (для продуктов с компонентами), физиологически функциональных пищевых ингредиентов (витаминов, микро- и макроэлементов, пищевых волокон, полиненасыщенных жирных кислот, пребиотиков и др.) для продукта конкретного вида устанавливают в технических условиях или стандартах организаций.

2. Содержание пищевых добавок (подсластителей, красителей, ароматизаторов, стабилизаторов консистенции, загустителей, регуляторов кислотности и консервантов) в продуктах не должно превышать допустимые уровни, установленные [8].

По микробиологическим показателям кисломолочные напитки должны отвечать требованиям, определенным Техническим регламентом Таможенного Союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» [2], табл. 1.4.

Таблица 1.4 – Микробиологические показатели кисломолочных напитков

Вид продукта	Масса продукта (г, см <sup>3</sup> ), в которой не допускаются		Примечание
	БГКП (коли-формы)	патогенные, в том числе сальмонеллы	
Кисломолочные напитки	0,01	25	<i>S. aureus</i> , в 1 см <sup>3</sup> не допускается
Ряженка	1,0	25	

#### **1.2.4. Кефир – популярный кисломолочный напиток**

Кефир – наиболее распространенный в нашей стране кисломолочный напиток, на долю которого приходится более 2/3 производства кисломолочных напитков.

Согласно Федеральному закону РФ от 12 июня 2008 г. № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию», кефир – кисломолочный продукт смешанного молочнокислого и спиртового брожения, изготавливаемый с использованием закваски, приготовленной на кефирных грибках, без добавления чистых культур молочнокислых микроорганизмов и дрожжей, при этом содержание молочнокислых микроорганизмов в готовом продукте в конце срока годности составляет не менее 10<sup>7</sup> КОЕ в 1 г продукта, а дрожжей не менее 10<sup>4</sup> КОЕ в 1 г продукта (ГОСТ Р 52738 [1]).

Популярность кефира обусловлена приятным вкусом и диетическими свойствами, на которые более 100 лет назад обратили внимание врачи. Этот напиток пришел к нам из Северной Осетии, где он был известен издавна. Однако горцы тщательно оберегали секрет напитка от посторонних, так как кефирные зерна (грибки) считались священным даром Магомета. Слово «кефир» – турецкого происхождения: «кеф» в переводе с турецкого означает «здоровье».

Народы Северного склона Кавказского хребта издавна справедливо считали его напитком здоровья и бодрости и называли «даром небес». Живущие в

тех местах долгожители-горцы (осетины и карачаевцы) считали кефирные грибки священным даром самого Аллаха. Они настолько дорожили этой закваской, что никогда никому её не дарили и не продавали (даже соплеменникам) – горцы верили, что Аллах в такой случае лишит кефирные грибки их волшебной силы. Ещё в XIX веке горцы готовили кефир удивительным способом: заливали молоко в бурдюк, добавляли туда кефирные грибки, завязывали, выносили за порог дома и оставляли на солнце посреди ближайшей тропинки. Считалось, что пнуть лежащий бурдюк, значит, выразить уважение хозяевам дома, ведь постоянное встряхивание способствует более интенсивному брожению. В наше время горцы делают кефир в специальной глиняной посуде, которую ставят рядом с тёплой печью.

До начала XX века кефир в Центральной России не готовили – лишь изредка завозили с Кавказа и продавали по очень большой цене. В Москве кефирные грибки появились только в 1908 г., и то лишь благодаря счастливому случаю. Работницу московской молочной фабрики Ирину Сахарову, приехавшую на Кавказ за кефирными грибками, похитил богатый поставщик молочных продуктов из Кисловодска князь Байчаров. Не добившись её руки, он был привлечен к суду и смог откупиться лишь десятью фунтами кефирных грибов. Уже через несколько недель после суда кефир смогли попробовать пациенты Боткинской больницы. Именно в России и была запатентована технология производства кефира.

Кефир действительно удивительный и даже уникальный напиток. Ведь в отличие от других видов диетических продуктов, кефир производят с применением естественной закваски – кефирных грибов, которые представляют собой симбиоз различных микроорганизмов. Грибки – различные по форме и величине белковые образования, быстро размножающиеся в молоке; представляют собой стойкий симбиоз гетероферментативной микрофлоры мезофильных молочнокислых и ароматообразующих стрептококков, мезофильных и термофильных молочнокислых палочек, уксуснокислых бактерий и молочных дрожжей.

По данным некоторых исследователей в состав кефирных грибов входит до 22 видов микроорганизмов, основными из которых признаны молочнокислые стрептококки, в том числе ароматообразующие виды, молочнокислые палочки, уксуснокислые бактерии и дрожжи. В кефирных грибах эти микроорганизмы находятся в сложных симбиотических взаимоотношениях, которые проявляются в том, что в благоприятных условиях развития соотношение между отдельными видами сохраняется с удивительным постоянством. Именно эта особенность закваски является причиной того, что кефир, выработанный на кефирных грибах, имеет неизменяющийся типичный вкус.

Попытки выделить и изолировать микроорганизмы из состава кефирных грибов и в дальнейшем использовать их для приготовления искусственной закваски не увенчались успехом. В таких заквасках очень быстро менялось соотношение микроорганизмов, наблюдалось преимущественное развитие какого-



либо одного вида, т. е. закваска вырождалась, кефир в результате этих изменений терял типичные свойства.

После внесения кефирных грибков в молоко начинается не только молочнокислое, но и спиртовое брожение, и при определенных условиях накапливается значительное количество спирта. Сочетание молочной кислоты, образующейся при молочнокислом брожении, углекислоты и спирта обуславливает специфический освежающий, слегка острый вкус и сметанообразную газированную или пенистую консистенцию продуктов этой группы.

При производстве кефира очень важно получить хорошую закваску из сухих кефирных грибков. Процесс оживления грибков и получения закваски заключается в следующем. Сухие кефирные грибки выдерживают для набухания в свежеекипяченной и охлажденной воде в течение 1–2 сут, при этом меняют воду 2–4 раза. Затем набухшие грибки переносят в теплое обезжиренное молоко, которое ежедневно заменяют новым. Оживление кефирных грибков в молоке продолжается до тех пор, пока они вследствие начавшегося газообразования и набухания не начнут всплывать на поверхность. Затем грибки промывают водой в сите и заливают молоком из расчета одна часть грибков на 10 частей молока. Молоко с грибами выдерживают при температуре 18–20 °С в течение 12–16 ч, за это время его взбалтывают 3–4 раза. Полученную закваску процеживают через сито, а собранные на сите зерна вновь заливают молоком для приготовления новой порции. Закваска должна иметь густую консистенцию, приятный вкус и запах, слегка пениться.

Для приготовления кефира можно в качестве рабочей закваски использовать купленный в магазине кефир.

В зависимости от массовой доли жира продукт подразделяют на:

- обезжиренный (0,1 %);
- нежирный (0,3; 0,5; 1,0 %);
- маложирный (1,2; 1,5; 2,0; 2,5 %);
- классический (2,7; 3,0; 3,2; 3,5; 4,0; 4,5 %);
- жирный (4,7; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0 %);
- высокожирный (7,2; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5 %).

Основные показатели, характеризующие качество продукта, даны в табл. 1.5.

Таблица 1.5 – Физико-химические показатели кефира

Наименование показателя	Норма для продукта					
	обезжиренного	нежирного	маложирного	классического	жирного	высокожирного
Массовая доля белка, %, не менее	2,8			2,6		
Кислотность, °Т, не более	От 86 до 130					
Температура при выпуске с предприятия, °С	4±2					

## **При производстве кефира используются термостатный и резервуарный способы**

Технологический процесс производства кефира термостатным способом состоит из следующих операций:

- приемка и подготовка сырья;
- нормализация молока;
- очистка и гомогенизация молока;
- пастеризация и охлаждение молока;
- заквашивание молока;
- розлив, упаковка и маркировка;
- сквашивание молока;
- охлаждение и созревание молочного сгустка.

Нормализованное, очищенное и гомогенизированное молоко пастеризуют при температуре  $92 \pm 2$  °С с выдержкой от 2 до 8 мин или  $87 \pm 2$  °С с выдержкой от 10 до 15 мин. После выдержки молоко охлаждают до температуры заквашивания (от 18 до 25 °С). Его заквашивают в резервуарах после охлаждения до температуры 18–21 °С летом и 22–25 °С зимой. Вносят 1–3 % грибковой закваски (сливов с кефирных грибков) или 3–5 % производственной кефирной закваски. Заквашенное молоко тщательно перемешивают в течение 15 мин, затем направляют на розлив. Заквашенное молоко разливают в потребительскую тару при непрерывном перемешивании для предотвращения оседания закваски.

Тару с заквашенным молоком немедленно направляют в термостатную камеру для сквашивания. Сквашивание продолжается 8–12 ч. Температуру в термостатной камере устанавливают 18–21 °С летом и 22–25 °С зимой. Окончание сквашивания определяют по образованию сгустка с кислотностью 75–80 °Т (рН 4,85–4,75). По окончании сквашивания тару с молочным сгустком направляют в холодильную камеру и охлаждают до температуры  $4 \pm 2$  °С.

Сгусток оставляют в покое для созревания в течение 8–13 ч. По окончании процесса созревания технологический процесс считается законченным и продукт готов к реализации.

### **1.3 Задания и методические указания по их выполнению**

Студенты для выполнения заданий разбиваются на группы по три-четыре человека и работают совместно.

#### ***Задание 1.3.1. Изучить теоретический материал по характеристике и способам производства кисломолочных напитков***

Усвоить, какие молочнокислые организмы используются в качестве заквасок при производстве кисломолочных напитков. Запишите сведения о бактериальных заквасках в тетрадь для лабораторных работ.

***Задание 1.3.2. Детально ознакомиться с особенностями технологии производства кисломолочных напитков, в том числе кефира***

Разобрать особенности состава и строения специфической закваски – кефирных грибков. Освоить способы восстановления сухих кефирных грибков и приготовления лабораторной и производственной заквасок на основе кефирных грибков.

***Задание 1.3.3. Записать в тетрадь всю информацию по маркировке пастеризованного молока пониженной жирности. Подготовить молоко для приготовления кисломолочных напитков***

В молоке, предназначенном для приготовления кисломолочных напитков, определить плотность и титруемую кислотность.

*Определение плотности молока*

Пастеризованное молоко налить в цилиндр и осторожно опустить в него лактоденситометр. Следить, чтобы лактоденситометр не касался стенок цилиндра. Зафиксировать плотность молока. Плотность молока должна быть не менее 1027 кг /м<sup>3</sup>.

*Определение титруемой кислотности молока.*

Для определения титруемой кислотности в коническую колбу налить 10 см<sup>3</sup> молока, добавить к нему 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, пять капель раствора фенолфталеина и оттитровать содержащиеся в молоке органические кислоты 0,1 моль/ дм<sup>3</sup> раствором гидроксида натрия до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 30 сек.

Для расчета кислотности (в градусах Тернера – °Т) полученное количество израсходованного 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия умножить на 10.

Зафиксируйте полученный результат в лабораторной тетради, сравните титруемую кислотность молока с нормативными требованиями. Кислотность молока для приготовления кисломолочных напитков должна быть не более 19 °Т.

***Задание 1.3.4. Приготовление кисломолочного напитка с использованием бактериальной закваски «Эвиталия»***

Молоко прокипятить и охладить до температуры, требуемой для приготовления отдельных видов кисломолочных напитков. Снять пенку.

Предварительно внимательно ознакомьтесь с инструкцией по приготовлению целебного кисломолочного продукта с использованием закваски «Эвиталия» (см. инструкцию в приложении к данной работе).

Для производства напитка с закваской «Эвиталия» приготовьте рабочую закваску. Для этого необходимо использовать лиофильно высушенные специальные штаммы молочнокислых и других микроорганизмов, входящих в состав закваски «Эвиталия».

В 2 дм<sup>3</sup> (2 л) молока, охлажденного после кипячения до 40–43 °С, внести сухую закваску. Смесь тщательно перемешать.

Определить кислотность молока с внесенной закваской. Для этого после перемешивания смеси из нее отобрать в коническую колбу 10 см<sup>3</sup>, добавить 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и определить титруемую кислотность (по методике, описанной в п. 1.3.3).

Провести сквашивание подготовленной смеси. Емкость с молоком закрыть крышкой и поставить в термостат при 37–40 °С для сквашивания на 12–14 ч. После завершения сквашивания полученный продукт охладить до (6±2) °С, перемешать и отобрать из него 10 см<sup>3</sup> для определения кислотности.

Полученный таким способом продукт может использоваться в качестве производственной (рабочей) закваски, а также он может непосредственно использоваться в пищу.

С использованием этой приготовленной в лаборатории производственной закваски на основе «Эвиталии» приготовьте кисломолочный напиток.

В кипяченое и охлажденное до 40–43 °С молоко (200 см<sup>3</sup>) внести чистой ложкой производственную закваску в количестве 15 см<sup>3</sup>. После перемешивания смеси отобрать из нее 10 см<sup>3</sup> и определить кислотность (п. 1.3.3). Емкость с заквашенным молоком закрыть крышкой и поставить в термостат.

Для определения изменения кислотности через 2 ч выдерживания заквашенного молока в термостате смесь перемешайте и отберите в коническую колбу 10 см<sup>3</sup>, определите кислотность смеси. Через 7–8 ч (или на следующий день) продукт будет готов к использованию. После этого полученный продукт охладите до температуры 5–6 °С, определите в нем кислотность (по п. 1.3.3).

Проведите оценку органолептических свойств кисломолочного напитка по соответствующим показателям.

Необходимо отметить, что кисломолочный продукт, полученный в качестве рабочей (производственной) закваски, является целебным и может сразу использоваться для потребления. Для приготовления новой порции сквашенного продукта можно использовать часть этого продукта (порядка 150 см<sup>3</sup> на 2 л подогретого молока).

### ***Задание 1.3.5. Приготовить кисломолочный напиток с использованием бактериальной закваски «Наринэ»***

Для приготовления напитка «Наринэ» 200 см<sup>3</sup> молока подогреть до 40 °С, всыпать пакетик порошка – закваски «Наринэ», тщательно перемешать до его растворения. Отобрать 10 см<sup>3</sup> смеси молока с закваской «Наринэ» и определить в ней кислотность методом титрования в соответствии с п. 1.3.3. Стакан с заквашенным молоком поставить в термостат для сквашивания. Через 2 ч смесь

тщательно перемешать, отобрать  $10 \text{ см}^3$  в коническую колбу и определить титруемую кислотность. Остальное заквашенное молоко оставить в термостате для сквашивания. На следующий день в экспериментальном образце определить титруемую кислотность и оценить органолептические показатели.

### ***Задание 1.3.6. Приготовление экспериментальных образцов кефира***

*1.3.6.1. Приготовление кефира, заквашенного с использованием в качестве производственной закваски готового кефира.* Для приготовления этого образца кефира использовать пастеризованное молоко. В качестве производственной (рабочей) закваски используйте готовый (купленный в торговой сети) кефир из обезжиренного молока. Предварительно в кефире определите кислотность в соответствии с п. 1.3.3, для чего отберите в коническую колбу  $10 \text{ см}^3$  (г) кефира, добавьте  $20 \text{ см}^3$  дистиллированной воды.

Для приготовления экспериментального образца кефира к  $100 \text{ см}^3$  пастеризованного молока, нагретого до  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ , добавьте  $10 \text{ см}^3$  готового кефира. Смесь тщательно перемешайте шпателем в течение 5 мин.  $10 \text{ см}^3$  подготовленной смеси отберите в колбу и определите в ней кислотность. Емкость с заквашенным молоком закройте пробкой и поставьте в термостат при температуре  $25\text{--}30 \text{ }^\circ\text{C}$ . Через 2 ч выдержки продукта в термостате отберите из него  $10 \text{ см}^3$  и определите кислотность. Отметьте визуальное наличие признаков сквашивания в продукте за 2 ч выдерживания в термостате.

Продолжите выдерживание заквашенного молока в термостате при указанной температуре в течение 7–8 ч или до следующего дня), после чего определите кислотность готового кефира и оцените его органолептические показатели.

*1.3.6.2. Приготовление кефира с закваской из лиофильно высушенных молочнокислых бактерий марки АВ.* К  $100 \text{ см}^3$  пастеризованного молока с температурой  $25\text{--}30 \text{ }^\circ\text{C}$  добавьте 16 мг лиофильно высушенной закваски для кисломолочных продуктов марки АВ. После внесения закваски смесь ее с молоком перемешивайте шпателем в течение 5 мин, после чего отберите  $10 \text{ см}^3$  и определите кислотность полученной смеси. Заквашенную смесь поставьте в термостат при температуре  $25\text{--}30 \text{ }^\circ\text{C}$ . Через 2 ч выдержки визуальное отметьте степень сквашивания кефира. Отберите  $10 \text{ см}^3$  смеси и определите в ней кислотность по п. 1.3.3.

*1.3.6.3. Приготовление экспериментального образца кефира с использованием кефирных грибков.* Для приготовления экспериментального образца с использованием кефирных грибков  $200 \text{ см}^3$  молока подогрейте до  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ , внесите в него  $20 \text{ см}^3$  закваски, предварительно приготовленной с использованием кефирных грибков, тщательно перемешайте до равномерного распределения ее в молоке. Отберите  $10 \text{ см}^3$  смеси молока с закваской и определите в ней кислотность методом титрования в соответствии с п. 1.3.3. стакан с заквашенным молоком поставьте в термостат для сквашивания. Через 2 ч смесь тщательно перемешайте, отберите  $10 \text{ см}^3$  в коническую колбу и определите титруемую кислотность. Остальное заквашенное молоко оставьте в термостате для сква-

шивания. Через 7–8 ч (или на следующий день) в экспериментальном образце определите титруемую кислотность и оцените органолептические показатели.

Сравните полученные значения кислотности в процессе и после сквашивания экспериментальных образцов с кислотностью исходного молока и кислотностью купленного кефира.

### ***Задание 1.3.7. Определение органолептических показателей приготовленных экспериментальных кисломолочных напитков***

#### *Определение внешнего вида и консистенции*

Консистенция должна быть однородная, слегка вязкая.

Однородная консистенция с ненарушенным сгустком должна быть для простокваши и кефира при термостатном способе производства. Для кефира допускается газообразование в виде отдельных глазков, вызванных нормальной микрофлорой.

Допускается незначительное отделение сыворотки на поверхности сгустка: для кефира – не более 2 % от объема продукта, для простокваши и йогурта – 3 %.

В прозрачный стакан налить кисломолочный напиток и визуально определить внешний вид и консистенцию. Результаты оценки внешнего вида и консистенции занести в табл. 1.6.

#### *Определение вкуса и запаха*

Для определения вкуса и запаха кисломолочные напитки следует энергично встряхнуть, после чего налить в стакан для опробования.

**Вкус и запах** должны быть чистыми, кисломолочными, без посторонних привкусов и запахов. Для кефира характерен освежающий, слегка острый вкус.

Результаты оценки вкуса и запаха занести в табл. 1.6.

#### *Определение цвета*

Для определения цвета кисломолочный продукт встряхнуть в таре, налить в прозрачный стакан и визуально определить цвет. **Цвет – молочно-белый.** Для йогуртов возможны разнообразные цвета в зависимости от использованных немолочных добавок.

Результаты оценки цвета кисломолочных продуктов занести в табл. 1.6.

#### *Определение кислотности молока и кисломолочных напитков в процессе сквашивания*

По кислотности судят о свежести молока, кисломолочных продуктов, кефира. Кислотность выражают в градусах Тернера.

Под градусом Тернера (°Т) понимают количество миллилитров 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия, необходимого для нейтрализации 100 см<sup>3</sup> кефира.

В колбочку или стаканчик необходимо отмерить 10 см<sup>3</sup> продукта и 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, промыть пипетку, которой отмеривали продукт, полу-

ченной смесью, добавить 3 капли фенолфталеина и оттитровать 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствором гидроксида натрия.

Кислотность (X) в градусах Тернера определить по формуле:

$$X = 10 \cdot V \cdot k,$$

где V – количество 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроокиси натрия, пошедшего на титрование 10 см<sup>3</sup> молока или кисломолочного продукта, см<sup>3</sup>; k – коэффициент нормальности раствора гидроокиси натрия; 10 – коэффициент для пересчета на 100 см<sup>3</sup> молока или кисломолочного напитка.

Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 1 °Т.

Кислотность кефира должна быть 85–130° Т.

Результаты оценки изменения кислотности в процессе сквашивания кисломолочных напитков занести в табл. 1.7.

### Обработка результатов

Таблица 1.6 – Органолептические показатели кисломолочных напитков

Наименование показателя	Вид кисломолочного продукта / Оценка качества					
	простокваша с закваской «Эвиталия»		простокваша с закваской прямого внесения «Наринэ»	кефир с различными заквасками		
	с производственной закваской из «Эвиталии»	непосредственно простокваша с бактериальной закваской «Эвиталией»		с закваской на кефирных грибках	с производственной закваской - готовым кефиром	с бактериальной закваской прямого внесения АВ
Внешний вид и консистенция						
Вкус						
Запах						
Цвет						

Таблица 1.7 – Изменение кислотности в процессе изготовления кисломолочных напитков

Наименование исследуемых продуктов	Вид кисломолочного напитка / Значение кислотности					
	простокваша с закваской «Эвиталия»		простокваша с закваской прямого внесения «Наринэ»	кефир с закваской из кефирных грибков	кефир с производственной закваской - готовым кефиром	кефир с бактериальной закваской прямого внесения АВ
	с производственной закваской из «Эвиталии»	непосредственно продукт с бактериальной закваской «Эвиталия»				
1	2	3	4	5	6	7
Используемое молоко						
Смесь после внесения закваски						

1	2	3	4	5	6	7
Смесь через 2 ч термоста-тирования						
Готовый кис-ломолочный продукт						

Сделайте выводы по лучшим способам производства кисломолочных продуктам (табл. 1.8).

Таблица 1.8 – Органолептические показатели и титруемая кислотность производственных образцов молока и кисломолочных напитков

Ассортимент производственных образцов молока и кисломолочных напитков, информация по маркировке продукции, содержанию жира	Внешний вид и консистенция	Вкус и запах	Цвет	Кислотность в градусах Тернера
Молоко пастеризованное ..... и т. д.				

Сравните полученные результаты с требованиями ГОСТ на соответствующие виды молочных продуктов [3–5].

### Рекомендуемая литература

1. ГОСТ Р 52738-2007 Молоко и продукты переработки молока. Термины и определения. – Москва: Стандартинформ, 2008. – 15 с.
2. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013) (с изм. на 19 декабря 2019 г.). – Москва: КонсультантПлюс, 2013. – 107 с.
3. ГОСТ Р 54340-2011 «Продукты молочные и молочные составные сквашенные. Общие технические условия». – Москва: Стандартинформ, 2011. – 10 с.
4. ГОСТ 31456-2013 Простокваша. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 10 с.
5. ГОСТ 31464-2012. Кефир. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 13 с.
6. ГОСТ 31081 – 2013. Йогурты. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 16 с.



4. Голубева, Л. В. Практикум по технологии молока и молочных продуктов. Технология цельномолочных продуктов: учебное пособие / Л. В. Голубева, О. В. Богатова, Н. Г. Догарева. – Санкт-Петербург: Изд-во «Лань», 2012. – 284 с.

5. Крусъ, Г. Н. Технология молока и молочных продуктов / Г. Н. Крусъ, А. Г. Храмцов, З. В. Волокитина, С. Н. Карнычев. – Москва: КолосС, 2004. – 455 с.

6. ГОСТ 34372-2017 Закваски бактериальные для производства молочной продукции. Общие технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2018. – 19 с.

7. Забодалова, Л. А. Технология цельномолочных продуктов и мороженого: учебное пособие / Л. А. Забодалова, Т. Н. Евстигнеева. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 304 с.

8. Гигиенические требования по применению пищевых добавок. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1293-03. – Москва: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава, России, 2003. – 417 с.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Назовите современные направления в расширении ассортимента кисломолочных напитков.

2. Назовите пищевые и диетические свойства кисломолочных напитков.

3. Какова биохимическая основа технологической операции сквашивания молока при производстве кисломолочных напитков?

4. Назовите виды молочнокислых бактерий, используемых в производстве кисломолочных напитков и кефира.

5. Назовите основные компоненты микрофлоры кефирных грибков.

6. Какие требования предъявляются к качеству кисломолочных напитков и кефира?

7. Назовите основные технологические схемы производства кисломолочных напитков, в чем заключаются их достоинства и недостатки.

8. Укажите основные правила приготовления лабораторной, пересадочной и производственной закваски для производства кисломолочных напитков.

9. В чем особенности культивирования кефирных грибков?

10. Какие основные технологические схемы производства кисломолочных напитков Вы знаете?

11. В каких нормативных документах содержатся требования по определению безопасности кисломолочных напитков?

12. Почему для производства кисломолочных напитков молоко предварительно обязательно пастеризуют?

КОМПЛЕКС СУХИХ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРОБИОТИКОВ  
ЗАКВАСКА «ЭВИТАЛИЯ» ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЦЕЛЕБНОГО  
КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА

Свидетельство о государственной регистрации 1 ШХ77.99.11.003 Е.010477.04; от 15.04.2011 ТУ 9229-001-772700339420-2007 с изм. Санэду-да заключение № 77.99 03 003 Т ДЮ0495 03 07 от 15.03 2007 Биологически активная добавка к пище.

Закваска «Эвиталия» представляет собой лиофильно высушенные, но сохранившие способность размножаться в пищеварительном тракте, специальные штаммы молочнокислых и других микроорганизмов (*Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus helveticus*, *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii*) и ряд других компонентов, являющихся ноу-хау. Готовый же Продукт содержит также витамины: В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, А, Е, С, фолиевую кислоту; микроэлементы железа, кальция, магния и др.

Главной особенностью этого ассоциата микроорганизмов является их способность сбрасывать углеводы без образования газа, но с образованием кислот, которые закисляют содержимое кишечника и тем самым подавляют рост гнилостных и условно патогенных микробов, снижают нагрузку на печень за счет уменьшения, образования аминов, энтеротоксинов и других веществ микробного происхождения, что благотворно влияет на повышение общей резистентности человека. В одном флаконе закваски «Эвиталия» содержится  $(2 \cdot 10^9 + 2 \cdot 10^9)$  КОЕ (колониеобразующих единиц), более 4 млрд. живых микроорганизмов. Клиническая эффективность БАД «ЭВИТАЛИЯ» подтверждена в Центральном научно-исследовательском институте гастроэнтерологии Департамента здравоохранения г. Москвы.

Свойства БАД «ЭВИТАЛИЯ»:

- Восстанавливает состав кишечной микрофлоры.
- Локализует дисбактериоз,
- Нормализует нарушенные функции ЖКТ.
- Эффективен в комплексной диетотерапии при лечении ОКИ
- При хронических запорах.
- При аллергии, заболеваниях кожи (нейродермит, атонический дерматит).
- Эффективна при онкозаболеваниях, после лучевой и химиотерапии, выводит цитостатики, восстанавливает слизистую оболочку и перистальтику ЖКТ.
- При лечении больных в период предоперационной подготовки и после хирургических операций на кишечнике, поджелудочной железе, печени, для оперативной коррекции микробиоценоза кишечника.
- В акушерстве и гинекологии при амбулаторном лечении и ряде других заболеваний.

Применяется:

- как диетическое питание;
- для похудения;
- для восстановления иммунной системы, выводит холестерин, радионуклиды, свободные радикалы;
- способствует увеличению уровня гемоглобина в крови;
- в период эпидемии гриппа, стрессовых ситуаций, после интенсивного применения антибиотиков;
- в переходном возрасте;
- активно подавляет кишечные инфекции;
- эффективна в геронтологии.

«Эвиталия» – это полезное каждодневное, очаровательно-вкусное дополнение к питанию для всей семьи на каждый день.

Из одного флакона сухой закваски «Эвиталия» в домашних условиях приготавливают Целебный Кисломолочный Продукт для курса лечения не менее трех недель

Принимают с самого раннего детства до глубокой старости.

Противопоказания – индивидуальная непереносимость.

**ИНСТРУКЦИЯ** по приготовлению Целебного Кисломолочного Продукта из сухой закваски «Эвиталия»

Вскипятить 2 л молока (любой жирности), остудить до температуры 40–43 °С. (Это горячо, но не обжигает.) Для точного определения температуры можно использовать специальный водный термометр.

Снять пенку. Внести в молоко флакон сухой закваски, предварительно растворив ее теплым молоком. Тщательно перемешать. Плотно закрыть крышкой.

Для обязательного удержания тепла (!!!) ёмкость с заквашенным молоком плотно обернуть тремя-четырьмя слоями бумаги, тщательно укутать тканью и поместить в теплое место для сквашивания на 12–14 ч.

Остудить. После этого поместить в холодильник на 3–4 ч.

Продукт готов к употреблению (*при несоблюдении температурного режима 40–43 °С и потери тепла время процесса сквашивания увеличивается до 1, 2, 3 ч и т. д.*)

Полученный готовый продукт (2 л) разделить на 2 (две) части: одна часть – 1,4 л – для непосредственного приема в пищу, начиная сразу курс лечения, и вторая – 0,6 л – для дальнейшего приготовления новых порций Продукта (Рабочая Закваска), хранить в холодильнике.

Для приготовления новых порций Целебного Продукта вскипятить 2 л молока, остудить до температуры 40–43 °С, снять пенку, внести чистой ложкой 150 мл Рабочей Закваски (один неполный стакан), все перемешать и закрыть крышкой. Емкость с заквашенным молоком обернуть в три-четыре слоя бумаги, укутать плотной тканью и поместить в теплое место на 7–8 ч для сквашивания. Затем поставить в холодильник. Через 3–4 ч Продукт готов к употреблению.

Оставшуюся Рабочую Закваску использовать аналогично: из расчета 150 мл Рабочей Закваски (один неполный стакан) на 2 л молока.

Таким образом, курс лечения Готовым Кисломолочным Целебным Продуктом составит не менее трех недель.

Срок хранения Рабочей Закваски в холодильнике – 7 дней, Готового Продукта – 7 дней.

Употреблять 3 раза в день: утром – натощак, перед обедом – за 20 мин и перед сном – за 1 ч.

Взрослым по 100–150 мл, детям старше трех лет: 50–100 мл за прием.

Сухую закваску можно также употреблять сразу из флакона, не сквашивая. Для этого надо содержимое флакона растворить в теплой кипяченой воде, или молоке и выпить.

Взрослым по одному флакону 3 раза в день. Детям старше трех лет – по одному флакону 1 раз в день.

Продолжительность приема – 15–30 дней.

Срок годности порошка во флаконах в невскрытой заводской упаковке – 2 года.

Хранить упаковку при температуре не выше 25 °С, без прямого попадания солнечных лучей. Произведено и разработано Научно-производственной фирмой «Пробиотика»,

г. Москва, ул. Южнобутовская, д.45 (адрес производства: Московская обл., Серпуховский р-н, д. Райсеменовское)

«Эвиталия» – это залог здоровья и долголетия.

Оптовые поставки: 8(985) 768-24-29 8(499) 794-07-68

Консультации: 8(499) 794-17-83

e-mail: [evitalia@mail.ru](mailto:evitalia@mail.ru)

## Лабораторная работа № 2

### Тема: БИОТЕХНОЛОГИЯ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

**Цель работы** – приобретение знаний, умений и навыков по биотехнологии приготовления и оценке потребительских свойств кисломолочных продуктов.

#### **Задачи:**

- закрепление знаний по биотехнологии производства кисломолочных продуктов – сметаны, творога и творожных продуктов;
- закрепление знаний по ассортименту заквасок для сквашивания сливок и молока при производстве сметаны и творога; приобретение навыков подбора специализированных заквасок для производства сметаны и творога, в том числе для ускоренных биотехнологических процессов производства этих продуктов;
- приобретение знаний по параметрам технологических операций в процессах производства сметаны и творога;
- приобретение знаний по требованиям ГОСТ 31453-2013 «Творог. Технические условия», ГОСТ 31452-2012 «Сметана. Технические условия» к качеству кисломолочных продуктов – сметаны, творога;
- приобретение навыков контроля качества сметаны и творога в соответствии с требованиями стандартов на данную продукцию и стандартов по методам определения соответствующих показателей.

#### **2.1. Материально-техническое обеспечение**

- Государственные стандарты и технические регламенты на молоко и молочную продукцию.
- Справочно-теоретический материал по отдельным процессам технологии производства кисломолочных продуктов.
- Молоко, сливки, кефир, бактериальные закваски для выполнения экспериментальных заданий по изготовлению кисломолочных продуктов, кисломолочные продукты (сметана, творог производственной выработки) для оценки качества и сравнения с ними качества экспериментальных образцов.
- Лабораторное оборудование для проведения экспериментальных технологических работ и органолептической оценки экспериментальных образцов приготовленной продукции.
- Лабораторное оборудование, измерительные приборы и химические реактивы для аналитического определения показателей качества молока и молочнокислых напитков.

#### **2.2. Справочно-теоретический материал**

Кисломолочный продукт – молочный или молочный составной продукт, изготавливаемый сквашиванием молока и/или молочных продуктов и/или их сме-

сей с немолочными компонентами, которые вводятся не с целью замены составных частей молока, с использованием заквасочных микроорганизмов, приводящих к снижению рН и коагуляции белка, содержащий живые заквасочные микроорганизмы (ГОСТ Р 52738) [3, 5].

К кисломолочным продуктам относятся сметана, творог и творожные изделия. В соответствии с Федеральным законом РФ от 12 июня 2008 г. № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию» кисломолочный продукт [7] – молочный продукт или молочный составной продукт, которые произведены путем приводящего к снижению показателя активной кислотности (рН) и коагуляции белка сквашивания молока, и/или молочных продуктов, и/или их смесей с использованием заквасочных микроорганизмов и последующим добавлением не в целях замены составных частей молока немолочных компонентов или без добавления таких компонентов, и содержат живые заквасочные микроорганизмы в количестве, установленном в приложениях 4, 6, 8 и 12 к данному Федеральному закону.

### 2.2.1. Кисломолочные продукты

Их вырабатывают [2, 6] из молочного сырья путем сквашивания его заквасками, приготовленными на чистых культурах специальных рас молочно-кислых бактерий (табл. 2.1).

Таблица 2.1 – Основные виды заквасок для производства кисломолочных продуктов [2]

Наименование или буквенное обозначение закваски	Назначение	Состав микрофлоры	
		групповой	видовой
1	2	3	4
МСс	Для сметаны	Мезофильные молочнокислые стрептококи	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> (biovar <i>diacetylactis</i> )
КДс	Для всех видов сметаны, вырабатываемой ускоренным способом	Мезофильные молочнокислые стрептококи	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> (biovar <i>diacetylactis</i> ), <i>Streptococcus thermophilus</i> ;
МТс	Для сметаны 10- и 15%-ной жирности	Мезофильные и термофильные молочнокислые стрептококи	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> (biovar <i>diacetylactis</i> ), <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i>

1	2	3	4
Днепрянская	Для сметаны	Мезофильные молочнокислые стрептококки и уксуснокислые бактерии	Lactococcus lactis subsp. lactis, Leuconostos lactis mezen- teroides subsp. cremoris, Leuconostos actis, Acetobacter subsp. aceti
Концентрат бактери- альный сухой – КТС-сух	Для сметаны	Мезофильные молочнокислые стрептококки	Lactococcus lactis subsp, cremoris (biovar diacetylac- tis; Lactococcus lactis subsp, lactis); Streptococcus thermophilus
Концентрат бактери- альный заморожен- ный – КТС-зам	Для сметаны	Термофильные молочнокислые стрептококки	Streptococcus thermophilus
МСт	Закваски для тво- рога, сыра до- машнего, просто- квашаи	Мезофильные молочнокислые стрептококки	Lactococcus lactis subsp. lactis, Lactococcus lactis subsp. cremoris (biovar diacetylac- tis) с добавлением или без добавления Leuconostos mezen- teroides subsp. dexyranicum, Lactococcus lactis subsp. Cremoris
МСт-Каунасская	Для творога, сыра домашнего	Мезофильные молочнокислые стрептококи	Lactococcus lactis subsp. lactis, Lactococcus lactis subsp. Cremoris (biovar diacety- lactis) с добавлением или без добавления Leuconostos mezen- teroides subsp. dexyranicum
МТт	Для творога, изго- тавливаемого ускоренным спо- собом	Мезофильные и термофильные молочнокислые стрептококи	Lactococcus lactis subsp. lactis, Streptococcus thermophilus, Lactococcus lactis subsp. cremoris (biovar diacetylac- tis) с добавлением или без добавления Lactococcus lactis subsp. cremoris

### 2.2.2. Сметана и сметанные продукты

Сметана – кисломолочный продукт, изготавливаемый сквашиванием сливок заквасочными микроорганизмами лактококков или смесью лактококков и термофильных молочнокислых стрептококков, при этом общее содержание заква-

сочных микроорганизмов в готовом продукте в конце срока годности составляет не менее  $10^7$  КОЕ в 1 г продукта (ГОСТ 31452-2012).

Согласно Федеральному закону РФ от 12 июня 2008 г. № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию» сметана – кисломолочный продукт, который произведен путем сквашивания сливок с добавлением молочных продуктов или без их добавления с использованием заквасочных микроорганизмов – лактококков или смеси лактококков и термофильных молочнокислых стрептококков, массовая доля жира в котором составляет не менее чем 9 %.

Сметана отличается высокими пищевыми достоинствами (табл. 2.2), имеет высокую пищевую и энергетическую ценность. Благодаря изменениям с белковой частью в процессе сквашивания сметана усваивается организмом быстрее и легче, чем сливки соответствующей жирности. В ней содержатся все витамины, имеющиеся в молоке, причем жирорастворимых А и Е больше по сравнению с молоком. Некоторые молочнокислые бактерии в процессе сквашивания сливок способны синтезировать витамины группы В.

Сметану используют для разнообразных блюд, приправ. Она считается русским национальным продуктом. Долгие годы она вырабатывалась только в нашей стране. В других странах сметана выпускается под названиями «русские сливки», «кислые сливки», «сливки для салатов».

Промышленность выпускает широкий ассортимент сметаны и сметанных продуктов. В зависимости от массовой доли жира продукт подразделяют на:

- нежирный (10,0; 12,0; 14,0 %);
- маложирный (15,0; 17,0; 19,0 %);
- классический (20,0; 22,0; 25,0; 28,0; 30,0; 32,0; 34,0 %);
- жирный (35,0; 37,0; 40,0; 42,0; 45,0; 48,0 %);
- высокожирный (50,0; 52,0; 55,0; 58,0 %).

По органолептическим показателям продукт должен соответствовать требованиям [3], приведенным в табл. 2.2.

Таблица 2.2 – Органолептические показатели сметаны (ГОСТ 31452-2012 «Сметана»)

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид и консистенция	Однородная густая масса с глянцевой поверхностью
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов. Для продуктов из рекомбинированных сливок допускается привкус топленого масла
Цвет	Белый с кремовым оттенком, равномерный по всей массе

По физико-химическим показателям продукт должен соответствовать нормам, указанным в табл. 2.3.



Таблица 2.3 – Физико-химические показатели сметаны (ГОСТ 31452-2012)

Наименование показателя	Норма для продукта				
	нежирного	маложирного	классического	жирного	высокожирного
Массовая доля белка, % не менее	3,0	3,8	2,6	2,4	2,2
Кислотность, °Т	От 60 до 80		От 60 до 100		
Температура при выпуске с предприятия	4 ±2				

Микробиологические показатели сметаны [7, 8] приведены в табл. 2.4.

Таблица 2.4 – Микробиологические показатели сметаны

Показатель	Характеристика
Бактерии группы кишечной палочки, БГКП, в 0,001 см <sup>3</sup> (г) продукта	Не допускаются
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, в 25 см <sup>3</sup> (г) продукта	Не допускаются
Коагулазо-положительные <i>S. aureus</i> . в 1 см <sup>3</sup> (г) продукта	Не допускаются

Сырье, применяемое для изготовления продукта, по показателям безопасности должно соответствовать требованиям СанПиН 2.3.2.1078, СанПиН 2.1.4.1074.

Сметану вырабатывают резервуарным и термостатным способами. Эти способы различаются только методом сквашивания сливок.

При резервуарном способе подготовленные заквашенные сливки сквашивают в крупных емкостях (резервуарах, ваннах). Образовавшийся при сквашивании сгусток перемешивается и фасуется в потребительскую или транспортную тару, после чего направляется в холодильную камеру для охлаждения и созревания.

При термостатном способе производства сливки после заквашивания в большой емкости немедленно фасуют в потребительскую тару и сквашивают в термостатной камере, затем направляют в холодильник. Этот способ применяется в основном при выработке низкожирных видов сметаны и в те периоды, когда на переработку поступает сырье с низким содержанием сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) и белка, например, весной.

Последовательность технологического процесса производства сметаны [2, 6] схематически представлена на рис. 2.1.

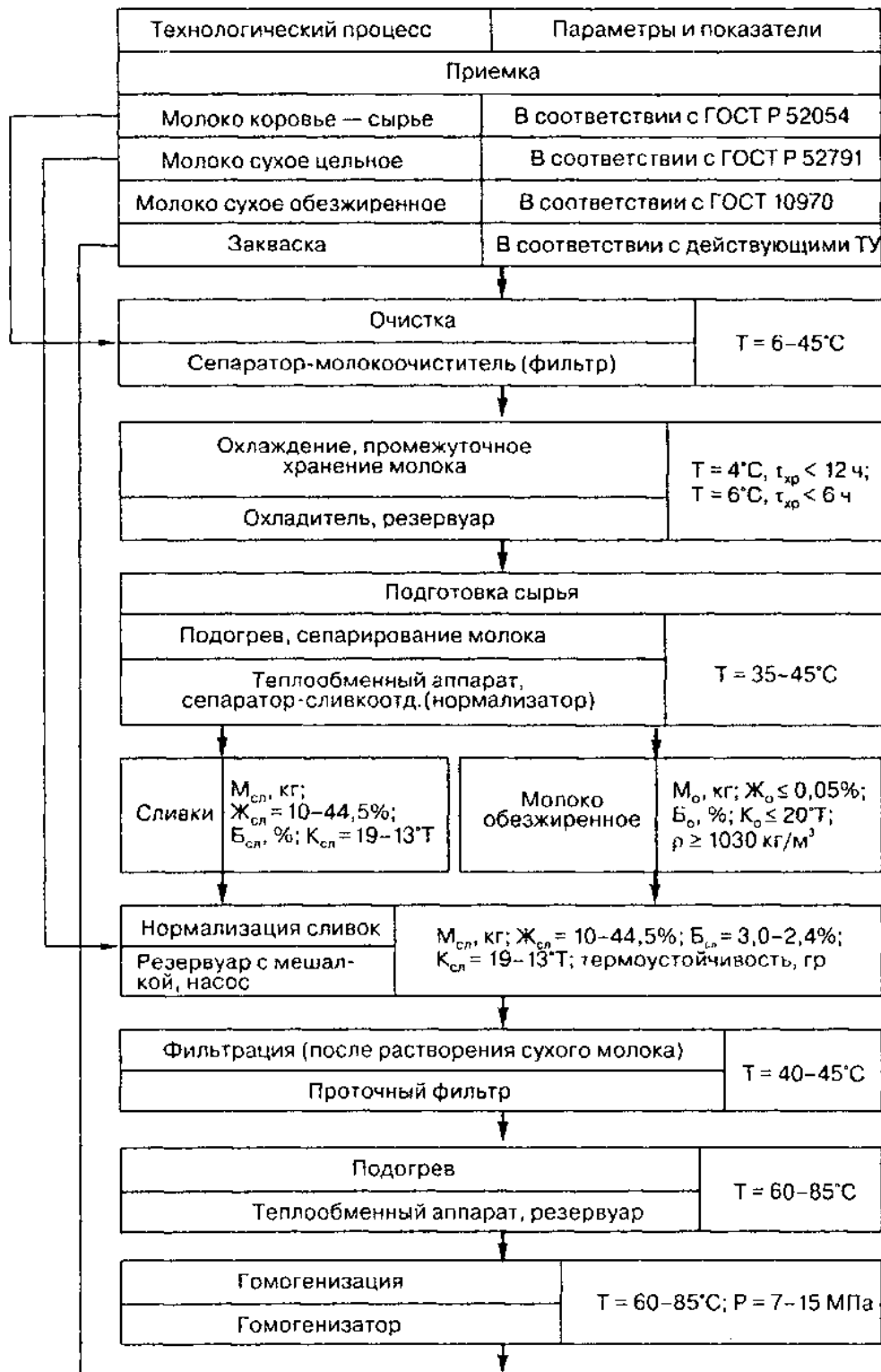


Рисунок 2.1 – Производство сметаны из сливок, полученных из молока-сырца (см. также на с. 35)

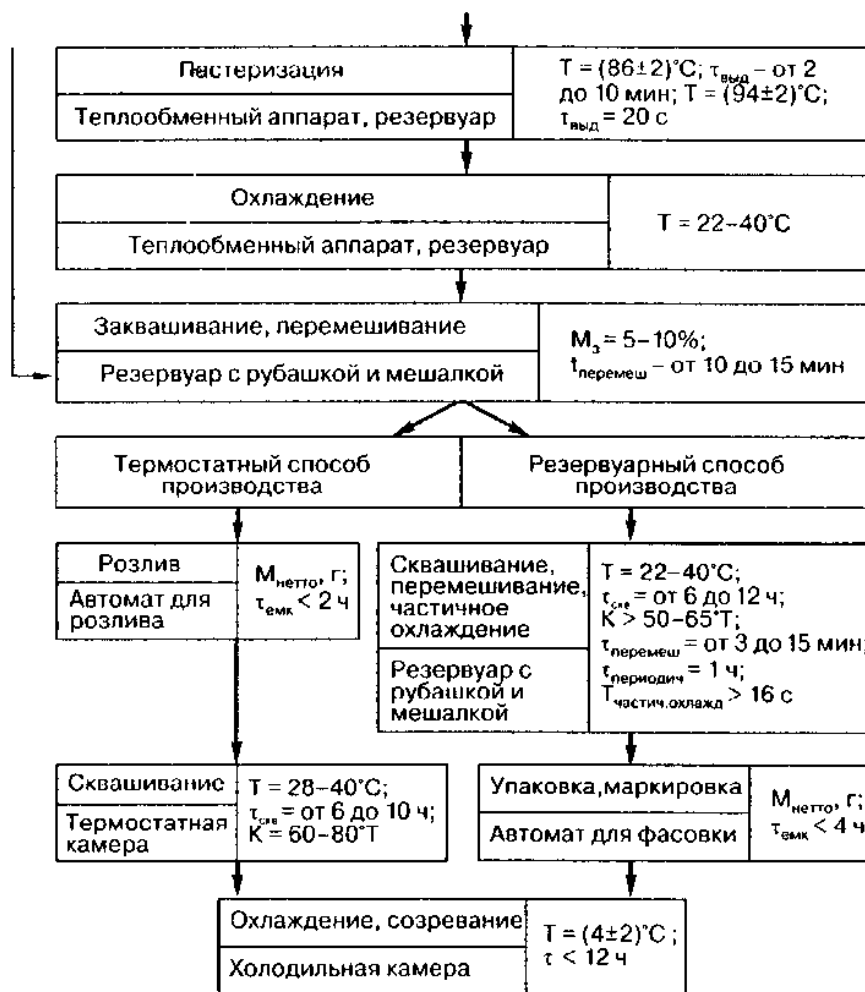


Рисунок 2.1 – Окончание

Технологический процесс производства сметаны резервуарным способом состоит из следующих операций:

- приемка и подготовка сырья;
- нормализация сливок;
- гомогенизация, пастеризация и охлаждение сливок;
- заквашивание и сквашивание сливок;
- перемешивание сквашенных сливок;
- упаковка, маркировка;
- охлаждение и созревание.

### ***Прием и подготовка сырья***

Молоко и другое сырье (молоко сухое) принимают по массе и качеству, установленному лабораторией предприятия, а также на основании сертификационных документов поставщиков. Сухие закваски, бактериальные концентраты принимают согласно удостоверению качества и безопасности и сертификату соответствия по количеству, массе, внешнему виду и маркировке.

С целью улучшения качества продукта рекомендуется отбирать молоко коровье с общей бактериальной обсемененностью не более  $5 \cdot 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup>, содержа-

нием соматических клеток не более  $1 \cdot 10^6$  КОЕ/см<sup>3</sup>, не ниже второго класса по пробе на брожение, с термоустойчивостью по алкогольной пробе не ниже второго класса, массовой долей белка не менее 2,8 %, кислотностью не более 20 °Т.

Принятое молоко очищают от механических примесей на центробежных молокоочистителях или пропускают через фильтр, затем направляют на переработку или охлаждают до температуры  $4 \pm 2$  °С.

#### *Сепарирование для отделения сливок*

Молоко сепарируют, соблюдая правила, предусмотренные технической инструкцией по эксплуатации сепараторов.

#### *Нормализация сливок*

Сливки, полученные при сепарировании молока, нормализуют по массовым долям жира и белка молоком, более жирными сливками, сухим молоком. Нормализацию сливок осуществляют с таким расчетом, чтобы массовые доли жира и белка в готовом продукте были не меньше, чем предусмотрено государственным стандартом.

Расход молока для получения требуемой массы сливок определенной жирности с учетом потерь определяют по следующей формуле:

$$M_M = M_{сл} 100 (Ж_{сл} - Ж_0) / (Ж_M - Ж_0) (100 - П),$$

где  $M_M$  – масса молока, направляемого на сепарирование, кг;  $M_{сл}$  – требуемая масса сливок, кг;  $Ж_{сл}$  – требуемая массовая доля жира в сливках, %;  $Ж_M$  – массовая доля жира в сепарируемом молоке, %;  $Ж_0$  – массовая доля жира в обезжиренном молоке, %;  $П$  – норма потерь, %.

Массу молока, которую следует добавить для нормализации сливок по массовой доле жира, определяют по следующей формуле:

$$M_M = M_{сл} (Ж_{сл} - Ж_{слпр}) / (Ж_{слпр} - Ж_M).$$

#### *Заквашивание сливок*

Для заквашивания используются бактериальные закваски или бактериальные концентраты, после внесения закваски производят перемешивание сливок и выдерживание их для заквашивания в течение определенного времени.

Допускается частичное охлаждение сквашенных сливок до температуры 16–18 °С и перемешивание сгустка через каждые 30–60 мин в течение 3–5 мин.

#### *Упаковка и маркировка сметаны*

Сметану фасуют в потребительскую тару, разрешенную к применению учреждениями Госсанэпидслужбы для контакта с молочными продуктами. Упакованную сметану направляют на охлаждение и созревание в холодильную камеру.

### *Охлаждение и созревание сметаны*

Упакованную сметану охлаждают в холодильных камерах до температуры  $4\pm 2$  °С. Одновременно с охлаждением происходит созревание, в процессе которого продукт приобретает оптимальную кислотность, накапливаются ароматические вещества и происходит структурообразование, приводящее к более густой консистенции. После охлаждения и созревания упакованной сметаны технологический процесс считается законченным и продукт готов к реализации.

### **2.2.3. Термостатный способ производства сметаны**

Технологический процесс производства сметаны термостатным способом состоит из следующих операций:

- приемка и подготовка сырья;
- нормализация сливок;
- гомогенизация, пастеризация и охлаждение сливок;
- заквашивание сливок;
- упаковка, маркировка;
- сквашивание сливок;
- охлаждение и созревание.

Приемку и подготовку сырья, нормализацию, гомогенизацию, пастеризацию, охлаждение и заквашивание сливок производят так же, как и при производстве сметаны – резервуарным способом.

Заквашенные сливки перемешивают в течение 10–15 мин и немедленно направляют на фасовку. В процессе розлива заквашенные сливки перемешивают в течение 3–5 мин через каждые 30–40 мин.

Затем проводят упаковку, маркировку. После упаковки заквашенные сливки направляют в термостатную камеру для сквашивания.

#### *Сквашивание сливок*

Заквашенные сливки сквашивают до образования сгустка и достижения кислотности 60...80 °Т. Длительность процесса сквашивания не должна превышать 10 ч при температуре 28...34°С и 6 ч при температуре 38...40°С.

#### *Охлаждение и созревание*

Сквашенные сливки охлаждают в холодильных камерах до температуры  $4\pm 2$  °С. Одновременно с охлаждением происходит созревание сливок. В процессе охлаждения и созревания сметаны приостанавливаются биохимические процессы, нарастание кислотности затормаживается или прекращается, значительная часть молочного жира кристаллизуется, продукт приобретает более густую консистенцию

Контроль качества готового продукта проводят по физико-химическим, микробиологическим и органолептическим показателям.

#### 2.2.4. Творог и творожные продукты

Творог – национальный кисломолочный продукт [4, 5], изготавливаемый сквашиванием молока чистыми культурами лактококков или смесью чистых культур лактококков и термофильных молочнокислых стрептококков в соотношении (1,5–2,5): 1 при использовании методов кислотной, кислотно-сычужной или термокислотной коагуляции белков с последующим удалением сыворотки самопрессованием и/или прессованием. Содержание молочнокислых бактерий в готовом продукте в конце срока годности – не менее  $10^7$  КОЕ в 1 г продукта, массовая доля белка – не менее 14,0 % без добавления немолочных компонентов (ГОСТ 31453-2013).

Согласно Федеральному закону РФ от 12 июня 2008 г. № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию», творог – кисломолочный продукт, произведенный с использованием заквасочных микроорганизмов – лактококков или смеси лактококков и термофильных молочнокислых стрептококков и методов кислотной или кислотно-сычужной коагуляции белков с последующим удалением сыворотки путем самопрессования, прессования, центрифугирования и/или ультрафильтрации.

Творожный продукт – молочный продукт, молочный составной продукт или молочносодержащий продукт, произведенный из творога и/или продуктов переработки молока в соответствии с технологией производства творога с добавлением молочных продуктов или без их добавления, с добавлением немолочных компонентов, в том числе немолочных жиров и/или белков или без их добавления, с последующей термической обработкой или без нее.

В зависимости от массовой доли жира творог подразделяют на:

- обезжиренный;
- нежирный;
- классический;
- жирный.

По органолептическим и физико-химическим показателям продукт должен соответствовать нормам ГОСТ 31453-2013, указанным в табл. 2.5 и 2.6.

Таблица 2.5 – Органолептические показатели творога

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Мягкая, мажущаяся или рассыпчатая консистенция с наличием и / или без ощутимых частиц молочного белка. Для нежирного продукта – незначительное выделение сыворотки
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов. Для продукта из восстановленного и рекомбинированного молока – привкус сухого молока
Цвет	Белый или с кремовым оттенком, ровный по всей массе

Таблица 2. 6 – Физико-химические показатели творога

Наименование показателя	Норма для продукта													
	обезжиренного	нежирного			классического						жирного			
	не более	не менее			не менее						не менее			
Массовая доля жира, %	1,8	2,0	3,0	3,8	4,0	5,0	7,0	9,0	12,0	15	18	19	20	23
Массовая доля белка, % не менее	18,0				16,0						14,0			
Массовая доля влаги, % не более	80,0	70,0			76,0	73,0			70,0	66,0			60,0	
Кислотность, °Т	170-210		170-230			170-220			170-210			170-200		
Температура при выпуске с предприятия, °С	4±2													

Высокую пищевую и биологическую ценность творога обуславливает значительное содержание в нем не только жира, но и полноценных по аминокислотному составу белков, что позволяет использовать творог для профилактики и лечения некоторых заболеваний печени, почек, атеросклероза. В твороге содержится значительное количество кальция, фосфора, железа, магния и других минеральных веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности сердца, центральной нервной системы, мозга, для костеобразования и обмена веществ в организме. Особенно большое значение имеют соли кальция и фосфора, которые находятся в твороге в наиболее подходящем для усвоения состоянии.

По методу образования сгустка различают два способа производства творога: кислотный и кислотно-сычужный.

*Кислотный способ* основан только на кислотной коагуляции белков путем сквашивания молока молочнокислыми бактериями с последующим нагреванием сгустка для удаления излишней сыворотки. Таким способом изготавливается творог нежирный и пониженной жирности, так как при нагревании сгустка происходит значительный переход жира в сыворотку. К тому же этот способ обеспечивает выработку нежирного творога более нежной консистенции. Пространственная структура сгустков кислотной коагуляции белков менее прочная, формируется слабыми связями между мелкими частицами казеина и хуже выделяет сыворотку. Поэтому для интенсификации отделения сыворотки требуется подогрев сгустка.

При *кислотно-сычужном способе свертывания молока* сгусток формируется комбинированным воздействием сычужного фермента и молочной кислоты. Казеин при переходе в параказеин смещает изоэлектрическую точку с рН 4,6 до 5,2. В связи с этим образование сгустка под действием сычужного фермента происходит быстрее и при более низкой кислотности, чем при осаждении

белков молочной кислотой; полученный сгусток имеет меньшую кислотность; на 2–4 ч ускоряется технологический процесс. При кислотно-сычужной коагуляции кальциевые мостики, образующиеся между крупными частицами, обеспечивают высокую прочность сгустка. Такие сгустки лучше отделяют сыворотку, чем кислотные, так как в них быстрее происходит уплотнение пространственной структуры белка. Поэтому подогрев сгустка для интенсификации отделения сыворотки не требуется или температура подогрева снижается.

Кислотно-сычужным способом, при котором уменьшается отход жира в сыворотку, изготавливают жирный и полужирный творог. При кислотном свертывании кальциевые соли отходят в сыворотку, а при кислотно-сычужном сохраняются в сгустке. Это необходимо учитывать при производстве творога для детей, которым необходим кальций для костеобразования.

Для изготовления творога применяют следующие закваски [2]:

- концентрат бактериальный сухой мезофильных молочнокислых стрептококков КМС-сух (*Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (*biovardiacetylactis*), *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* *Streptococcus thermophilus*);

- концентрат бактериальный сухой КМТС-сух (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*; *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*; *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (*biovardiacetylactis*) и *Streptococcus thermophilus*;

- закваски МСТ, МСТ-Каунасская, ТС, МТТ (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*; *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*; *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (*biovardiacetylactis*) и *Streptococcus thermophilus*, *Leuconostos mezentroides* subsp. *dextrantranicum* в различных соотношениях; а также

- фермент сычужный;
- пепсин пищевой говяжий;
- пепсин пищевой свиной;
- препараты ферментные по ОСТ 10 288-2001;
- кальций хлористый кристаллический фармакопейный;
- кальций хлористый двуводный.

Сырье, применяемое для изготовления продукта, по показателям безопасности должно соответствовать требованиям СанПиН 2.3.2.1078, СанПиН 2.1.4.1074.

*Производство творога в ваннах ВК-2,5 [6] осуществляют кислотно-сычужным и кислотным способами.*

В случае получения сгустка с плохим отделением сыворотки его нагревают до температуры сыворотки  $40 \pm 2$  °С с выдержкой при этой температуре 30–40 мин для творога с массовой долей жира 9,0–23,0 %; до  $38 \pm 2$  °С с выдержкой при этой температуре 20–40 мин для творога с массовой долей жира 2,0–7,0 % и до температуры  $36 \pm 2$  °С с выдержкой при этой температуре 15–20 мин для обезжиренного творога.

С целью равномерного нагревания сгустка его верхние слои осторожно перемещают от одной стенки ванны к другой, благодаря чему нижние нагретые слои сгустка постепенно поднимаются вверх, а верхние (непрогретые) – опуска-



ются вниз. Выделившуюся сыворотку выпускают из ванны сифоном или через штуцер и собирают в отдельную емкость. Сгусток разливают в бязевые или лавсановые мешки размером 40x80 см, заполняя их не менее чем на три четверти.

#### *Самопрессование и прессование сгустка*

Мешки со сгустком завязывают и укладывают в установку для прессования и охлаждения творога или в пресс-тележку для самопрессования.

Прессование продолжают до достижения творогом требуемой массовой доли влаги, но не более 4 ч. Допускается отпрессовка творога в пресс-тележке в холодильной камере не более 10 ч. Для ускорения отделения сыворотки мешки со сгустком периодически встряхивают.

При выработке обезжиренного творога обезвоживание сгустка можно также осуществлять с использованием творожного сепаратора.

#### *Охлаждение творога, упаковка, маркировка*

Творог охлаждают до  $12 \pm 3$  °С, после чего направляют на упаковку и маркировку. Творог упаковывают в потребительскую тару, разрешенную к применению органами и учреждениями Роспотребнадзора для контакта с молочными продуктами.

Тара и упаковочные материалы, применяемые для упаковки творога, должны соответствовать требованиям действующих стандартов или технических условий.

#### *Доохлаждение упакованного продукта*

Упакованный творог доохлаждают в холодильной камере до  $4 \pm 2$  °С. После доохлаждения технологический процесс считается законченным и продукт готов к реализации.

### ***Технологический процесс производства творога кислотным способом (традиционный) [2]***

Технологический процесс производства творога с массовой долей жира 2,0; 3,0; 3,8; 4,0; 5,0; 7,0; 9,0 % и обезжиренного состоит из следующих операций:

- приемка и подготовка сырья;
- подогрев и сепарирование молока;
- нормализация молока и составление смеси;
- пастеризация, охлаждение и заквашивание смеси;
- сквашивание смеси;
- разрезание, нагревание и охлаждение сгустка;
- отделение сыворотки и розлив сгустка;
- самопрессование и прессование сгустка;
- охлаждение продукта, упаковка, маркировка;
- доохлаждение упакованного продукта;
- замораживание творога.

Приемку и подготовку сырья, подогрев, сепарирование и нормализацию молока, составление, пастеризацию, охлаждение и заквашивание смеси производят так же, как при кислотно-сычужном способе производства творога.

#### *Сквашивание смеси*

После внесения закваски смесь тщательно перемешивают. В случае получения дряблого, недостаточно плотного сгустка добавляют хлористый кальций из расчета 400 г безводного хлористого кальция на 1000 кг заквашиваемого молока. Хлористый кальций вносят в виде водного раствора с массовой долей хлористого кальция 3–40 % , которую уточняют по плотности при 20 °С. Закваску и раствор хлористого кальция вносят при тщательном перемешивании смеси.

Перемешивание смеси после заквашивания продолжают 10–15 мин, затем молоко оставляют в покое до образования сгустка с кислотностью  $75 \pm 5$  °Т для творога с массовой долей жира 7,0; 9,0 % ;  $80 \pm 5$  °Т – для творога с массовой долей жира 2,0; 3,0; 3,8; 4,0; 5,0 % ;  $85 \pm 5$  °Т – для обезжиренного творога. Продолжительность сквашивания смеси активной бактериальной закваской при указанных выше температурах составляет 8–12 ч с момента внесения закваски; при ускоренном способе – 5–7 ч.

#### *Разрезание, нагревание и охлаждение сгустка*

Готовый сгусток разрезают проволочными ножами на кубики размером 2,0x2,0x2,0 см. Для ускорения отделения сыворотки готовый сгусток в течение 30–60 мин нагревают до температуры сыворотки при производстве творога с массовой долей жира 7,0; 9,0 % –  $44 \pm 2$  °С, при производстве творога с массовой долей жира 2,0; 3,0; 3,8; 4,0; 5,0 % –  $42 \pm 2$  °С, при производстве обезжиренного творога –  $40 \pm 2$  °С.

Для равномерного нагревания сгустка его верхние слои осторожно перемещают от одной стенки ванны к другой, благодаря чему нижние нагретые слои постепенно поднимаются вверх, а верхние (непрогретые) – опускаются вниз.

Сгусток, нагретый до указанных температур, выдерживают 20–40 мин, затем охлаждают не менее чем на 10 °С.

Отделение сыворотки, розлив, самопрессование и прессование сгустка, охлаждение творога, упаковку, маркировку и доохлаждение упакованного продукта проводят так же, как при получении творога кислотно-сычужным способом.

После доохлаждения технологический процесс считается законченным и продукт готов к реализации.

#### *Замораживание творога*

С целью сохранности творога, полученного кислотным или кислотно-сычужным способом, применяют замораживание до среднетемпературной температуры минус 18–минус 25 °С.

После замораживания упакованный творог укладывают в картонные или полимерные короба.

### **2.3. Задания и методические указания по их выполнению**

Студенты для выполнения заданий разбиваются на группы по три-четыре человека и работают совместно.

#### ***Задание 2.3.1. Изучение теоретического материала по характеристике и способам производства кисломолочных продуктов сметаны и творога***

Используя справочно-теоретический материал, детально ознакомьтесь с особенностями технологии производства кисломолочных продуктов сметаны и творога. Запишите в тетрадь требования стандартов к их качеству.

#### ***Задание 2.3.2. Рассмотреть, какие молочнокислые организмы используются в качестве заквасок при производстве кисломолочных продуктов***

Информацию по видам заквасок и входящим в них микроорганизмам запишите в лабораторную тетрадь.

#### ***Задание 2.3.3. Производство оценки качества готовой сметаны и готового творога (по действующей документации с применением балловых шкал)***

Запишите в лабораторные тетради с потребительской тары всю информацию по маркировке сметаны и творога. Оценку органолептических показателей сметаны проведите в соответствии с табл. 2.5, творога – с табл. 2.6.

Определите в образцах сметаны и творога титруемую кислотность, в твороге определите также массовую долю влаги.

#### ***Задание 2.3.4. Приготовление кисломолочного продукта сметаны***

**2.3.4.1. Оцените качество подготовленных для приготовления сметаны сливок (внешний вид, запах, вкус), определите титруемую кислотность.**

Для определения титруемой кислотности [1] в коническую колбу налейте 10 см<sup>3</sup> сливок, добавьте к ним 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, 5 капель раствора фенолфталеина и оттитровывайте содержащиеся в сливках органические кислоты 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствором гидроксида натрия до появления слабо розового окрашивания, не исчезающего в течение 30 сек.

Для расчета кислотности (в градусах Тернера) полученное количество израсходованного 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия необходимо умножить на 10. Титруемая кислотность сливок не должна превышать 20 °Т

2.3.4.2. *Сливки подогрейте* до температуры 35 °С и добавьте к ним в качестве закваски 5 % (по массе) готовой купленной в магазине сметаны. Смесь перемешайте в течение 5 мин, после этого отберите 10 г смеси для определения титруемой кислотности и поставьте заквашенную смесь в термостат при 35 °С для сквашивания.

Определите титруемую кислотность заквашенных по п. 2.3.4.1.

Через 2 ч сквашивания в термостате смесь перемешайте, отберите 10 г и определите в ней титруемую кислотность в соответствии с п. 2.3.4.1.

Остальную смесь сливок и производственной сметаны продолжить выдерживать в термостате при 35 °С для окончательного сквашивания. В готовой сметане определите титруемую кислотность и органолептические показатели.

#### 2.3.4.3 *Определение кислотности сметаны*

Кислотность сметаны выражают в градусах Тернера (число см<sup>3</sup> 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия на 100 г сметаны).

#### *Методика выполнения анализа*

К 5 г сметаны, приготовленной по п. 2.3.4.3 прилить 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, нагретой до 35–40 °С. Сметану тщательно размешать до однородной консистенции. Затем внести 3 капли фенолфталеина и титровать до исчезающей в течение 2 мин слабо-розовой окраски.

Количество 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия, пошедшего на нейтрализацию, умножают на 20, получают кислотность в градусах Тернера.

Расхождение между параллельными определениями при анализе сметаны не должно превышать 4 °Т.

2.3.4.4. *Оценить качество готовой сметаны по органолептическим показателям и кислотности* в соответствии с требованиями ГОСТ 31452-2012. Результаты оценки занести в табл. 2.7.

Таблица 2.7 – Органолептические показатели качества сметаны

Наименование показателя	Характеристика для образцов	
	сметана промышленной выработки	экспериментальный образец сметаны
Внешний вид и консистенция	Однородная густая масса с глянцевой поверхностью	
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов. Для продуктов из рекомбинированных сливок допускается привкус топленого масла	
Цвет	Белый с кремовым оттенком, равномерный по всей массе	
Кислотность сметаны, °Т		

#### ***Задание 2.3.5. Приготовление экспериментальных образцов творога***

2.3.5.1. *Определите качество используемого молока:* определите плотность в г/см<sup>3</sup>, титруемую кислотность в градусах Тернера.

### *Определение плотности молока [1]*

Пастеризованное молоко налить в цилиндр и осторожно опустить в него лактоденситометр. Следить, чтобы лактоденситометр не касался стенок цилиндра, зафиксировать плотность молока. Плотность молока должна быть не менее  $1027 \text{ кг/м}^3$ .

### *Определение кислотности молока [1]*

Кислотность молока выражают в градусах Тернера (число  $\text{см}^3$   $0,1 \text{ моль/дм}^3$  раствора гидроксида натрия на  $100 \text{ см}^3$  молока).

### *Методика выполнения анализа*

К  $10 \text{ см}^3$  молока прилить  $20 \text{ см}^3$  дистиллированной воды. Молоко тщательно перемешать. Затем внести 3 капли фенолфталеина и титровать до исчезающей в течение 2 мин слабо-розовой окраски  $0,1 \text{ моль/дм}^3$  раствором гидроксида натрия.

Количество раствора гидроксида натрия, пошедшего на нейтрализацию, умножить на 10, получается кислотность в градусах Тернера. Расхождение между параллельными определениями при анализе молока не должно превышать  $1^\circ\text{T}$ .

*2.3.5.2. Приготовить творог традиционным способом.* В чистую кастрюлю вылить 1 л молока, накрыть крышкой и поставить в теплое место, чтобы оно скисло. Добавить в кастрюлю с молоком одну столовую ложку кефира или нежирной сметаны – тогда творог получится вкуснее. Отобрать из смеси  $10 \text{ см}^3$  молока для определения титруемой кислотности. Приблизительно за сутки молоко должно скиснуть.

После этого кастрюлю со сквашенным молоком поместите в водяную баню – в большую по размеру кастрюлю с водой. Нагревайте кислое молоко на медленном огне и при этом внимательно следите за ним. Как только вода в большей кастрюле начнет закипать, сквашенный сгусток в молоке отойдет от краев кастрюли и выступит желтоватая жидкость – сыворотка, большую кастрюлю сразу же снимите с огня, содержимое меньшей кастрюли быстро охладите.

Уложите на дно сита чистую марлевую салфетку и ложкой выложите на нее полуфабрикат творога. Края салфетки стяните, завяжите узелком и подвесьте узелок так, чтобы из него постепенно вытекала сыворотка. В салфетке останется один творог.

Следует помнить: для изготовления творога нельзя использовать кипяченое или стерилизованное молоко!

Очень важно правильно отделить сыворотку при нагревании. Если перегреть воду, творог будет крошиться, а при недостаточном нагреве сыворотка будет трудно отделяться, и творог станет кислым.

Чтобы творог получился более плотным, на салфетку с творогом, завязанную узелком, нужно положить ошпаренную кипятком кухонную дощечку и поместить сверху груз.

По окончании прессования определить выход творога в процентах, для чего взвесить полученный творог и отнести его массу к массе взятого для экспериментальной работы молока (молоко перед началом работы также необходимо взвесить). Полученный результат умножить на 100.

Выход творога, % = масса творога в граммах  $\times$  100 / масса молока в граммах.

### *2.3.5.3. Проведение оценки качества приготовленного творога инструментальными методами [1] и по органолептическим показателям*

#### *Определение кислотности творога [1]*

Кислотность творога выражают в градусах Тернера (число см<sup>3</sup> 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия на 100 г творога). Кислотность свежего творога 210–270 °Т, т. е. при титровании с фенолфталеином проявляется кислая реакция творога, обусловленная присутствием казеина, кислых солей фосфорной и лимонной кислот.

#### *Методика выполнения анализа*

К 5 г творога прилейте 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, нагретой до 35–40 °С. Творог тщательно разотрите в ступке до однородной консистенции. Затем внесите 3 капли спиртового раствора фенолфталеина и титруйте до исчезающей в течение 2 мин слабо-розовой окраски.

Количество 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия, пошедшего на нейтрализацию, умножить на 20, получается титруемая кислотность в градусах Тернера. Расхождение между параллельными определениями при анализе творога не должно превышать 4 °Т.

#### *Определение массовой доли влаги в твороге [1]*

Определение массовой доли влаги можно произвести двумя методами, рекомендуемыми ГОСТом, – высушиванием до постоянной массы и ускоренным методом с помощью прибора марки ВЧМ (влагомер Чижовой модернизированный). Первый метод более точный и является арбитражным, второй используется для внутривыпускного контроля.

#### *Определение массовой доли влаги высушиванием до постоянной массы*

При определении массовой доли влаги высушиванием до постоянной массы (ГОСТ 3626-73. Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества) 3–4 г измельченного творога взвесить на аналитических весах в сухой, предварительно высушенный и взвешенный бюкс с крышкой. Навеску творога высушивать до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 105 °С. Первое взвешивание провести через 4 ч с начала высушивания, последующие – через 1 ч. Перед взвешиванием бюкс

закрывать крышкой и охладить в эксикаторе около 30 мин. Постоянная масса считается достигнутой, если разница между двумя взвешиваниями не превышает 0,001 г.

Содержание влаги в твороге вычисляют в % по формуле (3):

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m}, \% \quad (3)$$

где  $m_1$  – масса бюкса с творогом до высушивания, г;  $m_2$  – масса бюкса с творогом после высушивания, г;  $m$  – масса навески творога, г.

*Определение влаги на приборе Чижовой (ГОСТ 3626-73. Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества)*

#### *Подготовка к анализу*

Для определения массовой доли влаги в продукте пакеты (одно- или двухслойные) из газетной бумаги, размером 150x150 мм, складывают по диагонали, загибают углы и края примерно на 15 мм.

#### *Проведение анализа*

При определении массовой доли влаги в твороге пакет вкладывают в листок пергаменты, несколько большего размера, чем пакет, не загибая краев. Готовые пакеты высушивают в приборе в течение 3 мин при той же температуре, при которой должен высушиваться исследуемый продукт, после чего их охлаждают и хранят в эксикаторе.

Подготовленный пакет взвешивают с погрешностью не более 0,01 г, взвешивают в него 5 г исследуемого продукта с погрешностью не более 0,01 г, который распределяют равномерно по всей внутренней поверхности пакета.

Пакет с навеской закрывают, помещают в прибор между плитами, нагретыми до температуры 150–152 °С и выдерживают в течение 5 мин.

Одновременно можно высушивать два пакета. При высушивании продуктов с относительно высокой влажностью, таких как творог и творожные изделия, в начале сушки во избежание разрыва пакета верхнюю плиту прибора поднимают и поддерживают в таком положении до прекращения обильного выделения паров, которое обычно длится 30–50 с. Затем плиту опускают и продолжают высушивание в течение времени, установленного для данного продукта. Пакеты с высушенными пробами охлаждают в эксикаторе 3–5 мин и взвешивают.

#### *Обработка результатов*

Массовую долю влаги в продукте  $W$ , %, вычисляют по формуле

$$W = \frac{(m - m_1) \cdot 100}{5},$$

где  $m$  – масса пакета с навеской до высушивания, г;  $m_1$  – масса пакета с навеской после высушивания, г; 5 – навеска продукта, г.

Расхождение между параллельными определениями должно быть не более 0,5 %. За окончательный результат принимают среднеарифметическое значение двух параллельных определений.

2.3.5.4. *Приготовление творога кислотнo-сычужным способом.* Для выполнения задания подготовьте молоко пониженной жирности. Определите плотность и титруемую кислотность (по п. 2.3.5.1) молока.

Подготовленное молоко подогрейте до температуры  $37 \pm 2$  °С.

В молоко внесите в качестве закваски кефир в количестве 5 % от массы молока. Для ускорения сквашивания в смесь одновременно с закваской (кефиром) внесите раствор хлористого кальция из расчета 0,4 г  $\text{CaCl}_2$  на 1 л молока. Одновременно внесите сычужный фермент, растворенный в воде. Доза фермента 1 г на 1000 кг заквашиваемой смеси или 1 мг на 1 л молока.

Смесь тщательно перемешайте в течение 5 мин, отберите 10 см<sup>3</sup> смеси для определения кислотности и поставьте в термостат при температуре 35 °С для сквашивания. Определите кислотности смеси молока с кефиром, раствором хлористого кальция и сычужного фермента.

Через 2 ч сквашивания смесь перемешайте и определите кислотность и состояние сгустка.

Смесь молока с заквасочными компонентами оставьте в термостате для полного сквашивания. По завершении сквашивания уложите на дно сита чистую марлевую салфетку и ложкой выложите на нее полуфабрикат творога. Края салфетки стяните, завяжите узелком и подвесьте его так, чтобы из него постепенно вытекала сыворотка. В салфетке останется один творог.

По окончании прессования определите выход творога в процентах, для чего взвесьте полученный творог и отнесите его массу к массе взятого для экспериментальной работы молока (молоко перед началом работы также необходимо взвесить). Полученный результат умножьте на 100.

Выход творога, % = масса творога в граммах  $\times$  100 / масса молока в граммах.

2.3.5.5. *Проведение оценки качества приготовленного творога инструментальными методами и по органолептическим показателям.* Органолептические показатели творога оценить в соответствии с требованиями ГОСТ 31453-2013 Творог. Технические условия, результаты записать в виде табл. 2. 8.

Таблица 2.8 – Органолептические показатели творога (ГОСТ 31453-2013 Творог. ТУ)

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Мягкая, мажущаяся или рассыпчатая консистенция с наличием и/или без ощутимых частиц молочного белка. Для нежирного продукта – незначительное выделение сыворотки
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов. Для продукта из восстановленного и рекомбинированного молока допускается привкус сухого молока
Цвет	Белый или с кремовым оттенком, ровный по всей массе



Таблица 2.9 – Характеристика творога разных способов приготовления

Наименование показателя	Характеристики творога разных способов приготовления		
	с использованием в качестве производственной закваски кефира	кислотно-сычужным методом	промышленное производство (записать сведения с маркировки творога)
Внешний вид			
Вкус и запах			
Цвет			

И в виде табл. 2.10. представьте результаты изменения кислотности в процессе сквашивания молока при приготовлении творога.

Таблица 2.10 – Изменение физико-химических показателей в процессе изготовления творога разными способами

Наименование показателя	Характеристики творога разных способов приготовления		
	с использованием в качестве производственной закваски кефира	кислотно-сычужным методом	промышленное производство (записать сведения с маркировки творога)
Плотность молока, кг/ м <sup>3</sup>			-
Кислотность молока, °Т			-
Кислотность смеси после внесения закваски, °Т			-
Кислотность смеси через 2 ч после внесения закваски, °Т			-
Кислотность творога после прессования (готового), °Т			
Массовая доля влаги в готовом твороге, %			
Выход творога, % к массе молока			-

Сделайте заключение по результатам выполненной лабораторной работы.

### Рекомендуемая литература

1. Голубева, Л. В. Практикум по технологии молока и молочных продуктов. Технология цельномолочных продуктов: учеб. пособие / Л. В. Голубева, О. В. Богатова, Н. Г. Догарева. – Санкт-Петербург: Изд-во «Лань», 2012. – 284 с.
2. Технология молока и молочных продуктов / Г. Н. Крусь, А. Г. Храмцов,
3. В. Волокитина, С. Н. Карнычев. – Москва: КолосС, 2004. – 455 с.
3. ГОСТ 31452-2012 Сметана. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 7 с.

4. ГОСТ 31453-2013. Творог. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 10 с.

5. ГОСТ Р 52738-2007 Молоко и продукты переработки молока. Термины и определения. – Москва: Стандартинформ, 2008. – 12 с. (с изм. на 15 с.)

6. Забодалова, Л. А. Технология цельномолочных продуктов и мороженого: учеб. пособие / Л. А. Забодалова. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, ИХиБТ, 2013. – 304 с.

7. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)

8. ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)

### **Вопросы для самопроверки**

1. Назовите виды заквасок, применяемых при производстве кисломолочных продуктов.

2. Какова биохимическая сущность технологической операции сквашивания молока при выработке кисломолочных продуктов?

3. В чем особенности требований к сырью при производстве сметаны?

4. Охарактеризуйте биохимические и физико-химические процессы при производстве сметаны.

5. В чем особенность нормализации молока при производстве творога?

6. Под действием каких факторов образуется сгусток при кислотной и кислотно-сычужной коагуляции молока?

7. По каким показателям оценивают качество творога?

8. В чем сущность технологии зерненого творога?

## Лабораторная работа № 3

### Тема: **БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС СОЗРЕВАНИЯ РЫБНЫХ ПРЕСЕРВОВ**

**Цель занятия** – приобретение знаний, умений и навыков по изготовлению рыбных пресервов и оценке их потребительских свойств в процессе созревания.

#### **Задачи:**

- закрепление знаний в области технологии производства рыбных пресервов;
- приобретение умений описания потребительских свойств рыбных пресервов в процессе созревания;
- закрепление знаний химического состава рыбного сырья, используемого для производства пресервов;
- закрепление знаний по классификации ферментов и значения их в формировании потребительских свойств при созревании рыбы;
- приобретение навыков изготовления пресервов с использованием ферментов и других созревателей; приготовления экспериментальных образцов пресервов с использованием стимуляторов созревания соленой рыбы;
- приобретение навыков оценки рыбных пресервов по органолептическим и физико-химическим показателям, определения степени их созревания.

#### **3.1. Материально-техническое обеспечение**

- Стандарты на рыбу – сырье и пресервы рыбные из разделанной рыбы в соусах и заливках.
- Мороженная или охлажденная рыба с различной активностью протеолитических ферментов мышечной ткани, предназначенная для изготовления экспериментальных образцов пресервов.
- Лабораторное оборудование для проведения экспериментальных технологических работ и органолептической оценки качества пресервов.
- Лабораторное оборудование, измерительные приборы и химические реактивы для аналитического определения показателей качества рыбы, предназначенной для изготовления пресервов и экспериментальных образцов пресервов.
- Пресервы рыбные в соусах и заливках, выработанные промышленными предприятиями;

#### **3.2. Справочно-теоретический материал**

В соответствии с ГОСТ 34188-2017 Пресервы из разделанной рыбы в соусе или заливке (preserves of dressed fish in sauce or filling) [1], пресервы – это

соленая продукция из разделанной рыбы, массовая доля которой должна быть не менее 65 %, с массовой долей пищевой соли не более 8 %, с добавлением пищевых добавок, с добавлением или без добавления пищевых компонентов, залитая соусом или заливкой в плотно или герметично укупоренной потребительской упаковке.

В настоящее время производят слабосоленые пресервы (массовая доля поваренной соли не более 6 %) и малосоленые (массовая доля соли на уровне 4 %). Пресервы – слабосоленые продукты с добавками антисептика, укупоренные в герметичную тару без термической обработки. Обширный ассортимент рыбных пресервов, несмотря на отличия в подготовке сырья, рецептурах посольной смеси и пряностях, видах заливок и др., относятся к категории скоропортящейся продукции, требующей холодильного хранения с момента изготовления [2–4].

По своему назначению рыбные пресервы являются гастрономическими, закусочными продуктами, обладающими в ряде случаев деликатесными свойствами: аппетитным видом, ярко и гармонично выраженным, приятным, иногда немного пикантным запахом и вкусом, нежной и сочной консистенцией. Пресервы из сельди, мелких сельдевых и анчоусовых, скумбрии, лососевых и других рыб имеют высокий потребительский спрос в нашей стране.

В настоящее время пресервы изготавливаются из филе рыб в различных соусах и заливках. Используется свежая, охлажденная, мороженая, соленая рыба, в отдельных случаях может использоваться копченая и подкопченая рыба.

Пресервы относятся к категории соленой продукции, консервирующий эффект в которой осуществляет поваренная соль и консерванты – бензойнокислый натрий и сорбиновая кислота. Разделка рыбы на филе производится с удалением голов, внутренностей, разрезанием тушек на две продольные половинки вдоль позвоночника, удалением позвоночных и реберных костей, киля брюшка и снятием кожи. Мелкое филе укладывают в банки без порционирования, более крупное разрезают поперек на кусочки размером по высоте банки и на ломтики – наклонным срезом. При укладывании целых филе их при необходимости подрезают с головной или хвостовой части по длине банки.

В зависимости от содержания поваренной соли пресервы выпускаются слабосоленые (массовая доля хлористого натрия до 6 %) или малосоленые (массовая доля хлористого натрия не выше 4,0 %).

Схема технологического процесса изготовления пресервов в соусах и заливках представлена на рис. 3.1 [4].



Рисунок 3.1 – Схема технологического процесса изготовления пресервов в соусах и заливках

Основным процессом в формировании консистенции, аромата и вкуса пресервов является созревание.

*Сущность процесса созревания.* Созревание рассматривается как комплекс сложных биохимических превращений мышечной ткани рыб при посоле (включая пресервы). Процесс созревания зависит от активности ферментов мышечной ткани [12], которые играют особую роль в подготовке мышечной ткани рыб к последующему воздействию ферментов пищеварительных органов потребителя. Это дало возможность предложить следующую схему созревания соленых неразделанных рыб, согласно которой весь период созревания условно разделен на три этапа.

Первый этап (предсозревание) происходит под действием протеаз мышечной ткани рыб, характеризуется небольшим и практически одинаковым (у разделанных и целых рыб) накоплением и составом небелковых азотистых фракций и зависит от протеолитической активности мышечных ферментов. По всей вероятности, на этой стадии нарушается расположение полипептидных цепей внутри белковой молекулы, что приводит к накоплению крупных поли-

пептидных фрагментов, в чем и заключается процесс подготовки белков рыбы к последующему действию протеаз пищеварительных органов.

На основании исследований протеаз мышечной ткани животных сделано предположение, что фермент мышечной ткани катепсин Д играет роль пускового механизма протеолиза, способствуя выходу из лизосом катепсинов, проявляющих максимальную активность на белковых субстратах при рН, характерных для мышечной ткани.

Второй этап характеризуется активно идущими процессами протеолиза под суммарным воздействием протеаз мышечной ткани и внутренностей рыб [12]. В этот период зафиксирован рост всех азотистых соединений, особенно триптофансодержащих. Образующиеся в начальной стадии крупные полипептидные фрагменты, а также белки, которые по той или иной причине оказались устойчивыми к действию мышечных протеаз, подвергаются разрушению до мелких пептидов и свободных аминокислот.

Третий этап характеризует процессы, приводящие к образованию новых качественных признаков мяса рыбы – вкуса и аромата, что обусловлено количественным накоплением продуктов ферментативных, химических и других реакций; немаловажную роль, по-видимому, играют вещества, образующиеся в результате реакции синтеза между продуктами деградации белков и липидов мышечной ткани. В настоящее время существуют лишь косвенные данные, подтверждающие возможность взаимодействия между продуктами расщепления белков и липидов при производстве или хранении пищи.

Характер изменений в процессе созревания фиксировался в специальном исследовании, основой которого явилось определение иминов (оснований Шиффа), которые образуются при реакции связывания малонового диальдегида с двумя аминогруппами и обладают флюоресценцией с максимумом при 450 нм при длине волны возбуждения 360–370 нм. Как видно из представленных в табл. 3.1 данных, во время хранения соленых рыб в их мышечной ткани происходит накопление оснований Шиффа и у хорошо созревающих целых рыб количество оснований Шиффа заметно выше.

Таблица 3.1 – Накопление флюоресцирующих оснований Шиффа в мышечной ткани в процессе созревания соленых рыб, моль/см<sup>3</sup> 10<sup>-2</sup>

Продолжительность хранения, мес.	Сельдь тихоокеанская	Сельдь иваси	Горбуша	Минтай
0	4,38		0,0	0,0
2	–	22,95	7,20	4,62
4	20,27	45,72	9,45	9,54

Представленные данные подтверждают существование процессов взаимодействия между продуктами деградации белков и липидов при хранении рыб, предположительно эти продукты ответственны за появление вкуса и аромата созревания.

Следует иметь в виду, что последовательность этапов протеолиза при хранении и созревании соленых рыбных продуктов и пресервов носит достаточно условный характер [8, 9].

В образовании вкуса и аромата большую роль играют бактерии, особенно молочнокислые, которые могут развиваться даже в средах с большой концентрацией соли (до 20 %). Молочнокислые бактерии образуют органические кислоты, способствующие улучшению вкуса продукта и возникновению в нем специфического аромата. Созревшая рыба содержит 600–700 мг /100 г небелкового азота и имеет буферность в пределах 120–200 град.

Большинство продуктов расщепления липидов, в частности летучие карбонильные соединения и низкомолекулярные жирные кислоты, обладают определенным запахом, способны к сложным превращениям и взаимодействиям с другими соединениями. Так, из соленой сельди выделено и идентифицировано 11 летучих жирных кислот и 6 карбонильных соединений. Из карбонильных соединений наибольшая доля приходится на альдегиды изовалериановый и н-валериановый (32,6 %), лауриновый (35,9 %), меньшая – на альдегиды уксусный, пропионовый, масляный (соответственно 6,8; 6,8; 9,3 %).

В начале просаливания рыбы происходит уменьшение ее массы. Затем, когда концентрация соли приближается к концентрации ее в тузлуке, часть воды впитывается в рыбу, что вызывает увеличение массы готовой продукции. Для примера приводятся данные по увеличению массы соленых рыб (в процентах к массе рыбы до посола) одного срока хранения (120 дней): горбуша слабосоленая 7–8 %, среднесоленая около 10 %. Набухание соленой сельди и сельди иваси не превышает 4–5 %. Чем выше концентрация соли, тем меньше набухание. Это объясняется потерей белками части связанной воды за счет денатурации при воздействии высоких концентраций соли.

При хранении соленой рыбы происходит потеря органических веществ (главным образом азотистых), которые переходят в тузлук, и количество их зависит от способов и условий посола. При хранении слабосоленой рыбы в связи с невысокой концентрацией соли белки и продукты их расщепления выходят из мышечной ткани рыбы в большем количестве, чем при хранении крепосоленой рыбы, однако эти потери обычно не превышают 10 % содержащихся в рыбе азотистых веществ.

Наличие свободных аминных и карбоксильных групп в молекулах аминокислот придает им амфотерный характер. Амфотерные свойства аминокислот дают возможность использовать их смеси с сильными кислотами или щелочами в качестве буферных растворов. Чем больше веществ с буферными свойствами содержится в растворе, тем больше требуется водородных и гидроксильных ионов (кислоты или щелочи) для того, чтобы изменить реакцию среды (рН). Эту зависимость можно использовать для определения концентрации вещества, обладающего буферной емкостью, выражая ее количеством сильной кислоты или щелочи, потребным для изменения реакции среды на заданную величину. Буферность устанавливается по количеству см<sup>3</sup> 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия, требующегося для изменения концентрации водородных

ионов (рН) водной вытяжки из рыбы при соотношении 1:10 от 8,2 до 9,8 (соответственно, показатели рН изменения окраски фенолфталеина и тимолфталеина) и условно выражается в градусах. В процессе хранения пресервов, по мере их созревания, показатель буферности возрастает, что используется для определения степени созревания рыбы. Значения буферности для рыбных пресервов из различных видов рыб, характеризующие начало созревания, созревание и перезревание, приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Значения буферности для пресервов из разных рыб

Наименование продукта	Буферность, град		
	начало созревания	созревание	перезревание, более
Килька балтийская и североморская	110–130	130–200	220
Кета	40–55	55–71	71
Сайра атлантическая	110–125	125–200	200
Сардина марокканская	130	130–160	160
Сардинелла			
разделанная	125	125–200	200
неразделанная	140	140–200	200
Сельдь атлантическая	120–150	150–220	220
Сельдь тихоокеанская	60–100	100–180	180
Скумбрия атлантическая			
разделанная	120	120–190	190
неразделанная	120	120–190	190
Ставрида атлантическая			
разделанная	90	90–150	150
неразделанная	90	90–180	180

Накопление веществ, обладающих буферной емкостью, происходит в результате деструкции белков под действием собственных ферментов рыб, ферментов, специально вводимых для интенсификации протеолиза, а также под действием соединений, являющихся активаторами собственных ферментов мышечной ткани рыб.

*Биохимические регуляторы процесса созревания* [5, 6]. Под интенсификацией процесса созревания обычно подразумевают применение протеолитических ферментов. Требования к этим ферментам очень жесткие: они должны обладать определенным и направленным действием, быть активными в зоне рН мяса рыбы и, самое главное, быть безвредными. Ферментные препараты, вырабатываемые из сырья мясной промышленности (трипсин, химотрипсин, пепсин), в определенном сочетании могут способствовать созреванию рыб, однако они довольно дороги. Применение ферментов микробиологического синтеза (протосубтилин, прототерризин, протооризин и др.) позволяет получить своеобразный вкусо-ароматический «букет», но вкус и аромат созревшей рыбы получить достаточно сложно.

Поэтому стало развиваться направление, основой которого является использование природных свойств рыбного сырья, а именно высокой протеолитической активности внутренностей. Это направление имеет вековую историю,



так как оно создано на опыте голландских рыбаков, применявших «кровяные» тузлуки, которые обладают высокой протеолитической активностью за счет обогащения ферментами из внутренностей ранее солившихся в них рыб.

В настоящее время установлены оптимальные условия получения ферментных препаратов из внутренностей хорошо созревающих рыб и некоторых ракообразных. Ферментный препарат был успешно применен для посола рыб, что обеспечило такую же скорость гидролиза белков, как при созревании неразделанных рыб. Улучшение консистенции мяса, приобретение специфического «букета» созревания носят плавный характер, процесс хорошо управляем путем варьирования доз ферментного препарата (от 2 до 5 % к массе рыбы). Оптимальная доза этого ферментного препарата обеспечивает накопление 20–30 % небелковых форм азотистых веществ. Оценка качества слабосоленой рыбы, посоленной с применением 3 % препарата к массе рыбы, показала, что к третьему месяцу хранения при температуре минус 6... минус 8 °С ферментный препарат значительно улучшает вкус и консистенцию рыбы, способствует образованию «букета» созревания.

Деградация белковых веществ мяса соленой рыбы при действии ферментных препаратов сопровождается интенсивным накоплением низкомолекулярных азотистых соединений (полипептиды, ди- и трипептиды, аминокислоты), что способствует формированию специфического «букета» созревания [3, 11].

По полученным экспериментальным данным разработаны технологические схемы производства ферментированного соленого полуфабриката для копчения и пресервов из терпуга, ставриды, нерестовой тихоокеанской сельди. Основным моментом технологического процесса является добавление в тузлук при посоле ферментного препарата в количестве 50–60 протеолитических единиц на 1 кг рыбы (разделанной на тушку с удалением внутренностей), что составляет 3–5 % к массе.

Для рыб тресковых пород, обладающих чрезвычайно низкой активностью протеаз мышечной ткани, разработан способ их активации (т. е. активации первого этапа протеолиза) путем снижения рН ткани органическими кислотами, что способствует росту протеолитической активности в кислой и слабокислой зонах рН и приводит к изменению микроструктуры мышечной ткани рыбы за счет уплотнения миофибрилл. Последующая обработка ферментным препаратом приводит к ограниченному протеолизу с сохранением структурных белков.

Благодаря этой работе научно обоснованы следующие параметры технологического процесса обработки тресковых рыб:

- просаливание в кислотном-солевом растворе плотностью 1,07–1,2 г/см<sup>3</sup> в течение 1,5–2 ч, количество кислоты (лимонной или уксусной) составляет 0,10–0,15 % к массе солевого раствора;

- дальнейшее просаливание, совмещенное с ферментацией в течение 15–48 ч в тузлуке плотностью 1,07–1,2 г/см<sup>3</sup>, к которому добавлен ферментный препарат в количестве от 5 до 15 % к массе рыбы; в качестве антисептика при-

меняются бензойнокислый натрий или сорбиновая кислота. Получаемый соленый полуфабрикат направляется на приготовление пресервов.

Ферментный препарат добавляется в тузлук и может применяться при законченном смешанном посоле, а также при прерванном посоле после прекращения просаливания, извлечения соленой рыбы из тузлука, разделки ее (если до посола рыба не разделялась), укладки ее в специальную тару и заливки соусами или заливками. Количество препарата дозируют так, чтобы он гидролизировал в этих условиях 25–30 % белков мышечной ткани; активность его должна находиться в пределах 2–3 протеолитических единиц (ПЕ).

Препарат из внутренностей рыб представляет собой непрозрачную жидкость от светло-коричневого до коричневого цвета, содержит набор пищеварительных ферментов, проявляющих наибольшую активность в зоне рН 6–9. Наиболее ценным сырьем для его получения являются внутренности сельди и лососевых (без гонад), скумбрии, сайры, ставриды, крабов. При исследовании внутренностей крабов установлена наряду с высокой протеолитической активностью высокая коллагенрасщепляющая способность. Это послужило основанием считать протеазы краба коллагеназами; в практическом плане коллагеназы под различными названиями (зависит от страны производителя) широко используются для обесшкуривания кальмаров, рыб, а также при производстве пробойной икры.

Ферментный препарат содержит большое количество балластных белков и небелковых соединений, тоже обладающих определенными вкусо-ароматическими свойствами соленой рыбы. При освобождении препарата от балластных белков можно повысить его активность в 100–200 раз, что позволяет более эффективно использовать препарат для регулирования протеолиза не только соленых, но и других рыбных продуктов.

В настоящее время предложено несколько вариантов комплексных смесей для мяса рыб, которые получили название созревателей [10]. Это в основном импортные препараты, производители которых не раскрывают состав поставляемых смесей. Известно лишь, что в смеси включены органические кислоты и ферменты. Эти комплексы – созреватели содержат также компоненты, являющиеся усилителями вкуса и аромата готового продукта.

Поставщиками таких препаратов являются различные торговые фирмы, в частности, ООО «Нессе-Петербург». В настоящее время эти препараты широко используются при производстве разнообразных рыбных пресервов в соусах и заливках.

### **3.3. Задания и методические указания по их выполнению**

Студенты разбиваются на группы по три человека и вместе выполняют лабораторные задания по приготовлению образцов пресервов из хорошо и плохо созревающих рыб.

### ***Задание 3.3.1. Подготовка филе рыбы для выполнения лабораторной работы***

При подготовке филе из рыбы, предоставленной для экспериментальной работы, мороженую рыбу разморозить и промыть, охлажденную рыбу промыть пресной водой. После промывки рыбу выдержать 15 мин на перфорированной поверхности для стекания излишней влаги. Рыбу разделать на филе с удалением голов, внутренностей, плавников, хребтовых и реберных костей.

Снять кожу (у филе сельди и скумбрии кожу не снимать, его следует солить вместе с кожей, кожу снять по окончании просаливания).

Часть полученного филе измельчить на мясорубке с диаметром отверстий решетки 3–4 мм и тщательно перемешать, затем растереть в фарфоровой ступке. В полученном фарше определить азот свободных аминогрупп и буферность мышечной ткани рыб, значения которых будут являться начальными при оценке степени созревания рыбы при изготовлении пресервов.

Филе рыб направить на посол. Пресервы необходимо приготовить в двух вариантах посола – с созревателями и без созревателей (контрольный посол).

### ***Задание 3.3.2. Подготовка солевых рассолов для посола филе рыб***

Посол филе рыб производить в рассоле плотностью 1,086 г/см<sup>3</sup> (концентрация поваренной соли 12 %) с температурой 10–15 °С. Количество солевого раствора должно составлять 100 % к массе обрабатываемой рыбы.

Посольные растворы для посола филе рыбы (солевой раствор и солевой раствор с созревателем) приготовить по рецептурам, представленным в табл. 3.3. При приготовлении посольных растворов с созревателями использовать созревательные смеси производства компании ООО «Нессе-Петербург».

Таблица 3.3 – Рецептуры посольных растворов (на 1 л рассола)

Компоненты	Раствор без созревателя	Раствор с созревателем Интенсор 5, артикул 47182	Раствор с созревателем Сан Интенсор и ферментом, артикул 63001	Раствор для пресервовпряного посола с Сан Интенсор, артикул 47182
Вода питьевая, г	870	860	840	860
Соль пищевая, г	120	120	120	120
Созреватель, г	–	12	30	15

### ***Задание 3.3.3. Проведение посола филе рыб***

Филе рыб, предназначенное для приготовления пресервов, уложить в емкости для посола, залить солевым раствором или солевым раствором с созревателем. Соотношение филе рыбы и солевого раствора 1:1. Продолжительность просаливания филе 1,5 ч. По окончании просаливания филе извлечь из посольной емкости, промыть в солевом растворе с температурой не выше 20 °С и

плотностью 1,04–1,06 г/см<sup>3</sup> (6–8 %) для удаления с поверхности филе излишней соли и выдержать 15 мин на перфорированной поверхности для стекания избыточной влаги.

#### ***Задание 3.3.4. Порционирование и фасование филе для пресервов***

Филе тщательно зачистить от возможных остатков внутренностей, черной пленки, остатков реберных костей и плавников, удалить тонкую брюшную часть и кожу, если она не снималась перед посолом.

В зависимости от вида пресервов филе рыбы направить на порционирование или на фасование без порционирования. Для фасования использовать полимерные контейнеры вместимостью 200 см<sup>3</sup>. Мелкое филе (например, филе кильки) укладывать в целом виде, крупное и среднее филе нарезать на поперечные кусочки, равные высоте контейнеров. Кусочки филе уложить в контейнеры срезом к донышку и крышке.

#### ***Задание 3.3.5 Заливка подготовленных контейнеров с филе растительным маслом, соусами или заливками***

Подготовленные контейнеры с филе рыбы залить рафинированным растительным маслом, соусами или заливками (на выбор). Массовая доля рыбы в пресервах должна быть не менее 64 %, соуса или заливки – не менее 10 %.

Приготовить маринады и отвары. Для этого соль, сахар, специи согласно выбранной рецептуре внести в емкость с холодной водой, довести до кипения, затем отвар охладить до комнатной температуры и профильтровать. В охлажденный раствор согласно рецептуре для маринадов внести лимонную и уксусную кислоту, а также консервант (бензойноокислый натрий, если он используется) в сухом виде или в виде 10%-ного раствора.

Пресервыпряного посола (из кильки) залить посолочным раствором, в котором проводился посол этой рыбы.

Полимерные контейнеры с пресервами накрыть крышками и герметично закрыть. Закрытые контейнеры с пресервами поместить для созревания при температуре 4±2 °С. Продолжительность выдерживания при данной температуре 14 сут.

#### ***Задание 3.3.6. Оценка качества приготовленных образцов пресервов***

Провести оценку качества приготовленных экспериментальных пресервов и пресервов, выработанных промышленными предприятиями, по органолептическим и физико-химическим показателям в соответствии с требованиями технической документации, например, ГОСТ 34188–2017 Пресервы из разделанной рыбы в соусе или заливке. Технические условия [1] или в соответствии с другой документацией (Технические условия производителей), по которой производилось изготовление пресервов.

1. *Определите массу нетто пресервов и соотношение в них массы рыбы и заливки.* Для этого взвесить контейнер с пресервами с точностью до второго десятичного знака, приоткрыть крышку контейнера и слить в стакан масло или заливку пресервов, взвесить контейнер с рыбой и по разности определить массу слитого масла или заливки. Затем извлечь из контейнера всю рыбу и взвесить пустой контейнер. Рассчитать массу нетто пресервов (из массы контейнера с пресервами вычесть массу пустого контейнера) и массу рыбы в пресервах (из массы контейнера с рыбой вычесть массу пустого контейнера с крышкой). Рассчитать соотношение масс рыбы и заливок в пресервах. Результаты записать в виде табл. 3.4

Таблица 3.4 – Соотношение масс рыбы и заливки в экспериментальных или производственных пресервах

Образцы пресервов (экспериментальных и производственной выработки)	Масса контейнера с пресервами, г	Масса нетто пресервов, г	Масса рыбы в пресервах		Масса масла или заливки в пресервах	
			г	% от массы нетто пресервов	г	% от массы нетто пресервов

Сделать заключение о соответствии соотношений масс рыбы и заливок в пресервах требованиям нормативной документации (массовая доля рыбы не менее 65 %, массовая доля заливки не менее 10 %).

**Задание 3.3.7. Проведение органолептической оценки экспериментальных и промышленных образцов пресервов** из рыб, посоленных с созревателями и без созревателей, в соответствии с требованиями технической документации. Органолептическую оценку описать словесно и выразить в баллах, результаты занести в табл. 3.5.

Таблица 3.5 – Органолептическая оценка экспериментальных (с созревателями и без созревателей) и промышленных образцов пресервов

Наименование показателя	Характеристика и норма по технической документации (ГОСТ 34188-2017. Пресервы из разделанной рыбы в соусе и заливке. Технические условия)	Образцы пресервов экспериментальных и производственной выработки		
		3	4	5
1	2			
Вкус	Свойственный созревшей рыбе и внесенным пищевым компонентам, без постороннего привкуса			

1	2	3	4	5
Запах	Свойственный созревшей рыбе, с ароматом пряностей и внесенных пищевых компонентов, без постороннего запаха			
Консистенция: - рыбы - овощей, фруктов	Плотная, нежная, сочная. Допускается мягковатая Плотная или мягкая			
Состояние: - рыбы - соуса или заливки - кожных покровов	Кусочки, филе-кусочки целые с ровными срезами. Поверхность чистая. Допускается: - незначительное расслоение мяса; - незначительный белковый налет на поверхности рыбы; - слипание отдельных кусочков, филе-кусочков, когда разъединение возможно без их повреждения Свойственное данному виду Целые, без повреждений			
Цвет: - рыбы - соуса или заливки	Свойственный данному виду Свойственный данному виду пресервов			
Наличие чешуи	Удалена. Могут быть единичные чешуйки на кожном покрове			
Порядок укладки: - кусочков - филе-кусочков - овощей, фруктов	Поперечным срезом к доньшку банки или вертикально, поперечным срезом к стенке банки Допускается применять другой порядок укладки Плашмя внешней стороной к крышке банки в один или два ряда или поперечным срезом или внешней стороной к стенке банки Произвольно, на дно или под крышку банки			

1	2	3	4	5
Характеристика разделки	Филе-кусочки, филе-ломтики, филе-рулетики			
Наличие посторонних примесей	Не допускается			

Сделать заключение о соответствии органолептических показателей пресервов требованиям ГОСТ.

### ***Задание 3.3.8. Определение физико-химических показателей пресервов [13]***

В кусочках рыбы из экспериментальных и промышленных пресервов определить массовую долю поваренной соли (хлористого натрия), содержание азота свободных аминогрупп и буферность. Результаты занести в табл. 3.6. по приведенному образцу.

Таблица 3.6 – Физико-химические показатели пресервов из филе рыб

Образцы пресервов (экспериментальных и производственной выработки)	Массовая доля поваренной соли (хлористого натрия) в кусочках филе, %	Буферность (в кусочках филе), град	Массовая доля азота свободных аминогрупп, мг на 100 г	
			в филе рыбы до посола	в кусочках филе образцов пресервов
Филе рыбы (указать вид рыбы) до посола	-	-		-
Пресервы из филе (указать вид рыбы) с созревателем (указать вид) и указать вид заливки			-	
Пресервы из филе (указать вид рыбы) без созревателя (контроль) и указать вид заливки			-	
Пресервы промышленной выработки (указать наименование, вид рыбы, заливки, предприятие-производитель)			-	
И т. д.			-	

Физико-химические показатели в пресервах определить по приведенным ниже методикам (содержание азота свободных аминогрупп, массовой доли поваренной соли – хлористого натрия и буферности).

Сделать заключение о степени созревания рыбы в экспериментальных и промышленных образцах пресервов по уровням буферности и содержания азо-

та свободных аминогрупп. Содержание азота свободных аминогрупп сравнить с величиной этого показателя в филе рыбы до посола.

### **3.4. Измерительные методы исследования физико-химических показателей пресервов**

Филе из пресервов обсушить на фильтровальной бумаге от рассола, масла или заливки, измельчить на мясорубке с диаметром отверстий решетки 3–4 мм, тщательно перемешать, затем растереть в ступке.

#### **3.4.1. Определение содержания азота свободных аминогрупп (формольным титрованием)**

Навеску образца филе, растертого в ступке, массой 20 г количественно перенести водой в коническую колбу с делениями или мерную колбу, используя объем дистиллированной воды около 75 см<sup>3</sup>. Содержимое колбы встряхивать в течение 15 мин, затем поместить в кипящую водяную баню на 10 мин для коагуляции белков. После прогревания колбу охладить холодной водой, объем содержимого довести дистиллированной водой до 100 см<sup>3</sup> и содержимое профильтровать через бумажный фильтр в коническую колбу.

10 см<sup>3</sup> фильтрата отобрать в колбу для титрования. Добавить пять капель раствора фенолфталеина и осторожно по каплям нейтрализовать 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствором гидроксида натрия до слабо-розового окрашивания.

К нейтрализованному фильтрату добавить 4 см<sup>3</sup> формалина. Содержимое колбы хорошо перемешать и титровать раствором гидроксида натрия (0,1 моль/дм<sup>3</sup>) до слабо-розового окрашивания.

Параллельно провести контрольный опыт, только вместо фильтрата использовать 10 см<sup>3</sup> дистиллированной воды.

Содержание азота свободных аминогрупп вычислить по формуле:

$$AA = \frac{(V_1 - V_2) \cdot 1,4 \cdot K \cdot V_3 \cdot 100}{m \cdot V_4},$$

где  $V_1$  – количество 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия, израсходованного на титрование в рабочей пробе после добавления формалина, см<sup>3</sup>;  $V_2$  – количество 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия, израсходованного на титрование в контрольной пробе после добавления формалина, см<sup>3</sup>;  $V_3$  – объем пробы в колбе после коагуляции белка, см<sup>3</sup>;  $V_4$  – объем фильтрата, взятый на титрование, см<sup>3</sup>;  $K$  – коэффициент нормальности раствора гидроксида натрия; 1,4 – количество азота свободных аминокислот, соответствующее 1 см<sup>3</sup> точно 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия, мг;  $m$  – масса навески образца, г; 100 – коэффициент пересчета в % (г на 100 г).

Полученные результаты занести в табл. 3.4. Сравнить изменение содержания свободных аминогрупп в пресервах с содержанием свободных аминогрупп в филе рыбы до посола.



### 3.4.2. Определение массовой доли хлористого натрия аргентометрическим титрованием по методу Мора

3.4.2.1. Метод Мора основан на титровании иона хлора в нейтральной среде ионом серебра в присутствии хромата калия

3.4.2.2. Аппаратура, материалы и реактивы: мясорубка бытовая; баня водяная; весы лабораторные технические; капельница; термометр; бюретка вместимостью 25 см<sup>3</sup>; цилиндр вместимостью 100 см<sup>3</sup>; пипетки вместимостью 5–10 см<sup>3</sup>; стакан химический вместимостью 200–250 см<sup>3</sup>; колба коническая вместимостью 100 или 200 см<sup>3</sup>; колба мерная вместимостью 1 дм<sup>3</sup>; бумага фильтровальная; вода дистиллированная; серебро азотнокислое 0,05 н. раствор; калий хромовокислый, 10%-ный раствор.

3.4.2.3. Проведение испытания. Взвесить в химическом стакане с точностью ±0,01 г 5 г измельченной средней пробы рыбы из пресервов и добавить 100 см<sup>3</sup> горячей дистиллированной воды. Через 40 мин настаивания (при периодическом перемешивании стеклянной палочкой) водную вытяжку профильтровать через бумажный фильтр.

Перенести пипеткой в коническую колбу 5–10 см<sup>3</sup> фильтрата и титровать из бюретки 0,05 н. раствором азотнокислого серебра в присутствии 0,5 см<sup>3</sup> раствора хромовокислого калия до появления оранжевого окрашивания.

3.4.2.4. Обработка результатов испытания. Содержание хлористого натрия (X) в процентах вычислить по формуле:

$$X = \frac{0,00292 \cdot K \cdot v \cdot 100 \cdot 100}{v_1 \cdot G},$$

где 0,00292 – количество хлористого натрия, эквивалентное 1 мл 0,05 н. раствора азотнокислого серебра, г; K – поправка к титру 0,05 н. раствора азотнокислого серебра; v – количество 0,05 н. раствора азотнокислого серебра, израсходованное на титрование испытуемого раствора, см<sup>3</sup>; 100 – объем дистиллированной воды, взятой для экстрагирования хлористого натрия из измельченной пробы пресервов, см<sup>3</sup>; v<sub>1</sub> – количество водной вытяжки, взятое для титрования, см<sup>3</sup>; G – навеска рыбы, г; 100 – пересчет в проценты.

Расхождение между результатами параллельных определений не должно превышать 0,1 %. За окончательный результат принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений.

Результаты занести в табл. 3.6. Сравнить содержание азота свободных аминогрупп в пресервах с их содержанием в филе рыбы до посола.

### 3.5. Определение буферности

**3.5.1. Метод основан** на образовании в процессе созревания пресервов и соленой рыбы растворимых в воде продуктов распада белков (аминокислот и пептидов), обладающих буферными свойствами.

#### 3.5.2. Проведение анализа

Тщательно растереть в фарфоровой ступке 10 г фарша, добавив 5–10 мл холодной дистиллированной воды. Смесь количественно перенести кипящей дистиллированной водой в колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>. Долив в колбу той же воды (до 2/3 объема) хорошо перемешать содержимое и выдержать в кипящей водяной бане 5 минут. Охладив содержимое колбы до комнатной температуры, долить в нее холодной дистиллированной воды до объема 100 см<sup>3</sup>, хорошо перемешать содержимое и профильтровать через сухой складчатый фильтр.

В две конические колбы отобрать по 10 см<sup>3</sup> фильтрата; в одну колбу прибавить три капли 1%-ного раствора фенолфталеина и оттитровать 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствором гидроксида натрия до слабого розового окрашивания. Во вторую колбу прибавить 10 капель 1 %-ного раствора тимолфталеина и оттитровать 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствором гидроксида натрия до ярко-голубого окрашивания.

#### 3.5.3. Обработка результатов испытания

Буферность в градусах вычислить по формуле

$$X = (V_1 - V_2) \cdot K \cdot 100,$$

где  $V_1$  – объем в см<sup>3</sup> 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия, пошедшего на титрование пробы с тимолфталеином;  $V_2$  – объем в см<sup>3</sup> 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия, пошедшего на титрование пробы с фенолфталеином;  $K$  – коэффициент пересчета на точно 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствор гидроксида натрия.

Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 10 град. Результаты занести в табл. 3.6.

### 3.6. Результаты экспериментов свести в таблицы

Сделать выводы по степени созревания пресервов промышленной выработки и по степени созревания образцов пресервов из рыбы, посоленной без созревателя и с ним.

Результаты органолептической оценки пресервов промышленной выработки представить в виде таблицы, оценив качественные показатели в баллах.

## Рекомендуемая литература

1. ГОСТ 34188-2017. Технические условия. Пресервы из разделанной рыбы в соусе или заливке. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 12 с.
2. ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции. – Москва, 2016. – 265 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru).
3. ТР ЕАЭС 040/2016. Технический регламент Евразийского экономического союза О безопасности рыбы и рыбной продукции. – Москва, 2018. – 118 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru).
4. Технология рыбы и рыбных продуктов: учебник / под ред. А. М. Ершова. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2006. – 941 с.
5. Биотехнология морепродуктов: учебник / Л. С. Байдалинова [и др.]. – Москва: Мир, 2006. – 560 с.
6. Биотехнология рационального использования гидробионтов: учебник / под ред. О. Я. Мезеновой. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 416 с.
7. Иванова, Л. А. Пищевая биотехнология: учеб. пособие: в 2 кн. / Л. А. Иванова, Л. И. Войно, И. С. Иванова. – Москва: КолосС, 2008. – Кн. 2. Переработка растительного сырья. – 472 с.
8. Егорова, Т. А. Основы биотехнологии: учеб. пособие / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. – 3-е изд., стер. – Москва: Академия, 2006. – 208 с.
9. Мезенова, О. Я. Современные биотехнологии продуктов животного происхождения: учеб. пособие для студ. напр. 260100.68 – Технология продуктов питания, обуч. по магистер. программе 260116.68 – Биотехнология продуктов живот. Происхождения: в 2 ч. / О. Я. Мезенова. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2010. – Ч. 2. – 233 с.
10. Нечаев, А. П. Пищевые добавки: учебник / А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова, А. Н. Зайцев. – Москва: Колос, 2001. – 256 с.
11. Рогов, И. А. Пищевая биотехнология: учебник для студ. вузов: в 4 кн. / И. А. Рогов, Л. В. Антипова, Г. П. Шуваева. – Москва: КолосС, 2004. – Кн. 1. Основы пищевой биотехнологии. – 440 с.
12. Технология продуктов из гидробионтов: учебник / под ред. Т. М. Сафроновой и В. И. Шендерюка. – Москва: Колос, 2001. – 496 с.
13. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – Москва: Стандартинформ, 2010. – 126 с.

## Вопросы для самопроверки

1. Какие продукты называются пресервами?
2. В чем состоит сущность биотехнологического процесса созревания пресервов из рыбного сырья?
3. Как определяется пригодность рыбного сырья для производства пресервов?

4. Какова биохимическая природа возможности ускорения процесса созревания пресервов?
5. Какие ферментные препараты используются для ускорения созревания пресервов?
6. Что включается в понятие «созреватели для рыбных продуктов»?
7. Какие пищевые технологические добавки используются при производстве пресервов для формирования вкусо-ароматических свойств?
8. Какие условия требуются для хранения рыбных пресервов?

## Лабораторная работа № 4

### Тема: **БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС БРОЖЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБА**

**Цель занятия:** приобретение знаний, умений и навыков по оценке и описанию биотехнологических процессов производства хлебобулочных изделий.

#### **Задачи:**

- закрепление знаний в сфере технологии производства хлебобулочных изделий;
- приобретение умений описания отдельных операций технологического процесса производства хлебобулочных изделий;
- закрепление знаний химического состава различных видов муки для производства хлебобулочных изделий, изменению свойств муки и входящих в нее органических веществ в зависимости от факторов изготовления и хранения;
- закрепление знаний классификации ферментов и значения их в формировании потребительских свойств и параметров биотехнологических процессов замеса, брожения, созревания теста и выпечки хлеба;
- приобретение навыков расчета показателей биологической ценности хлебобулочных изделий;
- приобретение навыков и освоение основ приготовления экспериментальных образцов хлебобулочных изделий безопасным способом;
- приобретение навыков оценки качества приготовленных экспериментальных изделий и хлебобулочных изделий промышленного изготовления по органолептическим и физико-химическим показателям.

#### **4.1. Материально-техническое обеспечение**

- Мука пшеничная высшего сорта и другие материалы, необходимые для изготовления хлебобулочных изделий.
- Стандарты на хлебобулочные изделия: ГОСТ 31805-2018 «Изделия хлебобулочные из пшеничной муки высшего сорта. Общие технические условия» и др.
- Лабораторное технологическое оборудование для подготовки муки, дрожжей и других компонентов, замеса и брожения теста, разделки теста и выпечки хлебобулочных изделий.
- Лабораторное аналитическое оборудование для определения физико-химических показателей теста и готовых хлебобулочных изделий.

#### **4.2. Справочно-теоретический материал**

Хлебобулочные изделия являются неотъемлемой частью питания населения. В соответствии с ГОСТ 32677-2014 «Изделия хлебобулочные. Термины и

определения» хлебобулочные изделия [1] – это изделия, вырабатываемые из основного сырья для хлебобулочного изделия или основного сырья для хлебобулочного изделия и дополнительного сырья для хлебобулочного изделия.

К хлебобулочным изделиям относятся хлеб, булочные изделия, мелкоштучные булочные изделия, изделия пониженной влажности, пирог, пирожок, пончик.

Хлеб – это хлебобулочные изделия без начинки, влажностью более 19 % и массой более 500 г. Хлеб делится на формовой и подовый.

Булочное изделие – хлебобулочное изделие без начинки, влажностью более 19 % и массой менее 500 до 200 г.

Мелкоштучные булочные изделия – булочные изделия массой менее 200 г.

Сдобное хлебобулочное изделие – хлебобулочное изделие с содержанием по рецептуре сахара и/ или жиров 14 % и более к массе муки.

Производятся также национальные изделия; диетические и другие группы.

На хлебобулочные изделия существуют ГОСТы. Так, ГОСТ 31805-2018 «Изделия хлебобулочные из пшеничной хлебопекарной муки. Общие технические условия» [2] должен быть руководством при выработке всех видов изделий. По показателям безопасности хлебобулочные изделия должны соответствовать требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [3]. На основании ГОСТ 31805-18 разрабатываются стандарты на отдельные конкретные виды изделий.

В число нормативных документов входят также унифицированные рецептуры и технологические инструкции. Особенностью рецептур хлебобулочных изделий является то, что они рассчитываются на 100 кг муки, идущей на приготовление изделий.

Основным оборудованием, определяющим производительность цеха и качество изделий, является хлебопекарная печь. В цехах малой мощности обычно используют печи двух типов: со стационарным подом или ротационные. Первый тип печей подходит для выработки изделий большой массы, например, домашнего хлеба на хмелевых заквасках, второй тип печей подходит для батанообразных изделий, сдобных булочек и булочек для гамбургеров и «хот-догов». Уровень механизации производства и стабильное качество изделий обеспечивает использование специального тестомесильного и тесторазделочного оборудования.

Необходимым является оборудование для хранения сырья, в том числе для бестарного хранения муки и подготовки сырья к производству (просеиватели, аппараты для подогрева и дозировки воды и др., рис. 4.1).

Используемое сырье подразделяется на основное и дополнительное [4]. К основному относят муку, соль, дрожжи, воду, а к дополнительному – сахар, жиры и масла, молочные и яичепродукты, сушеный виноград, мак и др.

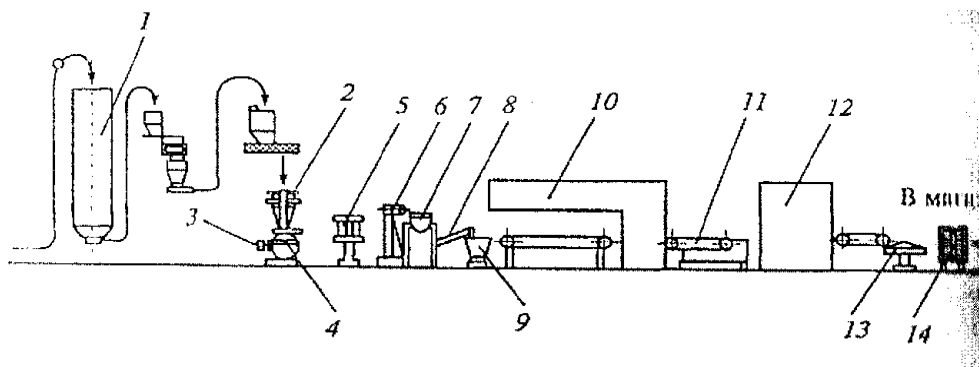


Рисунок 4.1 – Технологическая схема цеха:

- 1 – емкость для хранения муки; 2 – порционный дозатор муки; 3 – тестомесильная машина;
- 4 – емкость (дежа) для замеса и брожения теста; 5 – дозатор жидких компонентов;
- 6 – дежеопрокидыватель; 7 – тестоотделитель; 8 – конвейер для предварительной расстойки;
- 9 – тестоокруглитель; 10 – шкаф для расстойки заготовок;
- 11 – конвейер и стол для окончательной разделки заготовок; 12 – хлебопекарная печь;
- 13 – циркуляционный стол; 14 – контейнер для хранения и реализации изделий

При оценке качества пшеничной муки наибольшее внимание уделяют ее хлебопекарным достоинствам. Правильная организация технологического процесса во многом зависит от газообразующей способности и силы муки. Важное значение имеют также цвет муки, способность ее к потемнению в процессе приготовления хлеба.

Основной процесс при приготовлении пшеничного теста – спиртовое брожение, при котором имеющиеся в тесте моносахара сбраживаются дрожжами с образованием диоксида углерода и этилового спирта.

Высококачественный пшеничный хлеб содержит в тесте 5–5,5 % сахаров к массе муки. За период брожения расходуется 1,5–3 %. Для получения изделий, обладающих приятным вкусом, запахом, румяной корочкой, тесто к моменту выпечки должно содержать некоторое количество сахаров, которое необходимо для осуществления реакции меданоидинообразования (образование темноокрашенных веществ, обуславливающих темный цвет корки изделий).

*Сила муки.* С водой белки эндосперма пшеницы образуют вязкий коллоидный комплекс – клейковину. Она создает губчато-сетчатую структурную основу теста, в значительной мере определяющую его физические свойства. Содержание в пшеничной муке клейковины и ее свойства являются одним из основных показателей силы муки. Физические свойства клейковины (растяжимость, упругость, эластичность, вязкость, связность, способность сохранять физические свойства) зависят от плотности белкового вещества, его структуры. Содержание сырой клейковины в муке нормируется и колеблется в зависимости от сорта от 20 до 30 %. Белка в муке 10–12 % и он связывает до 200 % воды, поэтому именно с образованием клейковины и с ее свойствами связана поглощательная способность муки. Сильная мука поглощает при замесе теста больше воды. Тесто из сильной муки хорошо сохраняет физические свойства в процессе замеса и брожения. Слабая мука при замесе теста поглощает мало воды. Физические свойства теста из такой муки при замесе и брожении быстро

ухудшаются. Тесто становится к концу брожения жидким, малоэластичным, липким. Мука средней силы по своим свойствам занимает промежуточное положение между мукой сильной и слабой.

*Автолитическая активность муки.* Характеризует уровень активности гидролитических ферментов. Автолитическая активность – способность к образованию водорастворимых веществ при прогреве водно-мучной суспензии в кипящей водяной бане. Повышенная автолитическая активность муки (свыше 30 %) свидетельствует, что при помоле было использовано проросшее, поврежденное клопом-черепашкой или морозобойное зерно. Пониженная автолитическая активность (менее 20 %) указывает на использование зерна, высушенного при высоких температурах.

*Зависимость технологических свойств пшеничной муки от белково-протеиназного комплекса.* Технологические свойства пшеничной муки зависят от многих факторов, однако решающее влияние на них оказывает белково-протеиназный комплекс. В последнее время содержание белка в зерне заметно снизилось, что вызывает снижение технологических свойств муки. В этих условиях необходимо применять меры, направленные на улучшение качества хлеба из муки с пониженными хлебопекарными свойствами, что возможно осуществить путем изменения технологии и использования специальных добавок.

Современное хлебопечение требует муку хорошего качества. Иногда предприятия вынуждены перерабатывать муку со значительными отклонениями от установленных норм.

*Ржаная мука.* При выработке национальных мучных изделий широко применяют ржаную муку. Мукомольная промышленность выпускает три сорта ржаной муки: обойную; обдирную и сеяную. Сеяная мука относится к улучшенным сортам. Она имеет высокие потребительские свойства.

Кроме того, вырабатывается мука из смеси пшеничного и ржаного зерна: ржано-пшеничная и пшенично-ржаная. Ржано-пшеничный помол состоит из 60 % ржи и 40 % пшеницы, а пшенично-ржаной – из 70 % пшеницы и 30 % ржи.

По технологическим свойствам ржаная мука существенно отличается от пшеничной. Это обусловлено особенностями ее химического состава.

Ржаная мука содержит сравнительно мало белка. Белки ржи отличаются от белков пшеницы – не образуют клейковину. При смешивании муки с водой белки ржи неограниченно набухают, пептизируются и переходят в вязкий коллоидный раствор. В целом ржаная мука характеризуется более высокой активностью ферментов. В связи с этим, основной характеристикой технологических свойств ржи является высокая автолитическая активность, т. е. способность сложных органических соединений (белков, крахмала и др.) переходить в более простые (сахара, аминокислоты) при прогреве водно-мучной суспензии.

В отличие от пшеничной в ржаной муке всегда содержится активная  $\alpha$ -амилаза. Декстрины, которые образуются в результате катализируемого  $\alpha$ -амилазой гидролиза крахмала, придают тесту липкость, а мякишу готового хлеба заминаемость. Значительная кислотность ржаных полуфабрикатов позволяет несколько замедлить пептизацию белков и снизить активность  $\alpha$ -амилазы.



Существенное влияние на свойства ржаного теста и качество хлеба оказывают водорастворимые пентозаны (слизи). Они относятся к гидрофильным коллоидам. Связывая значительное количество воды при гидратации, слизи увеличиваются в объеме в 8 раз. Водные растворы слизей имеют высокую вязкость, гидратация укрепляет консистенцию ржаного теста.

**Хранение муки.** Предприятиям рекомендуется иметь оперативный 7-суточный запас муки. На разных предприятиях применяют тарный или безтарный способы транспортировки и хранения муки. Подготовка муки к производству сводится к ее взвешиванию и очистке от примесей.

**Дрожжи.** В основе технологии производства хлеба лежат биотехнологические процессы спиртового и молочнокислого брожения, возбудителями которых являются дрожжи и молочнокислые микроорганизмы. Расход прессованных дрожжей в зависимости от способа приготовления теста колеблется от 1 до 5 % массы муки. Хлебопекарные дрожжи должны содержать минимальное количество «диких» дрожжей, иметь подъемную силу не более 70 мин. Так как дрожжи – скоропортящийся продукт, их хранят в холодильнике не более 3 сут. Перед подачей на производство дрожжевую суспензию готовят при соотношении прессованных дрожжей и воды 1:2 или 1:3.

**Дозировка соли** колеблется от 0,5 до 1,5 %. Соль не только улучшает вкус, но и влияет на процессы приготовления теста. При переработке муки с пониженными хлебопекарными свойствами целесообразно вносить часть соли (до 30 %) при замесе опары.

**Сахар.** Сахар вносят в тесто для сдобных изделий в количестве от 1 до 30 % массы муки. Для посыпки поверхности некоторых видов изделий применяют сахарную пудру. Сахар повышает калорийность и улучшает вкусовые качества готовых изделий.

**Жиры и масла.** Дозировка жиров в зависимости от вида изделий колеблется от 2 до 6 % и более. При выработке изделий чаще всего используют маргарин. Маргарин представляет собой эмульсию жира в воде. Жира в маргарине до 83 %.

Маргарин, животный жир перед подачей на замес теста растапливают. В ряде предприятий при производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий широко применяют специальные жировые продукты – шортенинги. В небольших количествах (0,4–0,5 %) они улучшают качество изделий. Шортенинги получают из жидких (чаще растительных) масел с добавлением 5–10 % твердого жира и до 20 % эмульгатора (обычно моно- и диглицеридов).

**Молочные продукты.** Молочные продукты входят в рецептуру многих булочных изделий. С ними вносятся белок, богатый незаменимыми аминокислотами, и минеральные соединения, прежде всего, соли кальция, которыми мука бедна.

**Вкусовые добавки.** В рецептуру сдобных булочных изделий часто вводят ванилин или его заменители, для отделки поверхности изделий используют пряности (анис, тмин, кориандр и др.), а также масличный мак.

**Общая технологическая схема [4, 5].** Последовательность технологических операций производства хлеба и различных изделий во многом аналогична.

Мука из просеивателя отвешивается с помощью дозатора 2 (см. рис. 4.1) и подается в тестомесильную машину 3 с дежой 4. С помощью дозатора жидких компонентов 5 отмеривают сахарный и солевой растворы, дрожжевую суспензию, растопленный жир, которые также подаются на замес.

Готовое выброженное тесто дежеопроектирователем 6 перемещается в воронку тестоделительной машины 7. Куски теста попадают на конвейер для предварительной расстойки 8, после чего подвергаются округлению в тестоокруглителе 9. Затем заготовкам придают необходимую форму. Подготовленные заготовки помещают в шкаф окончательной расстойки 10. Выпечку производят обычно в специальных печах ротационных или ярусных типов. Готовые изделия укладывают на деревянные лотки, которые ставят на вагонетки или в контейнеры для хранения и реализации изделий 14.

Выход готовых изделий – важнейший показатель работы хлебопекарного предприятия. Выход определяется количеством готовых изделий в процентах к общей массе переработанного основного и дополнительного сырья. В хлебопекарном производстве все расчеты расхода сырья ведут на 100 кг муки, и выход хлеба устанавливают по количеству изделий (в килограммах), полученных из 100 кг муки и всего положенного по рецептуре на это количество основного и дополнительного сырья.

Выход хлеба зависит от количества воды, добавляемой при замесе теста, и технологических затрат, происходящих при приготовлении изделий.

**Приготовление теста.** При производстве изделий необходимо соблюдение определенных параметров: влажности и температуры полуфабрикатов, продолжительности отдельных стадий технологического процесса и пр. Прежде всего в ходе технологического процесса необходимо следить за изменением кислотности полуфабрикатов, так как по уровню кислотности судят о степени готовности теста.

В тесте различной влажности по-разному протекают биохимические, коллоидные, микробиологические процессы. В жидких средах белки интенсивнее набухают и пептизируются, углеводы лучше поглощают воду, активизируется деятельность дрожжей и ферментов сырья. Кислотообразующие бактерии более активны в густых полуфабрикатах.

Температура – один из основных факторов технологического процесса, которые влияют на скорость ферментативных, микробиологических и коллоидных процессов. Обычно при приготовлении теста поддерживают температуру 28–30 °С.

Одним из средств ускорения созревания теста и улучшения качества изделий является интенсивная обработка теста при замесе, при которой улучшается качество изделий – их объем, структура и пористость, состояние мякиша.

Применяют следующие способы приготовления пшеничного теста:

- однофазный (безопарный). При этом способе в требуемое количество муки добавляют по рецептуре воду, соль, разрыхлители (дрожжи) и замешивают тесто;

- двухфазный (опарный). Тесто готовят в две фазы – на первой фазе готовится опара, на второй – на готовой опаре замешивают тесто, в него вносят оставшуюся муку и другие компоненты;

- многофазный способ (3–4 фазы) используют при приготовлении национальных лепешек и других национальных хлебобулочных изделий.

Воды для различных сортов и видов изделий требуется от 35 до 48 % от массы муки. Для каждого вида изделий установлена предельно допустимая влажность мякиша или всего изделия. Потребность в воде, необходимой для замеса теста, определяют с учетом влажности муки и других компонентов, требующихся для приготовления теста.

**Выпечка** – конечный этап приготовления. Основными факторами при выпечке являются температура пекарной камеры, а также ее увлажнение. Температура теплопередающих поверхностей печи составляет 300–400 °С, температура среды внутри пекарной камеры – 200–250 °С.

Температурный режим и продолжительность выпечки устанавливаются отдельно для разных видов изделий и зависят от вида и сорта муки, рецептуры (наличия жира и сахара), массы заготовок и т. д. Продолжительность выпечки колеблется от 5–6 мин для изделий массой менее 0,2 кг, до 15–20 мин для изделий массой около 0,5 кг.

После выпечки изделия охлаждают, уменьшается их масса вследствие усыхания, происходят и качественные изменения. Черствение связано, прежде всего, с изменением свойств крахмала, белок меняется незначительно либо совсем не изменяется. Однако имеются данные, что хлеб, приготовленный из муки с более высоким содержанием белка, медленнее черствеет.

Для снижения усушки необходимо обеспечить быстрое охлаждение изделий до температуры окружающей среды, а затем поместить изделия в специальные контейнеры. Однако при этом следует учитывать, что хлебобулочные изделия лучше реализуются в горячем виде.

**Особенности технологии приготовления булочных изделий.** Батоны [6] представляют собой подовые штучные изделия, вырабатываемые из муки пшеничной высшего, I и II сортов: батоны простые, нарезные, нарезные молочные, городские, студенческие, с изюмом, подмосковные и др.

Тесто можно готовить любыми способами. Предпочтительными являются опарный и ускоренные. Готовое тесто делят на делительных машинах. После округления тестовые заготовки целесообразно подвергать предварительной расстойке, которая может осуществляться на транспортерных лентах или других устройствах. После предварительной расстойки заготовки формуют в закаточных машинах и направляют на окончательную расстойку. Продолжительность окончательной расстойки батонов – 30–50 мин.

Перед посадкой в печь на тестовых заготовках делают надрезы с помощью специального устройства или вручную. Изделия выпекают на поду или на листах. Наиболее благоприятными условиями являются относительная влажность в начальной зоне пекарной камеры 80–85 % и температура 110–120 °С. Длительность прохождения через зону увлажнения 2–3 мин. температура в других зонах пекарной камеры 220–250 °С.

Продолжительность выпечки для каждого вида изделий зависит от рецептуры и массы и колеблется в пределах 18–25 мин.

**Изделия хлебобулочные сдобные.** К хлебобулочным сдобным относятся изделия, в рецептуру которых входят сахар и жир в суммарном количестве 14 % и более [2].

Приготовление теста для сдобных изделий производится опарным, на большой густой опаре, безопарным или ускоренными способами.

При приготовлении опары используют 50 % дрожжей, если количество их превышает 3 %. При расходе дрожжей до 3 % все их количество используют при замесе опары. Начальная температура опары 26–30 °С, продолжительность брожения 210–270 мин. На готовой опаре замешивают тесто. При замесе в тесто вносят остальную муку и сырье, предусмотренные рецептурой. Начальная температура теста 28–32 °С, продолжительность брожения 60–90 мин. Тесто на большой густой опаре подвергают усиленной механической обработке и после 20–40-минутного брожения направляют на разделку.

**Безопарный способ** – однофазный, предусматривает внесение при замесе теста всего количества муки, воды, соли, дрожжей и дополнительного сырья. Начальная температура теста колеблется в пределах 29–31 °С, продолжительность брожения 120–210 мин. Данный способ рекомендуется сочетать с предварительной активацией дрожжей. В этом случае продолжительность брожения теста сокращается до 120–150 мин.

Для отделки сдобных изделий используются следующие отделочные полуфабрикаты: крошка, крем, заварное тесто, помада, орехи, ягоды, шоколад и др. Разделку готового теста производят вручную или машинным способом.

Выпечку производят в печах различных марок в неувлажденной пекарной камере. Только для изделий, отделяемых сахарной пудрой или помадой, выпечку можно производить с пароувлажнением, исключая смазку изделий перед посадкой в печь. Яйцо, предусмотренное по рецептуре на смазку, в этом случае закладывают в тесто (опару). Параметры технологических режимов могут корректироваться в зависимости от качества перерабатываемого сырья, условий производства, технического состояния.

**Технология мучных кулинарных изделий.** В эту группу входят пирожки, чебуреки, пончики, расстегаи, ватрушки, кулебяки, пицца и др. Большая часть изделий этой группы состоит из двух полуфабрикатов: теста и начинки (фарша). Без начинки вырабатываются пончики.

Для приготовления этих изделий используют муку высшего сорта. Для изделий с начинкой и пончиков готовят дрожжевое тесто опарным или безопарным способами. Безопарным способом готовят тесто с низким содержанием сахара и маргарина, а сдобное тесто готовят опарным способом.

При безопарном способе в дежу тестомесильной машины вливают воду с температурой 35–40 °С, добавляют дрожжевую суспензию, соль, сахар, меланж или яйца, вносят муку и производят замес в течение 7–8 мин, после чего вносят растопленный маргарин и вторично проводят замес до получения теста однородной консистенции. Тесто оставляют для брожения на 3–4 ч, в течение которых проводят две–три обминки.

При опарном способе 60–70 % общего количества воды (температура 35–40 °С); дрожжевую суспензию и 35...60% общего количества муки перемешивают до однородной консистенции. Замешанную опару оставляют для брожения на 2,5–3 ч. В готовую опару добавляют остальную муку, воду и другие ингредиенты (кроме маргарина) и проводят замес, растопленный маргарин добавляют перед окончанием замеса.

Брожение теста осуществляют в течение 2,0–2,5 ч с двумя обминками.

Для формирования пирожков из дрожжевого теста отделяют куски массой 1,0–1,5 кг, куски раскатывают в жгут, от которого отделяют заготовки требуемой массы (64, 58, 43 или 22 г). Из заготовок формируют шарики, дают им расстояться в течение 5–6 мин и формируют лепешки. На середину каждой лепешки помещают фарш (капустный, мясной и др.), повидло или джем (по 18, 15, 45 г на пирожок), защипывают края и формируют пирожки в форме «лодочки», «полумесяца» или цилиндра.

Сформованные пирожки помещают швом вниз на лист, предварительно смазанный растительным маслом, и проводят расстойку. За 5 мин перед выпечкой заготовки смазывают яйцом. Пирожки выпекают при температуре 200–240 °С в течение 8–10 мин.

Если пирожки не выпекают, а обжаривают, то обжаривание проводят в специальных жарочных шкафах или другом специальном оборудовании.

Для жаренья применяют масло (растительное рафинированное подсолнечное, хлопковое, соевое, арахисовое и др.), а также смесь 50 % растительного масла и 50 % говяжьего топленого или кулинарного жира. Температура жира должна составлять 180–190 °С. В нагретый жир помещают пирожки, в количестве не более 1/4 массы фритюрного жира.

При изготовлении печеных пирожков сформованные пирожки укладывают на листы, смазывают меланжем и тотчас выпекают при температуре 240–250 °С в течение 20–25 мин.

Для пончиков тесто готовят безопарным способом более слабой консистенции по сравнению с тестом для пирожков. Его разделяют так же, как для пирожков жареных, придавая пончикам форму колец или шариков, после 20–30 мин расстойки заготовки обжаривают. Готовые пончики посыпают сахарной пудрой.

#### *Контроль качества хлебобулочных изделий [7]*

Отбор проб для определения органолептических показателей и подготовки к аналитическим исследованиям проводят в соответствии с ГОСТ 5667-65 «Хлеб и хлебобулочные изделия. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий» [8]. На предприятиях, вырабатывающих хлебобулочные изделия, строго нормируется показатель – масса одного изделия. За исключением мелкоштучных изделий и изделий с отделкой, отклонение от установленной массы штучных изделий в меньшую сторону не должно превышать 2,5 % для остывшего хлеба и должно устанавливаться по средней массе, полученной при одновременном взвешивании не менее десяти изделий.

В хлебе и хлебобулочных изделиях определяют влажность, кислотность и пористость мякиша, в сдобных изделиях определяют также содержание жира и сахара [12, 13]. В изделиях массой ниже 0,2 кг пористость не определяется.

По результатам анализа средних проб характеризуют всю партию.

При подготовке проб к анализу хлеб и хлебобулочные изделия массой не менее 0,5 кг разрезают по ширине на две части, из одной половинки вырезают кусок массой около 70 г, у которого срезают корки и подкорочный слой толщиной около 1 см. Мякиш используют для проведения анализа.

Хлебобулочные изделия массой 0,2–0,5 кг разрезают пополам и от одной половинки вырезают кусок массой около 70 г, у которого срезают корки и подкорочный слой толщиной около 1 см.

Для выпеченных штучных хлебобулочных изделий, разрезанных на куски, из кусков изделий удаляют все включения (повидло, изюм и др.), затем их быстро измельчают в крошку, перемешивают и тотчас же берут навески.

#### *Физико-химические исследования*

*Влажность.* Влажность определяется в соответствии с ГОСТ 21094–95 [9]. На производстве обычно пользуются ускоренным стандартным методом, предусматривающим определение влажности не целого хлеба, а лишь мякиша.

*Кислотность* мякиша определяется в соответствии с ГОСТ 5669–96 [10]. По этому показателю можно судить о правильности ведения технологического процесса приготовления изделий. Кислотность выражают в градусах кислотности или в процентах. Под градусом кислотности понимают объем в кубических сантиметрах раствора точной молярной концентрации 1 моль/дм<sup>3</sup> гидроокиси калия или гидроокиси натрия, необходимый для нейтрализации кислот, содержащихся в 100 г изделий.

*Пористость.* Под пористостью понимают объем пор, заключенных в данном объеме мякиша, выраженный в процентах. Определяют пористость по ГОСТ 5669–96 [11] весового и штучного хлеба и булочных изделий массой не менее 200 г. Объем беспористого мякиша хлеба в данном случае рассчитывают простым делением массы взятых выемок мякиша хлеба (в г) на принятую среднюю величину плотности беспористой массы мякиша хлеба.

*Сенсорная оценка качества.* Для оценки качества пищевых продуктов в современных условиях широкое применение получил сенсорный анализ. Это название заменяет понятие органолептического анализа.

При сенсорной оценке каждый показатель оценивается дегустаторами в отдельности количеством баллов от 1 до 5. Если изделие по какому-либо показателю оценивается ниже 3 баллов, оно считается неудовлетворительным по качеству и дальнейшей оценке не подлежит. Количество баллов умножается на коэффициент весомости данного показателя, и все произведения затем суммируются.

По органолептическим показателям хлебобулочные изделия из пшеничной хлебопекарной муки должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 4.1.

Таблица 4.1 – Органолептические показатели хлебобулочных изделий из пшеничной муки

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид: форма и поверхность цвет	Соответствующие виду изделия От светло-желтого до темно-коричневого
Состояние мякиша (пропеченность, промес, пористость)	Пропеченный, не влажный на ощупь, без следов непромеса. Пористость – свойственная изделию конкретного наименования. Для изделий, в рецептуру теста которых входят зерновые продукты, орехи, сушеные фрукты, цукаты и т. п. – с включениями зерновых продуктов, орехов, сушеных фруктов, цукатов и т. п.
Вкус	Свойственный изделию конкретного наименования, без постороннего привкуса. При использовании вкусоароматического препарата или вкусоароматического вещества – привкус, свойственный внесенному препарату или веществу
Запах	Свойственный изделию конкретного наименования, без постороннего запаха. При использовании пищевого ароматизатора, вкусоароматического препарата или вкусоароматического вещества – запах, свойственный внесенному ароматизатору, препарату или веществу

Примечание. Уточненную характеристику органолептических показателей для хлебобулочного изделия из пшеничной хлебопекарной муки конкретного наименования приводят в документе, в соответствии с которым оно изготовлено.

По физико-химическим показателям хлебобулочные изделия должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 4.3 (ГОСТ 31805-2018).

#### *Определение кислотности в хлебобулочных изделиях*

Кислотность в хлебобулочных изделиях может быть выражена как в градусах, так и в процентах той или иной кислоты. Последний способ в большинстве случаев условен. В пищевых продуктах кислотность обуславливается не одной какой-либо кислотой (яблочной, лимонной, молочной и т. п.), а смесью различных кислот и кислых солей. Выражение кислотности в процентах при числовом значении без указания, на какую кислоту произведен расчет, не имеет смысла. По таким значениям нельзя судить о действительной кислотности, поэтому результаты анализа более рационально выражать в градусах, что, кроме того, проще технически, так как требует меньше расчетов.

За градус кислотности принимают количество кубических сантиметров точно 1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия, необходимое для нейтрализации кислот и кислых солей, содержащихся в 100 г объекта исследования. Для расчета кислотности в процентах нужно умножить кислотность в градусах на значение миллимоль-эквивалента соответствующей кислоты.

Значения миллимоль-эквивалентов пищевых кислот, используемых в хлебобулочном и кондитерском производстве, приведены ниже.

Кислота:	Миллимоль-эквивалент кислоты, г:
Уксусная	0,060
Молочная	0,090

Яблочная	0,067
Лимонная (кристаллогидрат с одной молекулой воды)	0,070
Винная	0,075

В производстве часто приходится заменять одну пищевую кислоту другой. Если хотят оставить неизменным значение титруемой кислотности полученного полуфабриката или изделия, то при замене учитывают соотношение значений эквивалентной массы заменяемых кислот. Так, 70 кг лимонной кислоты (кристаллогидрата с одной молекулой воды) эквивалентны 90 кг 100%-ной молочной или 75 кг винной кислот. При такой замене кислотность подкисленного объекта в градусах не изменит своего значения.

Замена одной пищевой кислоты другой при подкислении с учетом эквивалентной массы и тождества значения титруемой кислотности в градусах может не дать одинакового вкусового ощущения при дегустации. Это необходимо учитывать при использовании той или иной кислоты или замене одной кислоты другой для гидролиза сахарозы при приготовлении инвертного сиропа. Способность катализировать гидролиз сахарозы тем больше, чем выше значение константы диссоциации кислоты.

### **4.3. Задания и методические указания по их выполнению**

#### ***Задание 4.3.1. Изучить классификацию хлебобулочных изделий из пшеничной хлебопекарной муки***

Используя справочно-теоретический материал данной лабораторной работы, классификацию хлебобулочных изделий из пшеничной хлебопекарной муки (ГОСТ 31805–2018), изучить ассортимент, технологические приемы приготовления и основные потребительские свойства различных хлебобулочных изделий. Уяснить основные принципы и сущность процесса брожения при замесе и брожении теста под действием дрожжей, зависимость интенсивности и результатов брожения от биохимических свойств используемой муки. Конспект рассмотренного материала записать в рабочую тетрадь.

#### ***Задание 4.3.2. Разработать рецептуру экспериментального сдобного хлебобулочного изделия***

Ознакомиться с ГОСТ 31805–2018 «Изделия хлебобулочные из пшеничной хлебопекарной муки. Общие технические условия» и технологической инструкцией по приготовлению сдобы витой с сахаром, разработанной для промышленного использования ООО «Калининградская кондитерская фабрика». На основании вышеуказанных документов разработать рецептуру нового хлебобулочного изделия, используя в качестве дополнительного сырья один из предложенных преподавателем функциональных наполнителей. Для расчета рецептуры использовать следующую базовую рецептуру (табл. 4.2)



Таблица 4.2 – Базовая рецептура для расчета рецептуры нового изделия

Наименование сырья	Расход сырья в кг на 1000 кг готовой продукции	Расход сырья в г на 1 кг готовой продукции	Расход сырья в г на 1 кг муки
Мука пшеничная	650	650	1000г
Сахар-песок	155,7	155,7 г	239,8 г
В том числе закладка в тесто	75	75 г	115,5 г
Маргарин	81.18	81.18 г	125,0 г
Дрожжи хлебопекарные прессованные	25	25 г	38,5 г или 1 пакет сухих
Соль поваренная	6,5	6,5	10,0 г
Меланж или яйца	64,9	64,9 г	100 г или 2 яйца
Итого	983,4	983,28	1513,3
Вода	265	265 г	408 г

Рассчитать необходимое количество материалов на 1 кг муки для приготовления теста и на 1 кг готового хлеба. Полученные результаты использовать при дозировании компонентов для приготовления теста.

***Задание 4.3.3. Приготовить тесто для экспериментального сдобного изделия безопарным способом***

При замесе теста в емкость (кастрюлю) внести разогретый маргарин, сахар-песок, воду, дрожжи прессованные (дрожжи предварительно замочить в теплой воде с сахаром для активизации и перемешивать 2–3 мин). Затем засыпать муку и замесить тесто, продолжительность замешивания не менее 10 мин до получения хорошо перемешанной массы. Замешанное тесто накрыть полотенцем и выдержать для брожения при температуре 28–30 °С в течение 60 мин, делая одну обминку. Готовность теста определять по органолептическим показателям.

***Задание 4.3.4. В тесте сразу после замешивания и по окончании брожения определить титруемую кислотность и содержание влаги на приборе ВЧ***

Титруемую кислотность определить в соответствии с п. 4.3.9.1. Окончательная кислотность теста после брожения должна быть не более 3,0 град.

Содержание влаги в тесте после брожения определить на приборе ВЧ в соответствии с п. 4.3.9.2. Влажность теста должна быть 39–40 %.

***Задание 4.3.5. Разделить тесто и произвести выпечку сдобных изделий из пшеничной муки***

Готовое тесто после брожения разделить на изделия различные формы и обогатить их изюмом, или курагой, или орехами, разместить на противне, пред-

варительно покрытом бумагой для выпечки, и выдержать для расстойки 15 мин. Перед выпечкой расстойшиеся заготовки покрыть яичной массой и посыпать сахаром.

Произвести выпечку подготовленных сдобных изделий. Противни с заготовками разместить в духовом шкафу, разогретом до 180 °С. Через 5 мин температуру поднять до 210–220 °С и выпекать изделия массой 0,1 кг при этой температуре. Длительность выпечки изделий 14–15 мин.

По окончании выпечки дайте хлебобулочным изделиям охладиться, после чего взвесьте. Определите выход готовой продукции в процентах к массе использованной муки и дополнительных материалов.

#### ***Задание 4.3.6. Составить технологическую схему процесса изготовления сдобных хлебобулочных изделий***

При составлении технологической схемы приготовления нового хлебобулочного изделия включить операции приема муки и материалов, этапы подготовки и внесения наполнителей, продолжительность и температурные режимы технологических операций.

#### ***Задание 4.3.7. Приготовить хлеб из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта***

Хлеб замешивать и выпекать в автоматической хлебопечке Binatone (схема хлебопечки представлена на рис. 4.2).

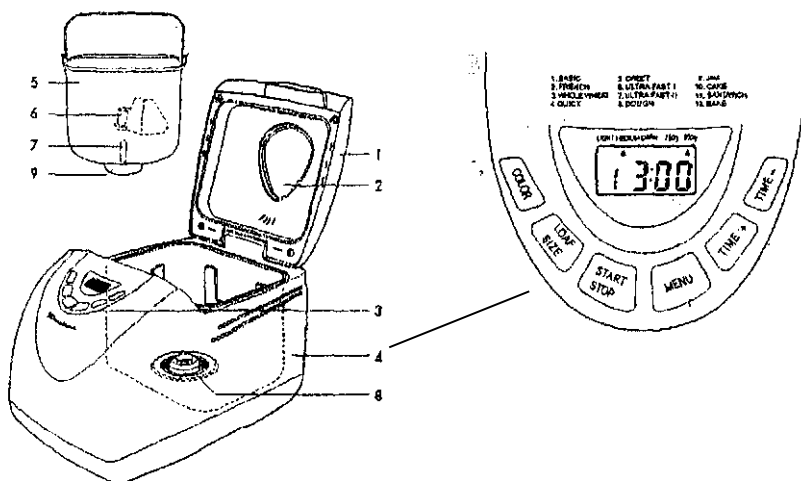


Рисунок 4.2 – Хлебопечка Binatone BM-1068:

- 1 – крышка; 2 – смотровое окно; 3 – контрольная панель; 4 – корпус;  
5 – лоток для хлеба; 6 – лопасть для замеса теста; 7 – стержень; 8 – стержневой элемент;  
9 – основание лотка

Для приготовления экспериментального образца хлеба применить безопарный способ замешивания теста. Используемые компоненты дозировать по следующей рецептуре:

Теплая вода 216 г  
Соль пищевая 6 г

Сахар – песок 45 г 23 г  
 Оливковое или растительное масло 25 г  
 Мука пшеничная высшего сорта 372 г  
 Сухие дрожжи 4,25 г

#### *Порядок приготовления хлеба*

Перед началом процесса смажьте маргарином лоток для хлеба. Заполните маргарином щелки между лопастью для замеса теста и стержнем. Это облегчит быстрое отлипание теста от лопасти и легкое вынимание лопасти.

Положите подготовленные ингредиенты в лоток. Пожалуйста, придерживайтесь рецепта и добавляйте ингредиенты в той последовательности, как они указаны в руководстве по эксплуатации хлебопечки. Обычно жидкости помещаются в лоток первыми, потом добавляется сахар, соль и мука. Дрожжи и разрыхлитель обычно кладутся в последнюю очередь. С помощью пальца сделайте маленькую вмятину в муке. Добавьте в нее дрожжи. Убедитесь, что дрожжи не вступили в контакт с жидкостями или солью.

После внесения всех компонентов закройте крышку и включите необходимый режим обработки теста и выпечки хлеба.

По окончании выпечки дайте хлебу охладиться и после этого взвесьте. Определите выход готовой продукции в % к массе использованной муки и дополнительных материалов.

#### ***Задание 4.3.8. Определить органолептические показатели хлебобулочных изделий***

Исследовать органолептические показатели экспериментальных хлебобулочных изделий и хлебобулочных изделий промышленной выработки. Органолептические показатели записать в соответствии с требованиями ГОСТ 31805–2018, представленными в табл. 4.3.

Таблица 4.3 – Органолептические показатели хлебобулочных изделий

Наименование показателей	Характеристика	
	экспериментальные образцы	хлебобулочные изделия промышленной выработки
1	2	3
Наименование образцов		
Внешний вид: форма и поверхность цвет	Соответствующие виду изделия От светло-желтого до темно-коричневого	
Состояние мякиша (пропеченность, промес, пористость)	Пропеченный, не влажный на ощупь, без следов непромеса. Пористость – свойственная изделию конкретного наименования. Для изделий, в рецептуру теста которых входят зерновые продукты, орехи, сушеные фрукты, цукаты и т. п. – с включениями зерновых продуктов, орехов, сушеных фруктов, цукатов и т. п.	

1	2	3
Вкус	Свойственный изделию конкретного наименования, без постороннего привкуса. При использовании вкусоароматических препаратов или вкусоароматических веществ – привкус, свойственный внесенным препаратам или веществам	
Запах	Свойственный изделию конкретного наименования, без постороннего запаха. При использовании пищевого ароматизатора, вкусоароматического препарата или вкусоароматического вещества – запах, свойственный внесенному ароматизатору, препарату или веществу	

Произвести органолептическую оценку готовой продукции. Сделать вывод о соответствии нового обогащенного хлебобулочного изделия требованиям технической документации.

***Задание 4.3.9. Определение физико-химических показателей экспериментальных и промышленных образцов хлебобулочных изделий***

В приготовленных экспериментальных образцах сдобных изделий, образце хлеба из хлебопечки и в образцах хлебобулочных изделий промышленной выработки (батон, хлеб пшеничный и хлеб ржано-пшеничный) определить титруемую кислотность, пористость и массовую долю влаги по приведенным методикам. Перед анализом изделие освободить от обогащающих компонентов и корочек, измельчить. Результаты исследования записать в табл. 4.5.

*4.3.9.1. Определение титруемой кислотности.* Метод основан на нейтрализации кислот, содержащихся в навеске, гидроксидом натрия или калия в присутствии фенолфталеина до появления розовой окраски.

Реактивы:

гидроксид натрия (калия), 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствор;  
фенолфталеин, 1%-ный раствор.

*Проведение анализа.* Кислотность изделий определяют путем титрования водной вытяжки из навески раствором гидроксида натрия определенной нормальности. Точку эквивалентности при титровании для объектов, окраска которых в водном растворе не мешает наблюдению за изменением цвета индикатора, определяют путем применения последнего. Для других объектов применяют потенциометрический метод.

Навеску тонко измельченного продукта исследования массой 5 г берут с точностью  $\pm 0,01$  г и количественно переносят в коническую колбу или стакан вместимостью 250–300 см<sup>3</sup>. Приливают 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды,

предварительно подогретой до 60–70 °С, все перемешивают, доводят дистиллированной водой до объема 100 см<sup>3</sup>, охлаждают до температуры (20±5) °С, прибавляют 2–3 капли 1%-ного раствора фенолфталеина и, не обращая внимания на незначительный осадок, титруют 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствором гидроокиси натрия или калия до бледно-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

Допускается проводить растворение навески на газовой горелке или электрической плитке, не доводя раствор до кипения; допускается титровать неокрашенный или слабоокрашенный раствор навески, не доводя до указанного объема.

Кислотность (град) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{V \cdot K \cdot 100}{m \cdot 10}, \quad (4.1)$$

где  $V$  – объем 0,1М раствора гидроокиси натрия (или калия), израсходованный на титрование, см<sup>3</sup>;  $K$  – поправочный коэффициент 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроокиси натрия (калия), используемого для титрования;  $100$  – коэффициент пересчета на 100 г продукта;  $m$  – масса навески исследуемого объекта, г;  $10$  – коэффициент пересчета 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроокиси натрия или калия в 1 моль/дм<sup>3</sup>.

Если исследуемый объект содержит нерастворимые в воде частицы, то берут навеску массой 20 г с точностью ±0,01 г, количественно переносят в коническую колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup> или стакан, добавляют отмеренные 200 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, нагретой до 60–70 °С, и тщательно взбалтывают. Охлаждают до температуры (20±5) °С, фильтруют через вату или фильтровальную бумагу. Затем отмеривают 50 см<sup>3</sup> фильтрата в коническую колбу или стакан, прибавляют 2–3 капли фенолфталеина и титруют 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствором гидроокиси натрия или калия до окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин. Расчет ведут по следующей формуле:

$$X = \frac{V \cdot K \cdot 200 \cdot 100}{m \cdot 10 \cdot 50}, \quad (4.2)$$

где  $V$  – объем 0,1М раствора гидроокиси натрия (или калия), израсходованный на титрование, см<sup>3</sup>;  $K$  – поправочный коэффициент 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроокиси натрия (калия), используемого для титрования;  $100$  – коэффициент пересчета на 100 г продукта;  $m$  – масса навески исследуемого объекта, г;  $10$  – коэффициент пересчета 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроокиси натрия или калия в 1 моль/дм<sup>3</sup>;  $50$  – количество (см<sup>3</sup>) фильтрата, взятого для титрования;  $200$  – объем (см<sup>3</sup>) дистиллированной воды, взятой для экстрагирования кислот из навески.

При определении титруемой кислотности мучных сдобных или кондитерских изделий пробу изделия (мякиш) предварительно освобождают от включений (изюма, орехов и т. п.). Предел допускаемых значений погрешности измерения 0,3 град ( $P = 0,95$ ).

*4.3.9.2. Определение массовой доли влаги высушиванием до постоянной массы.* Метод основан на высушивании навески продукта до постоянной массы при температуре 105 °С и определении уменьшения массы вещества.

Для анализа используют чистые, предварительно высушенные бюксы с притертой крышкой. Лучше применять низкие бюксы высотой не более 30 мм. Перед определением бюкс с крышкой взвешивают на аналитических весах с точностью  $\pm 0,0002$  г.

Навеску объекта исследования массой 3–10 г взвешивают в закрытом бюксе на аналитических весах с той же точностью. Бюкс открывают и помещают в сушильный или вакуум-сушильный шкаф как можно ближе к термометру. В сушильном шкафу навеску высушивают при температуре 105 °С, а в вакуум-сушильном шкафу - при температуре 100 °С. Разрежение при этом поддерживают порядка  $9,31 \cdot 10^4$  Па (700 мм рт. ст.). Высушивание в обоих случаях начинают при 50 °С, постепенно повышая температуру до 100–105 °С примерно через 30 мин.

Через 1,5–3,0 ч бюкс взвешивают первый раз. Предварительно его охлаждают в эксикаторе над концентрированной серной кислотой или прокаленным хлоридом кальция. Затем открытые бюксы вновь помещают в сушильный шкаф. Последующие взвешивания проводят через 1 ч. Высушивание и взвешивание проводят до тех пор, пока разница в массе не достигнет 0,001 г. Обычно продолжительность сушки составляет 3–5 ч. Массовая доля влаги в объекте (%) вычисляется по формуле (4.3)

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0}, \quad (4.3)$$

где  $m_1$ ,  $m_2$  – масса бюкса с навеской до и после высушивания, г;  $m_0$  – масса бюкса, г.

*4.3.9.3. Определение массовой доли влаги на приборе ВЧ.* Источником нагрева служит прибор, состоящий из двух блоков с чугунными плитами 2 и 4, обогреваемыми с помощью плоских электрических элементов (рис. 4.3). Плиты соединены шарниром. Верхняя плита поднимается с помощью ручки 1. Высушиваемый объект помещают между плитами с некоторым зазором (обычно 2 мм), который можно регулировать специальным ключом. Каждая плита снабжена термометром, который помещен в металлическую гильзу с прорезью в стенке для шкалы. Прибор ВЧ располагается на ножках, прикрепленных к нижнему блоку, и снабжен переключателем интенсивности нагрева, при помощи которого элементы, расположенные в нижней плите, можно переключать с параллельного соединения «сильный нагрев» на последовательное – «слабый нагрев». Прибор должен быть заземлен.

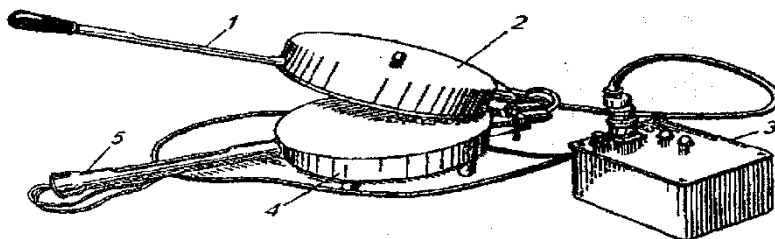


Рисунок 4.3 – Прибор ВЧ для определения массовой доли влаги:  
1 – ручка; 2, 4 – чугунные плиты; 3 – блок управления; 5 – электроконтактный термометр

При включении прибора дают сильный нагрев, слабый же служит для поддержания температуры прибора в рабочем состоянии. Температура регулируется автоматически электроконтактным термометром. Такие приборы оборудуют специальным блоком управления 3 для включения и выключения электронагревателей в зависимости от положения контактов электроконтактного термометра 5 (рис. 4.3).

Навеску высушивают в специальных пакетах из непроклеенной (фильтровальной) бумаги, размеры пакетов и соотношение их длины и ширины можно по мере необходимости изменять, необходимо только следить за тем, чтобы края пакетов не выходили за пределы пластин прибора. Обычно при работе на приборе прямоугольной формы предварительно заготовленные листы бумаги размером 20 x 14 см складывают пополам, затем края пакетика загибают примерно на 1,5 см. При работе на приборе круглой формы берут квадратные листы бумаги со стороной длиной 16 см и сгибают их в виде треугольника, загибая края также примерно на 1,5 см. Два таких пакетика легко уместятся в приборе, таким образом можно проводить одновременно параллельные определения.

Приготовленные пакетики предварительно сушат на приборе при температуре, установленной для высушивания материала, в течение 3 мин, а затем помещают в эксикатор, одновременно можно высушивать до шести пакетов (по три в ряд). Пакетики следует взвешивать непосредственно после их высушивания и охлаждения, а затем хранить в эксикаторе не более 2 ч. Необходимо следить за тем, чтобы эксикатор был заполнен сухим хлоридом кальция.

Влажность определяют следующим образом. В высушенный, охлажденный и взвешенный с точностью  $\pm 0,01$  г пакет помещают исследуемый материал. Сыпучий материал равномерно распределяют по поверхности пакета. Материал мажущейся консистенции осторожно размазывают стеклянной палочкой по поверхности бумаги. Масса навески 4–5 г, точность взвешивания 0,01 г. Материал взвешивают как можно быстрее, так как бумага пакета обладает гигроскопичностью и может увлажниться при взвешивании за счет влажности воздуха. Потери влаги при высушивании могут завесить результат анализа.

Прибор включают в сеть, ставят в положение «сильный нагрев» и доводят температуру до 140–145 °С, затем нагрев переключают на «слабый», доводят до рабочей температуры ( $170 \pm 5$  °С) и помещают пакет с навеской в прибор. По окончании высушивания пакет с навеской охлаждают в эксикаторе в течение 1–3 мин и взвешивают с точностью  $\pm 0,01$  г. В приборе одновременно можно разместить 2 пакета с навесками для параллельных анализов. Результаты анализа рассчитывают по формуле (4.4):

$$X = \frac{m_2 - m_1}{m_2 - m_0} \cdot 100, \quad (4.4)$$

где  $m_2$  – масса бюксы и навески зерна или солода до высушивания, г;  $m_1$  – масса бюксы и навески зерна или солода после высушивания и охлаждения; г;  $m_0$  – масса пустой бюксы, г; 100 – пересчет на 100 г зерна или солода.

*4.3.9.4. Определение пористости хлеба (ГОСТ 5669–96). Под пористостью* понимают отношение объема пор мякиша к общему объему хлебного мякиша, выраженное в процентах.

*Аппаратура:* весы лабораторные общего назначения по ГОСТ 24104–80, пробник Журавлева, состоящий из следующих частей: металлического цилиндра с внутренним диаметром 3 см, с заостренным краем с одной стороны, деревянной втулки, деревянного или металлического лотка с поперечной стенкой, в котором на расстоянии 3,8 см от стенки имеется прорезь глубиной 1,5 см.

#### *Проведение анализа*

Из середины лабораторного образца хлеба вырезают кусок шириной не менее 7–8 см. Из мякиша куска на расстоянии не менее 1 см от корок делают выемки цилиндром прибора Журавлева, для чего острый край цилиндра, предварительно смазанный растительным маслом, вводят вращательным движением в мякиш куска. Заполненный мякишем цилиндр укладывают на лоток так, чтобы ободок его плотно входил в прорезь, имеющуюся на лотке. Затем хлебный мякиш выталкивают из цилиндра втулкой, примерно на 1 см и срезают его у края цилиндра острым ножом. Отрезанный кусочек мякиша удаляют. Оставшийся в цилиндре мякиш выталкивают втулкой до стенки лотка и также отрезают у края цилиндра.

Для определения пористости пшеничного хлеба делают три цилиндрические выемки, для ржаного хлеба и хлеба из смеси муки – четыре выемки, объемом  $V=(27\pm 0,5)$  см<sup>3</sup> каждая.

В штучных изделиях, где из одного ломтика нельзя получить три-четыре выемки, делают выемки из двух ломтиков или двух изделий. Приготовленные выемки взвешивают одновременно.

Пористость (П) в процентах вычислить по формуле (4.5):

$$П = \frac{V - \frac{m}{\rho}}{V} 100, \quad (4.5)$$

где  $V$  – общий объем выемок хлеба, см<sup>3</sup>;  $m$  – масса навесок, г;  $\rho$  – плотность беспористой массы мякиша.

Плотность беспористой массы  $\rho$  принимают для хлебобулочных изделий следующей:

- 1,31 – из пшеничной муки высшего и первого сортов;
- 1,26 – из пшеничной муки второго сорта;
- 1,28 – из смеси пшеничной муки первого и второго сортов;
- 1,25 – из пшеничной подольской муки;
- 1,23 – из пшеничной муки с высоким содержанием отрубянистых частиц;
- 1,21 – из пшеничной обойной муки;
- 1,27 – из ржаной сеяной муки и заварных сортов;
- 1,22 – из смеси ржаной сеяной муки и пшеничной муки первого сорта;
- 1,26 – из смеси ржаной обдирной муки и пшеничной муки высшего сорта;
- 1,25 – из смеси ржаной обдирной муки и пшеничной муки первого сорта;
- 1,23 – из смеси ржаной обдирной муки и пшеничной муки второго сорта;
- 1,22 – из смеси ржаной обдирной муки и пшеничной подольской муки;
- 1,21 – из ржаной обойной муки или смеси ржаной обойной и пшеничной обойной.



Вычисления проводят с точностью до 1,0 %.

Примечание: в случае, если показатель  $p$  не предусмотрен стандартом, для расчета принимают  $p$  муки, близкой по составу или по соотношению сортов муки в смеси.

#### 4.3.9.5. Определение массовой доли жира экстракционным методом на аппарате Сокслета

Массовая доля жира определяется в сдобных хлебобулочных изделиях и кондитерских изделиях. Этот метод является наиболее точным (классическим). Метод основан на способности ряда органических растворителей, таких как диэтиловый и петролейный эфиры, трихлорметан, тетрахлорметан, дихлорэтан и др., извлекать жир из сухого материала растительного и животного происхождения.

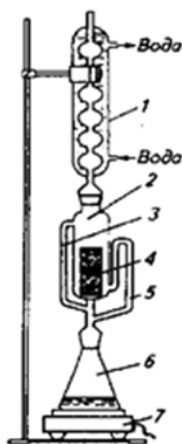


Рисунок 4.4 – Аппарат Сокслета: 1 – холодильник; 2 – экстрактор; 3 – трубка экстрактора; 4 – пакет или патрон с объектом исследования; 5 – сифон; 6 – приемная колба; 7 – электронагреватель

Аппарат Сокслета (рис. 4.4) состоит из приемной колбы 6, экстрактора 2 и холодильника 1.

При нагревании и кипении пары растворителя свободно проходят из колбы 6 в холодильник 1 по трубке 3 экстрактора 2. В холодильнике они конденсируются, а капли конденсата стекают в экстрактор, где в пакетах находится объект исследования. Накапливаясь в экстракторе, растворитель омывает пакеты и проникает внутрь них, извлекая жир из объекта исследования. Когда уровень растворителя с растворенным в нем жиром превысит высоту изогнутой трубки сифона 5, жидкость автоматически переливается в приемную колбу 6. Интенсивность нагревания на электроплитке 7 должна обеспечивать 5–6 сливов растворителя в течение 1 ч. Извлеченный жир остается (накапливается) в приемной колбе, а растворитель вновь отгоняется и конденсируется в холодильнике.

Для экстракции навеску измельченного объекта исследования предварительно высушивают, затем помещают в пакет, который готовят из фильтровальной бумаги.

В качестве растворителя применяют этиловый эфир обезвоженный (ГОСТ 265-82).

### Проведение анализа

2–5 г исследуемого образца, отвешенных с абсолютной погрешностью не более 0,001 г, высушивают до постоянного веса в бюксе в сушильном шкафу при температуре 100–105 °С. Высушенную навеску количественно переносят в пакеты из фильтровальной бумаги размером 8х9 см. Стенки бюксы протирают небольшим кусочком ваты, смоченной в эфире, присоединяют к навеске в пакет из фильтровальной бумаги. Пакет с навеской вкладывают в другой пакет из фильтровальной бумаги размером 9 х10 см так, чтобы линии загиба обоих пакетов не совпадали. Пакеты можно перевязать ниткой. Наружный пакет нумеруют графитовым карандашом. Пакет с навеской помещают в ту же бюксу и высушивают до постоянной массы в сушильном шкафу при 100–105 °С. Допускается сушить пробы для нежирных продуктов при 100–105 °С непосредственно в пакетах. Высушенный до постоянной массы пакет с навеской помещают в экстрактор аппарата Сокслета.

Экстракцию эфиром продолжают в течение 10–12 ч. Окончание экстракции проверяют нанесением капли стекающего из экстрактора растворителя на часовое стекло. После испарения растворителя на стекле не должно оставаться жирного пятна. По окончании экстракции пакет помещают в ту же бюксу и в течение 20–30 мин выдерживают в вытяжном шкафу для удаления эфира, затем высушивают в шкафу при температуре 100–105 °С до постоянной массы в течение 1–3 ч, охлаждают в эксикаторе и взвешивают с абсолютной погрешностью не более 0,001 г.

Массовую долю жира (X), в процентах вычислить по формуле (4.6).

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m}, \quad (4.6)$$

где  $m$  – масса исследуемого образца, г;  $m_1$  – масса высушенных бюксы, пакета и образца до экстракции, г;  $m_2$  – масса высушенных бюксы, пакета и образца после экстракции, г.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение результатов параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 0,5 %.

### Задание 4.3.10. Результаты экспериментов занести в табл. 4.4

Таблица 4.4 – Результаты исследования физико-химических показателей образцов в процессе приготовления теста и готовых хлебобулочных изделий (экспериментальных и промышленной выработки)

Образцы и их наименования	Тесто до брожения	Тесто после брожения		Готовое изделие		
	кислотность, град	кислотность, град	массовая доля влаги, %	кислотность, град	массовая доля влаги, %	пористость, %
1	2	3	4	5	6	7
Экспериментальные сдобные хлебобулочные изделия (наименование)						

1	2	3	4	5	6	7
Экспериментальный пшеничный хлеб из хлебопечки	-	-	-			
Хлеб пшеничный промышленной выработки	-	-	-			
Батон промышленной выработки	-	-	-			
Сдобные хлебобулочные изделия промышленной выработки						
Хлеб ржано-пшеничный промышленной выработки	-	-	-			

Сравнить полученные результаты с требованиями технической документации (ГОСТ 31805-2018), представленными в табл. 4.5.

Таблица 4.5 – Физико-химические показатели хлебобулочных изделий из пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта

Наименование показателя	Значения показателей
Влажность мякиша, %	19,0–52,0
Кислотность мякиша, град, не более	3,5
Пористость мякиша, %, не менее*	68,0
Массовая доля сахара в пересчете на сухое вещество, %	В соответствии с рецептурами с учетом допустимых отклонений
Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, %	В соответствии с рецептурами с учетом допустимых отклонений
Массовая доля начинки к массе изделия, %, не менее	15,0

\* Не нормируется в изделиях массой менее 0,2 кг и в изделиях, в рецептуру которых включены зерновые продукты, сушеный виноград, сушеные фрукты и т. п.

В сдобных изделиях в соответствии с рецептурами с учетом допустимых отклонений определяется массовая доля сахара в пересчете на сухое вещество, % и массовая доля жира, в пересчете на сухое вещество, %. Массовые доли сахара и жира нормируются при содержании каждого из них по рецептуре более 2 кг на 100 кг муки или на 100 кг смеси муки и зерновых продуктов. В хлебобулочных изделиях с начинками показатели нормируются только для тестовой основы. Уточненный перечень и нормы физико-химических показателей приводятся в документах на изделия конкретных наименований.

Сделать заключение о соответствии исследованных образцов требованиям технической документации.

## Рекомендуемая литература

1. Гост 32677–2014. Изделия хлебобулочные. Термины и определения. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 12 с.
2. ГОСТ 31805–2018 «Изделия хлебобулочные из пшеничной хлебопекарной муки. Общие технические условия». – Москва: Стандартинформ, 2018. – 16 с.
3. ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». – Москва, 2016. – 265 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru).
4. Технология хлебопекарного производства: учебник / под общ. ред. Л. И. Пучковой. – 9-е изд.; перераб. и доп. – Санкт-Петербург: Профессия, 2005. – 416 с.
5. Дубцов, Г. Г. Ассортимент и качество кулинарной и кондитерской продукции / Г. Г. Дубцов, М. Ю. Сиданова, Л. С. Кузнецова. – Москва: Изд-во Мастерство, 2001. – 236 с.
6. ГОСТ 27844–88. Изделия булочные. Общие технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2009. – 9 с.
7. Лурье, И. С. Технохимический и микробиологический контроль в кондитерском производстве / И. С. Лурье, Л. Е. Скокан, А. П. Цитович. – Москва: КолосС, 2003. – 415 с.
8. ГОСТ 5667–65. Хлеб и хлебобулочные изделия. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий. – Москва: Стандартинформ, 2005. – 5 с.
9. ГОСТ 21094–75 «Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности». Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2002. – 6 с.
10. ГОСТ 5670–96 «Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности». – Москва: Стандартинформ, 2006. – 9 с.
11. ГОСТ 5669–96 «Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости». Технические условия. Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск, 2002. – 5 с.
12. ГОСТ 5672–68 «Хлеб и хлебобулочные изделия. Методы определения массовой доли сахара». – Москва: Стандартинформ, 1991. – 12 с.
13. ГОСТ 5668–68 «Хлеб и хлебобулочные изделия. Методы определения массовой доли жира». – Москва, 1991. – 11 с.
14. Сдоба витая с сахаром / ТИ ООО «Калининградская кондитерская фабрика». – Калининград.

## Вопросы для самопроверки

1. На чем основана классификация изделий в промышленном хлебопечении?
2. На какие группы подразделяется сырье, используемое для выработки хлебобулочных изделий?

3. В чем заключается сущность биотехнологического процесса, происходящего при приготовлении пшеничного теста?
4. Что подразумевает понятие «сила муки»?
5. Какие этапы включает в себя общая технологическая схема производства хлебобулочных изделий?
6. Каковы отличительные качества ржаной муки?
7. В чем заключается сущность опарного и безопарного способов приготовления теста?
8. Какие показатели нормируются при контроле качества хлебобулочных изделий?
9. Каким образом и в каких единицах определяется кислотность мучных хлебобулочных и кондитерских изделий?

## Лабораторная работа № 5

### Тема: **БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС БРОЖЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПИВА**

**Цель занятия:** приобретение знаний, умений и навыков по оценке функциональных свойств зерновых продуктов для приготовления пива: солода из ячменя, пшеницы и ржи и несоложенного зерна этих видов, по зависимости основных показателей процесса изготовления пива и его качества от вида используемого сырья.

#### **Задачи:**

- закрепление знаний в сфере характеристик свойств зернового сырья для производства различных видов пива;
- приобретение умений определения потребительских свойств зернового сырья для осуществления биотехнологического процесса изготовления пива;
- закрепление знаний химического состава зернового сырья, изменений входящих в него органических веществ по ходу солодоращения, изготовления образцов солода и в процессе брожения при изготовлении пива;
- закрепление знаний классификации ферментов и дрожжевых культур, их роли в формировании потребительских свойств биотехнологического продукта – светлого и темного пива;
- приобретение навыков оценки качества и показателей биологической ценности экспериментальных образцов зерна и солодов из ячменя, пшеницы и ржи;
- приобретение знаний технологии пива, использования ферментных препаратов для стимулирования процессов брожения при производстве пива с использованием несоложенных материалов;
- приобретение навыков оценки и описания качества и потребительских свойств готового пива промышленного изготовления.

#### **5.1. Материально-техническое обеспечение**

- Зерно – ячмень, пшеница и рожь, солоды из ячменя, пшеницы и ржи, используемые для изготовления пива.
- *Стандарты на зерновые культуры, солод, хмель, пиво и другие материалы.*
- Образцы светлого и темного, нефильтованного пива, вырабатываемые промышленными предприятиями.
- Лабораторное технологическое оборудование для подготовки зерна, солода и других компонентов.
- Лабораторное аналитическое оборудование для определения органолептических и физико-химических показателей зерна и солода, органолептической

оценки и исследования физико-химических показателей промышленных образцов пива.

## 5.2. Справочно-теоретический материал

Пиво – игристый освежающий напиток, продукт законченного спиртового брожения, изготовленный из пивоваренного ячменного солода с применением хмеля [1]. Основу технологических процессов производства пива составляют биохимические превращения сырья, происходящие под влиянием ферментов, и физико-химические процессы взаимодействия составляющих компонентов рецептуры напитка под влиянием условий внешней среды [2–4].

Основным сырьем для производства пива является ячменный солод [5], который получают из специальных сортов ячменя по следующей технологии: очистка и сортировка ячменя, замачивание, солодоращение, сушка свежepro-рощенного солода, освобождение сухого солода от ростков и полировка. Солод приготавливают ячменный, пшеничный и ржаной.

Основные стадии технологического процесса производства пива представлены на рис. 5.1.



Рисунок 5.1 – Основные стадии технологического процесса производства пива

Сырьем для пивоваренного производства являются солод ячменный, хмель, вода, дрожжи. В качестве несоложенных материалов, т. е. зерна без проращивания, применяют ячмень, кукурузу, рис и реже – пшеницу. Пиво лучших сортов вырабатывают из солода без примеси несоложенного сырья.

Ячмень – основная культура для приготовления пива. Средний химический состав (% на сухое вещество): крахмал – 45–70, белки – 7–26, пентозаны – 7–11, сахара – 1,7–2,0, целлюлоза – 3,5–7,0, жиры – 2–3, зольные элементы – 2–3.

Лучшими являются ячмени, легко прорастающие и теряющие при этом минимальное количество питательных веществ. Цвет зерна должен быть светло-желтым, желтым или серовато-желтым, недозрелые зерна обычно имеют зеленоватый оттенок.

Для светлых сортов пива оболочка зерна не должна быть толстой, так как дубильные вещества, содержащиеся в ней, придают напитку грубый вкус. Содержание оболочки не выше 7–9 %. Для темных сортов допускается наличие оболочки до 13 %, поскольку содержащиеся в ней вещества улучшают специфический цвет и вкус темного пива.

Технологические качества зерна оценивают по следующим показателям: натура, способность прорастания, водочувствительность, мучнистость, содержание белка, пленчатость, экстрактивность. Под натурой зерна понимают массу зерен в 1 дм<sup>3</sup>; натура зерна колеблется от 600 до 750 г/дм<sup>3</sup>.

По характеру мучнистости делают вывод о состоянии эндосперма. Зерна могут быть мучнистыми, стекловидными и полустекловидными. Ячмень со стекловидными зернами содержит повышенное количество белка, трудно перерабатывается и дает солод плохого качества. В ячмене для пивоварения, количество белка не должно превышать 11,5 %. Для темных сортов пива допускается содержание белка до 12,5 %. Содержание белка ниже 7,5 % может привести к недостаточному сбраживанию сусла, плохой пеностойкости, пустому вкусу пива.

Содержание цветочных пленок называют пленчатостью. В пивоварении используют ячмени с пленчатостью не более 9 % на СВ.

Экстрактивность обусловлена содержанием крахмала, некрахмалистых полисахаридов и белковых веществ. У хороших ячменей экстрактивность 76–82 % на СВ. Чем выше экстрактивность, тем меньше расход зерна на производство пива.

Кроме ячменного солода, в пивоварении используют также ржаной и пшеничный.

При необходимости часть солода заменяют несоложенным зерном – ячменем, рожью, пшеницей и другим без проращивания.

Кукуруза применяется как добавка к солоду в виде кукурузной муки или кукурузной сечки. Экстрактивность кукурузы выше, чем у ячменя, и составляет 82–90 %. Средний химический состав зерна кукурузы, % на СВ: углеводы – 78,5, белки – 12–15, целлюлоза – 2,5, жиры – 5,1, зола – 1,75.

Рис добавляют к солоду в виде муки или сечки. Содержание крахмала в сечке около 80 %, белков 6–8 %, экстрактивность 95–97 % к массе СВ. Средний химический состав зерна риса без пленок, % к массе СВ: крахмал – 75–81, саха-



ра – 2–5, целлюлоза – 0,6–0,8, белковые вещества – 7–9, жиры – 1,6–2,5, зола – 1,0–1,2. Крахмальные зерна риса мелкие и трудно гидролизуются амилазами.

*Рисовая сечка* содержит мало жиров и много крахмала, что положительно влияет на качество готового пива. В рисе отсутствуют фракция белка  $\beta$ -глобулина и антоцианогены, участвующие в помутнении пива. Поэтому использование риса в качестве рецептурного компонента позволяет повысить стойкость пива.

*Пшеница* используется в пивоварении в качестве солода и несоложенного сырья. Средний химический состав, % к массе СВ: крахмал – 60–80, белки – 7–18, целлюлоза – 2,0–2,5, сахара – 3, жиры 0,5–1,0, минеральные вещества – 1,–2,0, гумми-вещества – 0,30–0,44. Для пивоварения используют сорта с содержанием белка 12–13 %, лучшие сорта – с количеством белка не выше 11 %. У солода из такой пшеницы хорошее растворение, солод имеет высокое содержание экстракта и низкую цветность. Но белки глиадин и глютелин образуют при затирании клейковину, затрудняющую фильтрацию заторов. Пшеница содержит очень мало антоцианогенов, поэтому стабильность пшеничного пива выше.

*Ржаной солод* (ГОСТ Р 52061-2003 Солод ржаной сухой. Технические условия) [6] содержит очень активные амилолитические и протеолитические ферменты. Солод из ржи используется в основном в пивоварении, а также в спиртовом, крахмало-паточном и хлебопекарном производствах как источник амилолитических ферментов.

*Хмель* (ГОСТ 32912–2014 Хмелепродукты. Общие технические условия) [7] – основное и пока незаменимое сырье для пивоварения. Входящие в состав хмеля вещества придают пиву специфический вкус и аромат, увеличивают его стойкость при хранении, способствуют лучшему осветлению пива и образованию пены.

В пивоваренном производстве используют только шишки – женские неплодотворенные соцветия. Средний химический состав сухих хмелевых шишек, %: целлюлоза – 12–16, азотистые вещества – 15–24, безазотистые экстрактивные вещества 25–30, зола – 6–9, хмелевые смолы – 10–20, полифенольные вещества – 2–5, эфирные масла – 0,2–1,7. В небольших количествах в хмеле содержатся жиры, красящие вещества, сахара (глюкоза, фруктоза), пентозаны, органические кислоты (яблочная, лимонная, янтарная), воски.

Горькие вещества, хмелевое масло и полифенольные соединения представляют исключительную ценность для пивоварения. Горькие вещества объединяют смолы и горькие хмелевые кислоты. Они придают пиву горечь, обладают антисептическими свойствами, участвуют в ценообразовании.

Полифенольные вещества хмеля предохраняют горькие вещества от окисления и образования комплексных соединений, обладают антибиотическими свойствами, имеют вяжущий вкус. Они осаждают белки сусла, что способствует лучшему осветлению напитка.

Хмелевое эфирное масло придает хмелю специфический приятный аромат. Во время хранения хмеля его составные части, особенно хмелевое масло, подвержены окислению, причем запах окисленных веществ резко изменяется, частично он приобретает чесночный оттенок. Поэтому для консервирования

хмеля и повышения степени использования горьких веществ шишки брикетируют или готовят из них экстракты хмеля.

*Дрожжи* [8] необходимы для основного биохимического процесса при производстве пива – спиртового брожения. Спиртовое брожение сахаров суслу под действием ферментов дрожжей формирует букет напитка.

В пивоварении применяют дрожжи верхового и низового брожения. Дрожжи верхового брожения вида *S. cerevisiae* используются для получения пива при повышенной температуре (12–15 °С). За счет небольших размеров клеток дрожжи *S. cerevisiae* выносятся вместе с пузырьками диоксида углерода на поверхность бродящего суслу.

В отечественном пивоварении в основном используются дрожжи низового брожения, которые относятся к виду *S. carlsbergens* и активно бродят при температуре 5–7 °С. Эти дрожжи по окончании процесса брожения быстро оседают и образуют на дне бродильного аппарата плотный слой.

Для производства пива используют пивные дрожжи различных рас, т. е. чистых культур, обладающих устойчивыми признаками.

### *Приготовление солода*

Солод получают [2, 3] проращиванием высококачественного ячменя или других злаковых культур в искусственных условиях при определенной температуре и влажности (рис. 5.2). Искусственное проращивание зерна называется солодоращением, а полученный продукт – свежепросшим солодом.

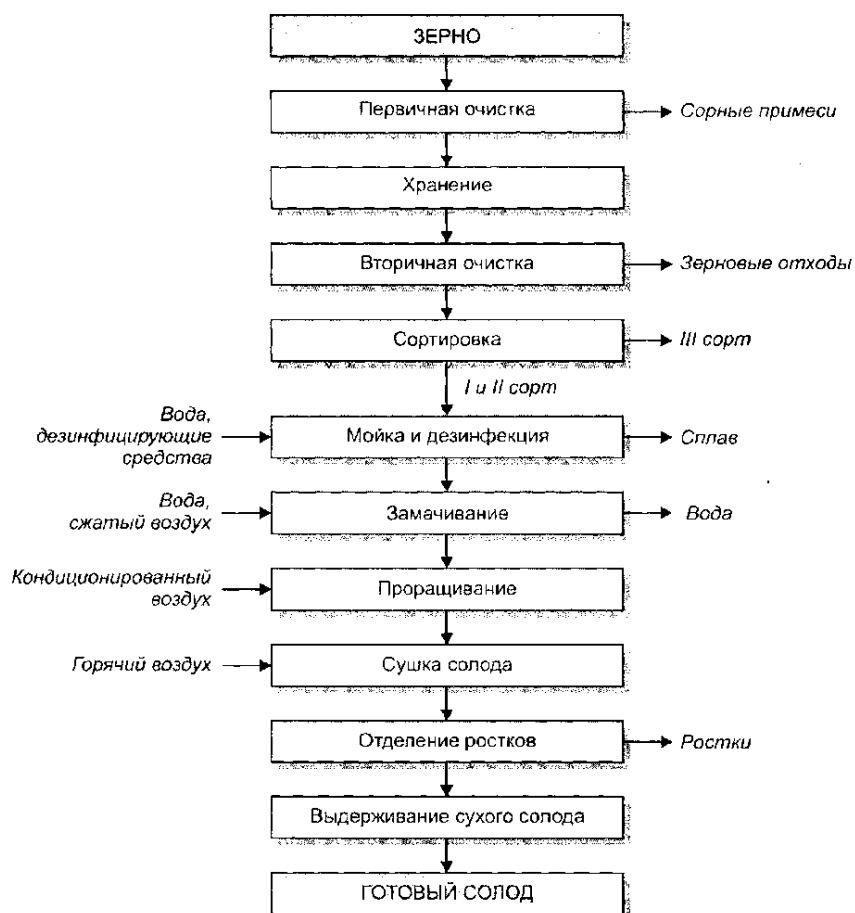


Рисунок 5.2 – Основные стадии технологического процесса производства солода

Цель солодоращения – накопление в зерне максимального количества активных ферментов, главным образом амилолитических. Под действием ферментов запасные вещества эндосперма зерна (крахмал, гемицеллюлоза, белки) подвергаются гидролизу.

Амилолитическая активность солода позволяет осуществить его самоосахариваемость. Осахаривающая способность выражается количеством мальтозы (г), образующейся из крахмала под действием ферментов 100 г солода. Быстрая самоосахариваемость – одно из основных требований к пивоваренному солоду. Осахаривающая способность светлого свежепросожденного солода 300–400, темного – 400–500 ед./г.

Общая титруемая кислотность во время солодоращения повышается с 1,5–2,5 до 4,5–7,5 см<sup>3</sup> 1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроокиси натрия на 100 г зерна. Повышение кислотности происходит в результате образования карбоновых кислот при неполном окислении углеводов и дезаминировании аминокислот. Кроме того, кислотность повышается за счет образования кислых соединений фосфорной кислоты.

Свежепросожденный солод не может использоваться для приготовления пивного сусла, он по химическому составу не удовлетворяет предъявляемым требованиям и при большой влажности является очень нестойким продуктом. Сухой солод – стойкий продукт со специфическим цветом, ароматом и химическим составом – получают после сушки свежепросожденного солода. В зависимости от температурных условий сушки получают светлый или темный солод. Светлый солод вырабатывают главным образом из ячменя и в небольших количествах из ржи.

Для ржаного ферментированного солода рожь после очистки замачивают при температуре 13–18 °С в течение 30–32 ч до влажности 50–52 %. Замоченную рожь проращивают 3–4 сут при температуре 13–19 °С. В течение первых двух суток зерно подвергается самосогреванию, причем температура в средних слоях повышается до 55–60 °С.

Через двое суток солод тщательно перемешивают и увлажняют до 60 %. Ферментацию (томление) солода производят также в барабанах при 55–65 °С. Продолжительность ферментации 4–5 сут. В барабанах процесс происходит при более постоянной температуре и при лучшем перемешивании, что обеспечивает повышенное качество солода. Ферментированный солод сушат. Во время томления и сушки происходят реакции аминокислот и пептидов с углеводами (ксилоза, мальтоза, глюкоза, фруктоза), при которых образуются ароматические темноокрашенные вещества (меланоидины) и ароматическая фракция (фурфурол, оксиметилфурфурол, ацетальдегид, изовалерьяновый альдегид, метилглиоксоль и др.). Из них особенно оксиметилфурфурол обладает приятным медовым запахом.

По органолептическим и физико-химическим показателям ячменный и пшеничный солоды должны соответствовать требованиям ГОСТ 29294–2014 «Солод пивоваренный. Технические условия», а ржаной солод – требованиям ГОСТ Р 52061–2003 «Солод ржаной сухой. Технические условия».

Качество солода оценивается по следующим показателям: органолептическая оценка, содержание влаги, экстрагируемость, сахаробразующая способность, содержание сахаров, кислотность. Физико-химические показатели ячменного и пшеничного солодов представлены в табл. 5.1 и 5.2, ржаного – в табл. 5.3

Таблица 5.1 – Физико-химические показатели солода пивоваренного светлого и темного (ГОСТ 29294-2014)

Наименование показателя	Значение показателя для солода					
	светлого				темного	
	ячменного			пшеничного	ячменного	пшеничного
	высшего класса	первого класса	второго класса			
1	2	3	4	5	6	7
Массовая доля влаги, %, не более	4,5	5,0	6,0		5,0	
Массовая доля сорной примеси, %, не более	Не допускается	0,3	0,5		0,3	
Проход через сито (2,2x20) мм, %, не более	3,0	5,0	8,0	-	8,0	-
Проход через сито (1,7x20) мм, %, не более	Не регламентируется			8,0	Не регламентируется	8,0
Количество зерен, %:						
- мучнистых, не менее	85,0	80,0		90,0		
- стекловидных, не более	3,0	5,0	10,0		5,0	
- темных, не более	Не допускается		4,0		10,0	
Массовая доля экстракта в сухом веществе солода тонкого помола, %, не менее	79,0	78,0	76,0		74,0	
Разница массовых долей экстрактов в сухом веществе солода тонкого и грубого помолов, %, не более	1,5	2,5	4,0	3,0	Не регламентируется	4,0
Массовая доля белковых веществ в сухом веществе солода, %, не более	11,5		12,0	12,2	Не регламентируется	

1	2	3	4	5	6	7
Отношение массовой доли растворимого белка к массовой доле белковых веществ в сухом веществе солода (число Кольбаха), %	39–41	Не регламентируется				
Показатели лабораторного сула: - прозрачность (визуально)	Прозрачное		Допускается небольшая опалесценция		Не регламентируется	
- продолжительность осахаривания, мин, не более	15	20	25	25	Не регламентируется	
- цвет:	Не более	Не более				
ц.ед.	0,20	0,30	Не более 0,40		0,50–1,30	
изд. EVS	3,1	3,5	9,7		8,1–18	
- кислотность, к.ед.	0,9–1,1	0,9–1,2	0,9–1,3		Не регламентируется	

Таблица 5.2 – Физико-химические показатели ячменного солода пивоваренного карамельного и жженого (ГОСТ 29294-2014)

Наименование показателя	Значение показателя для солода		
	карамельного		жженого
	первого класса	второго класса	
Массовая доля влаги, %, не более	6,0		5,0
Массовая доля сорной примеси, %, не более	0,5		
Количество карамельных зерен, %, не менее	93,0	25,0	Не регламентируется
Массовая доля экстракта в сухом веществе солода, %, не менее	75,0	70,0	
Показатель лабораторного сула: цвет, не менее, Лн	20,0		100,0

Таблица 5.3 – Физико-химические показатели солода ржаного сухого (ГОСТ Р 52061–2003)

Наименование показателя	Норма для солода типа			
	неферментированного		ферментированного	
	класса			
	I	II	I	II
1	2	3	4	5
Массовая доля влаги, %, не более:				
- в зернах	8,0			
- в размолом виде	10,0			
Качество помола:				
- размолотого солода	Проход без остатка через сито с номинальным размером ячеек 900 мкм			

1	2	3	4	5
- для хлебопекарной промышленности	Проход без остатка через сито с номинальным размером ячеек 560 мкм			
Массовая доля экстракта в сухом солоде, %, не менее:				
- при горячем экстрагировании	80,0	78,0	-	-
- при горячем экстрагировании с вытяжкой из ячменного солода	-	-	84,0	80,0
- при холодном экстрагировании (только для солода, используемого в хлебопекарной промышленности)	-	-	42,0	40,0
Продолжительность осахаривания, мин, не более	25	30	-	-
Кислотность солода, к.ед.:				
- при холодном экстрагировании	-	-	От 35,0 до 50,0	От 25,0 до 34,9
- при горячем экстрагировании, не более	15,0	17,0	-	-
Цвет солода, ц.ед.:				
- при холодном экстрагировании	-	-	От 10,0 до 20,0	От 7,0 до 9,9
- при горячем экстрагировании, не более	3,0	5,0	-	-
Примеси:				
- металломагнитные примеси размером отдельных частиц не более 0,3 мм, мг на 1 кг, не более	3,0			
- минеральные примеси	Не допускаются			
Зараженность вредителями	Не допускается			

### 5.3 Задания и методические указания по их выполнению

Экспериментальная часть лабораторной работы состоит из двух частей:

Часть 1. Исследование органолептических и физико-химических показателей солода и несоложенного зерна (5.3.1).

Часть 2. Исследование органолептических и физико-химических показателей пива, произведенного промышленными предприятиями (5.3.2).

#### 5.3.1. Часть 1. Исследование органолептических и физико-химических показателей солода и несоложенного зерна

*Задание 5.3.1.1. Определение природы зерна (ячмень, пшеница, рожь) и сухих солодов из этих видов зерна (ячменного, пшеничного и ржаного).* Используя справочно-теоретический материал данной лабораторной работы уточните уровни природы разных солодов в соответствии с нормативными документами, требования которых представлены в табл. 5.1, 5.2 и 5.3.

Для определения природы экспериментальных образцов используйте следующую методику.

В предварительно оттарированный по объему и массе стакан вместимостью 1 дм<sup>3</sup> насыпьте до самого верха зерно или солод и взвесьте с точностью  $\pm 0,01$  г. Масса зерен в объеме 1 дм<sup>3</sup> является натурой зерна или солода.

Сравните полученные результаты с нормативными данными для солодов и запишите в табл. 5.4.

*Задание 5.3.1.2. Определение мучнистости образцов солодов и зерна.* Запишите, что понимают под мучнистостью зерна и солода. По характеру мучнистости делают вывод о состоянии эндосперма. Зерна могут быть мучнистыми, стекловидными и полустекловидными. Определение количества мучнистых, стекловидных и темных зерен проведите, пользуясь следующим методом.

От каждой средней пробы зерна или солода в сухой лабораторный стакан отобрать произвольно 100 зерен. Зерна разрезать скальпелем или бритвой поперечным разрезом пополам и подсчитать количество мучнистых и стекловидных зерен. При этом полумучнистые (полустекловидные) зерна не учитывать, но собирать их отдельно. Одновременно подсчитывать количество темных зерен в каждой исследуемой пробе.

*Примеры подсчета:*

1) При поперечном разрезе 100 зерен солода обнаружено:

- стекловидных зерен – 7, т. е. 7 %;

- мучнистых зерен – 83, т. е. 83 %.

1. Разность между общим количеством взятых зерен и суммой мучнистых и стекловидных зерен  $100 - (83 + 7) = 10$  составляют полумучнистые (полустекловидные) зерна, которые не учитывают.

2. Количество темных зерен в этой же пробе – 3, т. е. 3 % (подсчитывают независимо от количества мучнистых и стекловидных зерен).

Сравнить полученные результаты с требованиями стандартов на солоды, приведенные в табл. 5.5.1 и 5.5.3. Результаты записать в табл. 5.5.4.

*Задание 5.3.1.3. Определение органолептических показателей образцов солода и несоложенного зерна*

*Органолептическая оценка качества солода*

По требованиям ГОСТ 29294-2014 «Солод пивоваренный. Технические условия» ферментированный солод должен обладать кисло-сладким вкусом, без горького и пригорелого привкуса. Запах должен быть свойственным данному виду солода (без запаха плесени и гнили); цвет – от светлого до коричневого и темно-бурого с красноватым оттенком.

В соответствии с ГОСТ 29294–2014 «Солод пивоваренный. Технические условия» и ГОСТ Р 52061–2003 «Солод ржаной сухой. Технические условия» качество и солода (параллельно и несоложенного зерна) оценить по органолептическим и следующим физико-химическим показателям: содержание влаги, экстрагируемость, сахаробразующая способность, содержание сахаров, кислотность.

### *Органолептическая оценка качества солода и зерна*

*Вкус и запах* солода и несоложенного зерна определить в вытяжке, приготовленной в стакане настаиванием измельченного солода или зерна в дистиллированной воде при соотношении 1:5 при температуре 60 °С. После перемешивания содержимое стакана закрыть часовым стеклом и после двухминутного настаивания определить вкус и запах органолептически.

Согласно требованиям ГОСТ 29294–2014 «Солод пивоваренный. Технические условия» ферментированный солод должен обладать кисло-сладким вкусом, без горького и пригорелого привкуса. Запах должен быть свойственным данному виду солода (без запаха плесени и гнили); цвет – от светлого до коричневого и темно-бурого с красноватым оттенком.

Согласно требованиям ГОСТ Р 52061–2003 «Солод ржаной сухой. Технические условия» ферментированный ржаной солод должен обладать кисло-сладким вкусом, приближающимся к вкусу ржаного хлеба, без горького и пригорелого привкуса. Запах должен быть свойственным данному виду солода (без запаха плесени и гнили); цвет – от коричневого до темно-бурого с красноватым оттенком.

*Задание 5.3.1.4. Оценить качество солода и зерна по физико-химическим показателям.* В несоложенном зерне и солоде определить влажность, экстрактивность, кислотность, сахаробразующую способность, содержание сахаров. Для проведения данных исследований солод и несоложенное зерно необходимо тонко размолоть на лабораторной мельнице.

### *Определение влажности солода и несоложенного зерна*

При повышении в солоде влажности выше 10% могут начаться бактериальные процессы со всеми отрицательными последствиями для качества продукта.

ГОСТ Р 52061–2003 «Солод ржаной сухой. Технические условия» рекомендует два метода определения влажности солода: высушивание в сушильном шкафу при 105 °С и высушивание на приборе ВНИИХП-ВЧ при 160 °С.

*Определение влажности несоложенного зерна и солода (ячменного, ржаного, пшеничного) методом высушивания в сушильном шкафу (арбитражный метод).*

Навеску размолотого на лабораторной мельнице солода или зерна около 5 г, взвешенную на аналитических весах с точностью 0,0001 г. поместить в предварительно высушенную и взвешенную бюксу, после чего сушить ровно 3 ч в сушильном шкафу при 105 °С. После высушивания бюксу с высушенной навеской охладить в эксикаторе и взвесить.

Содержание влаги в процентах рассчитать по формуле

$$X = \frac{m_2 - m_1}{m_2 - m_0} \cdot 100,$$



где  $m_2$  – масса бюксы и навески зерна или солода до высушивания, г;  $m_1$  – масса бюксы и навески зерна или солода после высушивания и охлаждения, г;  $m_0$  – масса пустой бюксы, г; 100 – пересчет на 100 г зерна или солода.

Допустимые расхождения между двумя параллельными определениями влажности не должны превышать  $\pm 0,5\%$ .

*Определение влажности размолотых образцов несоложенного зерна и солодов на приборе ВЧ (см. рис. 4.3) провести аналогично п. 4.3.9.3.*

Сравнить полученные результаты с требованиями ГОСТ для солодов (табл. 5.1, 5.2 и 5.3) и записать в табл. 5.4.

*Задание 5.3.1.5. Определение сахарообразующей способности солода и несоложенного зерна.* Использовать сухие солод и зерно в тщательно размолотом состоянии. Косвенное определение сахарообразующей способности состоит из трех этапов: ферментативное образование сахара из крахмала при определенных условиях в течение одного часа, инактивация ферментов, количественное определение сахара в вытяжке с пересчетом на мальтозу йодометрическим методом.

Метод основан на реакции восстановления окиси меди в жидкости Фелинга (щелочной раствор сегнетовой соли с раствором сульфата меди) при взаимодействии ее с сахарами исследуемой жидкости. Количество сахара определяют по разности между количеством взятой окисной меди и оставшейся после реакции с сахарами. Окисную медь определяют йодометрически: после добавления йодистого калия и серной кислоты, в присутствии раствора крахмала (индикатора) проводят титрование тиосульфатом натрия.

#### *Методика выполнения анализа*

Навеску измельченного солода массой 10 г, взвешенную с точностью  $\pm 0,05$  г, количественно перенести в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>. В другую мерную колбу количественно перенести навеску измельченного зерна. Колбы с зерном и солодом для прогревания поместить на водяную баню или в термостат при температуре 27 °С на 10–15 мин. Затем в каждую колбу прилить по 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды с температурой 27 °С, хорошо размешать и выдерживать в водяной бане (или в термостате) один час при температуре 27 °С, взбалтывая содержимое колб через каждые 15 мин.

После часовой выдержки, во время которой происходит осахаривание крахмала, колбы вынуть из термостата, добавить в каждую цилиндром по 15 см<sup>3</sup> 15%-ного раствора сульфата цинка и по 15 см<sup>3</sup> 1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия, довести водой объем в колбах до метки и тщательно взбалтывать 3 мин для инактивации ферментов. Колбы выдержать еще 3–5 мин для отстаивания и содержимое профильтровать через бумажный фильтр.

В конические колбочки вместимостью 50 см<sup>3</sup> отобрать пипеткой по 3 см<sup>3</sup> вытяжки (можно 1 см<sup>3</sup> + 2 см<sup>3</sup> воды, см. ниже), по 1 см<sup>3</sup> 6,9%-ного раствора сульфата меди, по 1 см<sup>3</sup> щелочного раствора сегнетовой соли (346 г сегнетовой

соли и 100 г едкого натра в 1 дм<sup>3</sup> раствора). Колбы поставить на электроплитку и кипятить ровно 2 мин после закипания, после чего быстро охладить. Избыток окисной меди оттитровать. Для этого в каждую колбу внести по 1 см<sup>3</sup> 30%-ного раствора йодистого калия и по 1 см<sup>3</sup> 25%-ной серной кислоты и титровать выделившийся йод 0,1 н. раствором тиосульфата натрия до светло-желтого окрашивания. Затем прибавить по 3–4 капли 1%-ного раствора крахмала и продолжить титрование до исчезновения синей окраски.

Одновременно провести контрольный опыт, но вместо вытяжки взять в колбу 3 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и добавить те же реактивы, что и в рабочем опыте. Разность в результатах титрования, полученных при определении сахара в рабочих и в контрольных опытах (А), умноженная на поправку к титру, показывает количество восстановленной меди, выраженное в см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора тиосульфата натрия. Желательно, чтобы эта разность была в пределах 0,7–1,2.

Если анализируется более концентрированная, трудно фильтрующаяся вытяжка, то для определения сахаров можно отобрать не 3, а 1 или 2 см<sup>3</sup>, доводя их объем дистиллированной водой до 3 см<sup>3</sup>.

Количество сахара во взятой вытяжке вычисляется путем умножения (А) на фактор пересчета на данный вид сахара, который равен: для мальтозы 5,4; для сахарозы 3,4; для глюкозы 3,3; для фруктозы 3,7. Затем сделать пересчет сахара на 10 г солода (разделить на *a* и умножить на 100).

Содержание мальтозы (мг) вычислить по формуле (5.1)

$$X = \frac{A \cdot K \cdot 5,4 \cdot 100}{a}, \quad (5.1)$$

где *A* – разность в результатах титрования при контрольном опыте и при рабочем опыте при определении сахара, см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора тиосульфата натрия; *K* – поправка к титру 0,1 н. раствора тиосульфата натрия; 5,4 – фактор пересчета для мальтозы, мг; *a* – объем вытяжки, взятый для титрования, см<sup>3</sup>; 100 – объем вытяжки в мерной колбе с навеской солода 10 г, см<sup>3</sup>.

Процентное содержание мальтозы (г на 100 г измельченного зерна или солода) вычисляется по формуле (5.2):

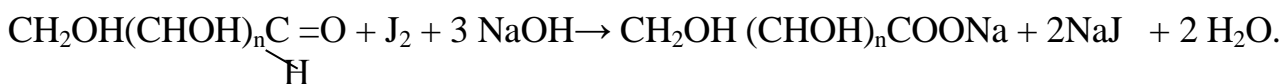
$$C = \frac{X}{100} \%. \quad (5.2)$$

Сравнить полученный результат с требованиями, приведенными в табл. 5.1–5.3, и записать в табл. 5.4.

*Задание 5.3.1.7. Определить количество сахаров в зерне или солоде.* Для количественных определений большое распространение при исследовании растительных веществ и физиологических процессов в живых организмах получили химические и колориметрические методы.

### **Йодометрический метод определения альдоз (по Вильштеттеру и Шудлю)**

В основу метода положен процесс окисления альдегидной группы углевода йодом до соответствующей кислоты. Реакция протекает по следующему уравнению:



Реактивы:

1. 0,1 н. раствор йода;
2. 0,1 н. раствор гипосульфита натрия;
3. 0,1 М раствор гидроокиси натрия;
4. 1-нормальный раствор серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

*Методика определения.* Навески размолотых солода или зерна массой 1 г перенести в мерные колбы вместимостью  $100 \text{ см}^3$ , залить дистиллированной водой для экстрагирования сахаров, объем в колбах довести до метки и тщательно перемешать. Затем содержимое колб профильтровать или отцентрифугировать и из прозрачного раствора отобрать в колбы Эрленмейера для исследования по  $10 \text{ см}^3$  экстрактов, что соответствует 0,1 г исходного вещества.

В каждую колбу добавить по  $25 \text{ см}^3$  0,1 н. раствора йода и через 3 мин при энергичном помешивании медленно налить по  $35 \text{ см}^3$  0,1 М раствора гидроокиси натрия до исчезновения окраски йода. Колбы закрыть хорошо пригнанной резиновой пробкой и поставить на 20 мин в темное место. Затем колбы вынуть, добавить по  $5 \text{ см}^3$  1 н. раствора серной кислоты и оттитровать выделившийся йод 0,1 н. раствором гипосульфита натрия  $\text{Na}_2 \text{S}_2\text{O}_3$ , добавляя к концу титрования раствор крахмала в качестве индикатора. Одновременно поставить контрольный опыт с  $10 \text{ см}^3$  дистиллированной воды.

Количество глюкозы (в %) при данном анализе вычислить по формуле (5.3):

$$\Gamma = \frac{(a-b) \cdot 0,009 \cdot V_1 \cdot 100}{m \cdot V_2}, \quad (5.3)$$

где  $a$  – количество 0,1 н. раствора гипосульфита натрия, пошедшего на титрование контрольного образца,  $\text{см}^3$ ;  $b$  – количество 0,1 н. раствора гипосульфита натрия, пошедшего на титрование рабочего образца,  $\text{см}^3$ ; 0,009 – титр глюкозы по йоду (молекулярная масса глюкозы 180, эквивалент 90, титр 0,1 н. раствора 0,009);  $m$  – масса навески солода или зерна, г;  $V_1$  – объем растворения навески,  $\text{см}^3$ ;  $V_2$  – объем фильтрата, взятый для титрования,  $\text{см}^3$ .

*Задание 5.3.1.8. Определить экстрактивность солода и несоложенного зерна.* Растворимые в воде вещества зерна и солода в основном представлены углеводами и в меньшей степени другими соединениями (продуктами расщепления белков, минеральными солями и др.). Из углеводов в водный раствор переходят декстрины, мальтоза, глюкоза, фруктоза, сахароза и др.

Солод при всех прочих равных условиях считается тем лучше, чем выше содержание в нем водорастворимых веществ. Низкое содержание экстрактивных веществ свидетельствует о неправильной технологии приготовления солода и отрицательно сказывается на его качестве (вкусе, аромате). Помимо влияния на вкус экстрактивные вещества несколько задерживают процесс черствения хлеба.

Процесс определения содержания водорастворимых веществ складывается из двух основных операций: приготовления водного солодового или зерно-

вого экстракта (фильтрата) и определения в нем содержания сухих (экстрактивных) веществ.

Водную вытяжку получают методами холодного и горячего экстрагирования.

При определении экстрактивности ферментированного солода, предназначенного для хлебопекарной промышленности ГОСТ Р 52061–2003 Солод ржаной сухой. Технические условия рекомендует получать солодовую вытяжку методом холодного экстрагирования.

*Техника проведения анализа.* 10 г хорошо размолотых солода и зерна взвесить с точностью  $\pm 0,01$  г и поместить в конические колбы вместимостью 200–250 см<sup>3</sup> с хорошо пригнанной пробкой. Потом внести пипеткой 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды с температурой 18–20° С и настаивать зерно или солод с водой в течение 15 мин, взбалтывая через каждые 5 мин в продолжение одной минуты. Затем все содержимое колбы, за исключением осадка, профильтровать через складчатый фильтр в сухую колбу, при этом первые порции фильтрата возвращаются на фильтр. Фильтрацию можно прекратить, когда наберется 60–70 см<sup>3</sup> прозрачного фильтрата (экстракта).

#### *Приготовление горячей вытяжки*

В стакан с 50 г размолотого солода прилить 250 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, нагретой до температуры 90 °С. Затем смесь довести до слабого кипения и выдерживать при этих условиях 5 мин, постоянно помешивая. После охлаждения содержимое колбы профильтровать через складчатый фильтр в сухую колбу.

Полученные указанными способами солодовые и зерновые экстракты используются как для определения показателя экстрактивности, так и для дальнейшего определения кислотности и цвета зерна и солода.

*Определить экстрактивность зерна и солода рефрактометрическим методом*

*Техника определения.* Каплю исследуемого экстракта (полученного холодным и горячим способом) после фильтрования поместить между призмами прецизионного рефрактометра марок РПЛ или РПЛ-2 и, руководствуясь инструкцией, приложенной к рефрактометру, произвести на нем 2–3 отсчета концентрации растворенных сухих веществ. По средней арифметической величине этих замеров, выраженных в процентах, найти рефрактометрический показатель содержания водорастворимых веществ в процентах в исследуемом фильтрате ( $n$ ). Умножив полученную величину  $n$  на 10 (разведение), определить величину рефрактометрического показателя содержания водорастворимых веществ в 100 г солода.

$$y = n \cdot 10, \quad (5.4)$$

где  $n$  – рефрактометрический показатель содержания сухих веществ в процентах в исследуемом фильтрате; 10 – разведение солода.

Затем эту величину пересчитать на 100 г сухих веществ зерна или солода (Y):

$$Y = \frac{y \cdot 100}{100 - W}, \quad (5.5)$$

где  $Y$  – содержание экстрактивных веществ в 100 г сухих веществ солода;  $y$  – величина рефрактометрического показателя содержания водорастворимых веществ в 100 г солода;  $W$  – влажность солода в процентах.

После этого необходимо внести поправку, учитывающую завышение рефрактометрического показателя за счет содержания в экстракте из зерна или солода декстринов и других веществ, влияющих на показания рефрактометра.

Рассчитать содержание экстрактивных веществ в солоде по формуле:

$$E = 0,901Y - 0,11, \quad (5.6)$$

где  $E$  – истинное содержание экстрактивных веществ в 100 г солода;  $Y$  – содержание экстрактивных веществ в 100 г сухих веществ солода.

Сравнить полученные результаты с требованиями, приведенными в табл. 5.1–5.3 и записать в табл. 5.4.

*Задание 5.3.1.9. Определить цвет солода.* От цвета солода зависит окраска готовых изделий. Кроме того, высокий показатель цвета при правильной технологии приготовления солода обычно соответствует высокому содержанию в нем ароматических веществ. Выражают цвет солода в  $\text{см}^3$  1 н. раствора йода, отнесенного к 100 г сухих веществ солода. Определение цвета производится колориметрическим методом уравнивания.

*Техника определения.* В один из стаканов или колб внести пипеткой 10  $\text{см}^3$  фильтрата, полученного при определении экстрактивности солода, 90  $\text{см}^3$  дистиллированной воды и перемешать. В другой стакан или колбу внести 100  $\text{см}^3$  дистиллированной воды и приливать из микробюретки 0,1 н. раствор йода (25 г йодистого калия и 12,7 г йода растворяют в мерной колбе вместимостью 1000  $\text{см}^3$ ), наблюдая за изменением цвета, до совпадения окраски раствора йода с цветом разбавленного водой фильтрата в первом сосуде. Цвет солода  $\text{Ц}$  выражают в  $\text{см}^3$  1 н. раствора йода на 100 г сухого вещества солода и рассчитывают по следующей формуле:

$$\text{Ц} = \frac{V \cdot v_2 \cdot K \cdot 100}{m \cdot v_1 \cdot 10 \cdot (100 - W)}, \quad (5.7)$$

где  $m$  – масса навески солода, г;  $V$  – объем воды, взятый для экстрагирования,  $\text{см}^3$ ;  $v_1$  – объем экстракта, взятый для титрования,  $\text{см}^3$ ;  $v_2$  – количество 0,1 н. раствора йода, добавленного к 100  $\text{см}^3$  воды до совпадения цвета с цветом фильтрата солода, полученного методом холодного экстрагирования,  $\text{см}^3$ ;  $K$  – поправочный коэффициент рабочего раствора 0,1 н. раствора йода;  $10$  – объем фильтрата,  $\text{см}^3$ , полученного при определении экстрактивности солода;  $W$  – влажность солода, %;  $100$  – пересчет на 100 г солода.

Сравнить полученные результаты с требованиями, приведенными в табл. 5.1–5.3 и записать в табл. 5.4.

*Задание 5.3.1.10. Определение кислотности солода и несоложенного зерна.* В процессе проращивания и томления (ферментации) солода происходит заметное нарастание в нем содержания кислот и кислореагирующих веществ. Ряд наблюдений показывает, что высокая кислотность положительно влияет на образование окраски солода во время сушки.

Кислотность солода выражается в см<sup>3</sup> 1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия, пошедшего на титрование кислот и кислореагирующих веществ, находящихся в 100 г сухих веществ солода.

*Определить кислотности солодов и зерна титриметрическим способом*

*Техника определения.* В коническую колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> внести 2 см<sup>3</sup> каждого из испытуемых фильтратов, полученных при определении экстрактивности, 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, 2 капли 1%-ного спиртового раствора фенолфталеина и провести титрование 0,1 М раствором гидроксида натрия до появления розового окрашивания.

Кислотность  $K$  (в см<sup>3</sup> 1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия на 100 г абсолютно сухого зерна и солода) рассчитывать по формуле

$$K = \frac{V \cdot v_2 \cdot 100}{m \cdot v_1 \cdot 10 \cdot (100 - W)}, \quad (5.8)$$

где  $m$  – навеска солода, г;  $V$  – объем воды, взятой для экстрагирования, см<sup>3</sup>;  $v_1$  – объем экстракта, взятый для титрования, см<sup>3</sup>;  $v_2$  – количество 0,1 М раствора гидроксида натрия, пошедшего на титрование фильтрата, полученного при определении экстрактивности, см<sup>3</sup>;  $10$  – коэффициент пересчета 0,1 М раствора гидроксида натрия в 1 М раствор;  $W$  – влажность зерна или солода, %;  $100$  – пересчет на 100 г зерна или солода

Расхождение между двумя параллельными определениями кислотности не должно превышать 2 см<sup>3</sup> по конечному результату.

По стандартным нормам кислотность ржаного солода при определении методом холодного экстрагирования не должна превышать 50,0.

Сравнить полученный результат с требованиями, приведенными в табл. 5.1–5.3, и записать в табл. 5.4.

Результаты исследования образцов злаков и солода занести в табл. 5.4.

Таблица 5.4 – Результаты исследования физико-химических показателей образцов солода и зерна

Наименование показателей	Несоложенное зерно			Солод		
	ячмень	пшеница	рожь	ячменный	пшеничный	ржаной
1	2	3	4	5	6	7
Натура, г/ дм <sup>3</sup>						
Количество зерен, %:						
- мучнистых, не менее						
- стекловидных, не более						
- темных, не более						

1	2	3	4	5	6	7
Массовая доля влаги, %, не более						
Массовая доля экстракта в сухом веществе солода тонкого помола, %, не менее						
Кислотность солода, к.ед.:						
- при холодном экстрагировании						
- при горячем экстрагировании, не более						
Цвет солода, ц.ед.:						
- при холодном экстрагировании						
- при горячем экстрагировании, не более						

Сравнить полученные результаты с требованиями стандартов и сделать заключение о качестве солодов и зерна, различиях в показателях качества солодов и зерна.

### 5.3.2. Часть 2. Исследование качества пива

В соответствии с ГОСТ 31711-2012 Пиво. Общие технические условия:

Пиво – 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.

*Примечание.* Пиво должно быть приготовлено без добавления этилового спирта.

Пиво вырабатывается двух видов:

светлое пиво: с цветом от 0,2 до 2,5 цветовых единиц (ц. ед.) или от 3,4 до 31 ед. ЕВС, производится из светлого солода;

темное пиво: с цветом более 2,5 ц. ед. или более 31 ед. ЕВС, производится из темного или карамельного солода.

Безопасность пива определяется в соответствии с ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевых продуктов» [9].

Главнейшими показателями качества пива как напитка являются прозрачность, цвет, вкус, аромат, хмелевая горечь, пенообразование. Эти свойства определяются при дегустации.

Доброкачественное пиво должно быть прозрачным, без посторонних включений и мути, при налипании давать компактную устойчивую пену, иметь характерные чистые вкус и аромат сброженного продукта с хмелевой горечью. Вкус, придаваемый пиву хмелем и солодом, называется чистым. Посторонних привкусов в пиве не должно быть. Повышенная кислотность или терпкость также не допустимы.

Каждый сорт пива имеет свои вкусовые особенности. В светлых сортах пива преобладает тонкая хмелевая горечь, которая сочетается с едва уловимым вкусом солода. Такое пиво вызывает приятное ощущение хмелевой горечи. Темное пиво характеризуется явно выраженным солодовым ароматом и вкусом, оно может быть сладковатым.

*Вкус пива.* Вкус должен соответствовать данному сорту пива и оставаться по возможности неизменным при длительном хранении. Вкус пива оценивают по различным ощущениям, возникающим во вкусовых органах при дегустации в виде краткой последовательности отдельных ощущений, переходящих одно в другое, а затем затухающих с меньшей или большей скоростью. В образовании собственно вкусового ощущения непосредственно участвует также и обоняние. В общих чертах различают три вкусовых впечатления: первое – при пригубливании, второе – свежести и третье – послевкусие, причем общая картина этих отдельных вкусовых впечатлений должна быть уравновешенной (гармоничной). Интенсивность вкусового ощущения зависит от температуры пива (чем холоднее пиво, тем меньше интенсивность ощущения), от содержания в нем диоксида углерода и от личной предрасположенности дегустатора.

Различают четыре вида ощущений вкуса: сладкий, кислый, горький, соленый.

Первичный вкусовой компонент пива – сладость, которая ощущается благодаря наличию несброженных сахаров и декстринов.

Кислый вкус обусловлен растворами кислот. У минеральных кислот кислотность пропорциональна концентрации ионов водорода, у органических – этот результат выражен менее ярко. Кислый вкус пива зависит от его рН. Присутствие в пиве продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, таких как молочнокислые или уксуснокислые бактерии, приводит к понижению рН и повышению ощущения кислого вкуса.

Соленый вкус имеет пиво, приготовленное на воде, содержащей хлорид натрия в предельной концентрации.

Горький вкус пива вызван в основном горькими веществами хмеля, а также дубильными веществами как хмеля, так и оболочки солода и несоложенных злаков и, кроме того, некоторыми эфирами и минеральными солями, например магниевыми.

Полноценное пиво должно обладать полнотой вкуса. Это свойство зависит от веществ пива, особенно белков и горьких веществ, находящихся в состоянии коллоидной эмульсии. Созданию такого ощущения во многом способствует наличие хорошей компактной пены, в которой вещества, обуславливающие вкус, находятся в состоянии эмульсии.



Пиво с высокой степенью сбраживания всегда имеет более приятный и даже нежный вкус, чем недостаточно выброженное. Полнота вкуса, так же как и пенистость, в значительной степени зависит от насыщенности пива диоксидом углерода.

*Запах пива* еще более сложен, чем вкус. Восприятие запаха происходит двухступенчато. Сначала летучие вещества попадают с воздухом в носовую полость, затем восприятие производится через обонятельный рецептор. В пиве можно различить следующие запахи: эфирные, ароматические, цветочные, химические, отталкивающие и др.

Эфирные запахи связаны с наличием летучих продуктов брожения (ацетальдегида, высших спиртов и эфиров); обладают ими и эфирные масла хмеля, остающиеся в готовом пиве.

Ароматические запахи обусловлены солодовым ароматом, полученным в результате реакции меланоидинообразования во время сушки солода и в варочном процессе.

*Цвет и прозрачность.* В образовании цвета пива участвуют в первую очередь меланоидины и продукты окисления полифенолов – флобафены, придающие напитку красный оттенок. Пиво должно быть прозрачным, а при просмотре через стекло светлое пиво должно искриться и давать блеск.

*Пенообразование и стойкость пены.* Важный показатель качества пива – густая, плотная и стойкая пена, оставляющая при каждом глотке кольцо на стенках бокала. Пенообразование зависит в первую очередь от количества и размера растворенных пузырьков диоксида углерода, высвобождающихся при наливе пива, и от количества пузырьков воздуха, поступающих при наливе. Размер пузырьков пены тем меньше, чем выше массовая доля сухих веществ начального сусла.

Самый существенный критерий оценки пены – пеностойкость. Под пеностойкостью понимают время (в секундах, минутах) спадания пены, образующейся при наливе пива.

Пенистость определяют по высоте в миллиметрах слоя пены, образовавшейся при выливании пива из бутылки в цилиндрический стакан (высотой 105–110 мм и наружным диаметром 70–75 мм) с высоты 25 мм (расстояние от горлышка бутылки до верхнего края стакана) при температуре  $12 \pm 2$  °С

*Хорошая пеностойкость* наблюдается при достаточном насыщении пива диоксидом углерода и наличии поверхностно-активных веществ, понижающих поверхностное натяжение между пузырьками и жидкостью.

*Стойкость пива при хранении.* Под стойкостью понимают число суток, в течение которых в пиве не наблюдается появления помутнения и осадка. Для определения стойкости бутылки с пивом помещают в шкаф-термостат при температуре 20 °С и ежедневно наблюдают за изменением прозрачности. Пиво должно храниться при температуре не ниже 2 и не выше 12 °С.

К дефектам пива относятся ощущение излишней сладости или горечи, кислый вкус, помутнение. Различают два основных типа помутнения пива: биологическое и коллоидное.

*Биологическое помутнение.* Горячее готовое сусло стерильно. На последующих этапах производства в пиво попадают дрожжи и бактерии, которые могут вызвать помутнение пива и сделать его непригодным во вкусовом отношении.

*Дрожжевое помутнение* пива обусловлено размножением культурных и диких дрожжей. При повышенной температуре и в присутствии воздуха начинается жизнедеятельность культурных дрожжей, содержащихся в отфильтрованном пиве, что приводит к образованию мути. Устраняют дрожжевое помутнение микро- и ультрафильтрацией.

*Бактериальное помутнение* пива могут вызвать присутствующие в нем пивные сарцины, уксуснокислые, молочнокислые бактерии и термобактерии.

Молочнокислые бактерии создают помутнение с отличительным шелковистым блеском. Далее количество мути уменьшается и образуется белый осадок. В процессе хранения повышается кислотность пива, вкус его становится неприятным.

Присутствие уксуснокислых бактерий приводит к повышению кислотности и неприятному вкусу пива.

Термобактерии, присутствующие в пивном сусле, вызывают ухудшение процесса брожения и помутнение пива. Они придают пиву привкус сельдерея.

Низкая биологическая стойкость возникает из-за следующих причин: недостаточной чистоты на производстве; перегрузки фильтра при фильтрации пива; слишком большой разницы между конечной степенью главного сбраживания и степенью сбраживания готового пива; аэрации пива, прежде всего во время розлива; высокой температуры хранения; длительного движения пива.

Для удаления микроорганизмов пиво пастеризуют или подвергают стерилизующей фильтрации.

*Коллоидное помутнение.* Различают несколько видов коллоидного помутнения: «холодное», металлобелковое, оксалатное, окислительное, клейстерное, смоляное.

По органолептическим показателям пиво должно соответствовать требованиям, указанным в табл. 5.5

Таблица 5.5 – Органолептические показатели пива (ГОСТ 31711-2012 Пиво. Общие технические условия)

Наименование показателя	Тип пива			
	Фильтрованное пиво		Нефильтрованное пиво (осветленное и неосветленное)	
	светлое	темное	светлое	темное
1	2	3	4	5
Прозрачность	Прозрачная пенящаяся жидкость без осадка и посторонних включений, не свойственных пиву. В процессе хранения допускается появление частиц белково-дубильных соединений. Для пшеничного пива допускается опалесценция от слабой до сильной		Непрозрачная или прозрачная с опалесценцией пенящаяся жидкость без посторонних включений, не свойственных пиву. В процессе хранения допускается появление частиц белково-дубильных соединений. Допускается дрожжевой осадок	

1	2	3	4	5
Аромат	Чистый, сброженный солодовый, с хмелевым ароматом, без посторонних запахов		Сброженный солодовый, с хмелевым ароматом, допускается дрожжевой оттенок, без посторонних запахов	
Вкус	Чистый, сброженный, солодовый, с хмелевой горечью, без посторонних привкусов. В пшеничном пиве присутствуют пряно-ароматичные тона во вкусе и аромате	Полный солодовый с выраженным привкусом карамельного или жженого солода, без посторонних привкусов	Сброженный солодовый, с хмелевой горечью, допускается дрожжевой привкус. В пшеничном пиве присутствуют пряно-ароматичные тона во вкусе и аромате	Солодовый с выраженным привкусом карамельного или жженого солода, без посторонних привкусов
	В пиве с экстрактивностью начального сусла 15 % и выше присутствует винный привкус			

Для сравнения результатов дегустационной оценки качество пиво оценивают в баллах. Характеристики баллов для оценки пива светлого и темного различаются (таб. 5.6).

Таблица 5.6 – Балльная оценка светлого пива

Показатель качества	Органолептическая характеристика пива	Балл	Оценка	Примечание
1	2	3	4	5
1. Прозрачность	1.1. Прозрачное с блеском, без взвесей	3	Отлично	
	1.2. Прозрачное без блеска, единичные мелкие взвеси (пылевидные)	2	Хорошо	
	1.3. Слабо опалесцирующее	1	Удовлетворительно	
2. Цвет	2.1. Соответствует типу пива, находится на минимально установленном уровне для данного типа пива	3	Отлично	
	2.2. Соответствует типу пива, находится на среднем уровне	2	Хорошо	
	2.3. Соответствует типу пива, максимально допустимый для данного типа пива	1	Удовлетворительно	
	2.4. Не соответствует типу пива, светлее или темнее установленного стандартом уровня	0	Не удовлетворительно	
3. Аромат	3.1. Отличный аромат, соответствующий данному типу пива, чистый, свежий, выраженный	4	Отлично	

	3.2. Хороший аромат, соответствующий типу пива, но недостаточно выраженный	3	Хорошо	
	3.3. В аромате заметны посторонние оттенки слегка сырого, фруктового, очень выражен солодовый тон	2	Удовлетворительно	
	3.4. Выраженные посторонние тона в аромате: фруктовый, кисловатый, дрожжевой аромат молодого пива и т.д.	1	Не удовлетворительно	
4. Вкус	4.1. Полнота и чистота вкуса. 4.1.1. Отличный, без посторонних привкусов, гармоничный вкус, соответствующий данному типу пива	5	Отлично	
	4.1.2. Хороший чистый вкус, соответствующий данному типу пива, но не очень гармоничный	4	Хорошо	
	4.1.3. Не очень чистый вкус, незрелый привкус молодого пива, карамельный вкус, пустоватый, слабо выраженный	3	Удовлетворительно	
	4.1.4. Пустой вкус и посторонний привкус: дрожжевой, фруктовый, острый, кисловатый	2	Не удовлетворительно	
	4.2. Хмелевая горечь. 4.2.1. Чисто хмелевая, мягкая, слаженная, соответствующая типу пива	5	Отлично	
	4.2.2. Чисто хмелевая, не очень слаженная, слегка остающаяся, грубоватая	4	Хорошо	
	4.2.3. Хмелевая, грубая, остающаяся или слабая, не соответствующая типу пива	3	Удовлетворительно	
	4.2.4. Не хмелевая, грубая	2	Не удовлетворительно	
	4.2.4. Не хмелевая, грубая	2	Не удовлетворительно	
При балльной оценке качества темного пива иначе оценивается показатель качества вкус – солодовый вкус				
	4.2. ' Солодовый вкус (темного пива)			
	4.2.1.' Чистый солодовый вкус, легкая горечь	5	Отлично	
	4.2.2.' Солодовый вкус с привкусом слегка жженого солода	4	Хорошо	

1	2	3	4	5
	4.2.3.' Слабый солодовый вкус, грубоватый привкус жженого (подгорелого) солода	3	Удовлетворительно	
	4.2.4.' Очень слабый солодовый вкус, нечистый, подгорелый, кисловатый	2	Не удовлетворительно	
5. Пена и насыщенность диоксидом углерода	5.1. Для пива в бутылках: 5.1.1. Обильная, компактная, устойчивая пена высотой не менее 40 мм, стойкостью не менее 4 мин при обильном и медленном выделении пузырьков газа	5	Отлично	
	5.1.2. Компактная, устойчивая пена высотой не менее 30 мм и стойкостью не менее 3 мин при редком и быстро исчезающем выделении пузырьков газа	4	Хорошо	
	5.1.3. Пена высотой не менее 20 мм и стойкостью не менее 2 мин	3	Удовлетворительно	
	5.1.4. Пена высотой менее 20 мм, стойкостью менее 2 мин	2	Не удовлетворительно	
	5.1.5. Без пены			Снимается с дегустации как не стандартное

Полученные при оценке пива баллы по всем показателям суммируются и выводится общая оценка (табл. 5.7).

Таблица 5. 7 – Общая балльная оценка качества пива

Оценка	Общий балл
Отлично	22-25
Хорошо	19-21
Удовлетворительно	13-18
Неудовлетворительно	12 и менее

Примечание. Если при оценке образца пива хотя бы один из показателей вкуса (полнота вкуса и хмелевая горечь) оценен дегустатором как удовлетворительный, то даже при прочих отличных и хороших оценках общий балл по данному образцу выше «удовлетворительно» (18 баллов) дегустатором не ставится. Аналогично при оценке «неудовлетворительно» хотя бы по одному из показателей вкуса дегустатор ставит за данный образец пива общую оценку «неудовлетворительно» (12 баллов).

При исследовании физико-химических показателей пива оцениваются объемная доля спирта, %, кислотность, в кислотных единицах, цвет, массовую долю двуокиси углерода, %, пенообразование по высоте пены (мм) и пеностойкость (мин). Указанные показатели различаются в зависимости от экстрактивности начального сусла (%).

По физико-химическим показателям светлое пиво должно соответствовать требованиям, указанным в табл. 5.8, темное пиво – в табл. 5.9.

Таблица 5.8 – Физико-химические показатели светлого пива

Наименование показателя	Экстрактивность начального сусла, %																безалкогольное пиво
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
Объемная доля спирта, %, не менее*	2,8	3,2	3,6	4,0	4,5	4,7	4,8	5,4	5,8	6,2	6,6	7,1	7,9	8,2	8,6	Не более 0,5	
Кислотность, к. ед., не более	2,5		2,6		3,2		3,6		4,5		5,0				3,0		
рН	3,8–4,8															-	
Цвет, ц. ед.	0,2–2,5																
Цвет, ед. ЕВС	3,4–1*																
Массовая доля двуокиси углерода, %, не менее	0,4																
Пенообразование: высота пены, мм, не менее пеностойкость, мин, не менее	40															20	
	3															2	
Пищевая ценность: энергетическая ценность, ккал в 100 г пива	30	34	38	42	46	50	54	58	62	66	70	74	78	80	82	-	
углеводы, г в 100 г пива, не более	3,5	3,8	4,2	4,6	4,7	5,3	5,8	6,2	6,6	6,9	7,3	7,5	7,6	7,8	8,0	-	

\* Допустимые отклонения от объемной доли этилового спирта для пива конкретного наименования составляют  $\pm 0,5\%$ .

Примечания: 1. Экстрактивность начального сусла в безалкогольном пиве не определяют. 2. Показатель «Пищевая ценность» – информационный. 3. Пищевую ценность безалкогольного пива указывают в ТИ на пиво конкретного сорта. 4. Массовую долю двуокиси углерода определяют в пиве, разлитом в бутылки и банки. 5. Допустимое отклонение экстрактивности начального сусла  $\pm 0,3\%$ . 6. Допускается определять один из показателей «Кислотность» или «рН». 7. Допускается выразить показатель «Цвет» в одной из указанных единиц.

Таблица 5.9 – Физико-химические показатели темного пива

Наименование показателя	Экстрактивность начального сусла, %													безалкогольное пиво
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
Объемная доля спирта, %, не менее*	3,9	4,1	4,4	4,7	4,9	5,2	5,7	5,9	6,0	6,8	7,4	8,0	Не более 0,5	
Кислотность, к. ед., не более	2,8	3,2		3,5		4,5		5,5					3,0	
РН	3,8–4,8												-	
Цвет, ц. ед.	Более 2,5													
Цвет, ед. ЕВС	Более 31													
Массовая доля двуокси углерода, %, не менее	0,40													
Пенообразование: высота пены, мм, не менее пеностойкость, мин, не менее	40												20	
	3												2	
Пищевая ценность: энергетическая ценность, ккал в 100 г пива углеводы, г в 100 г пива, не более	42	46	50	54	58	62	66	71	75	79	82	84	-	
	4,6	5,0	5,7	6,1	6,6	7,2	7,4	8,1	8,8	8,7	8,8	8,9	-	

\* Допустимые отклонения от объемной доли этилового спирта для пива конкретного наименования составляют  $\pm 0,5\%$ .

Примечания: 1. Экстрактивность начального сусла в безалкогольном пиве не определяют. 2. Показатель «Пищевая ценность» – информационный. 3. Пищевую ценность безалкогольного пива указывают в ТИ на пиво конкретного сорта. 4. Массовую долю двуокси углерода определяют в пиве, разлитом в бутылки и банки. 5. Допустимое отклонение экстрактивности начального сусла  $\pm 0,3\%$ . 6. Допускается определять один из показателей «Кислотность» или «РН». 7. Допускается выражать показатель «Цвет» в одной из указанных единиц.

### ***Ход выполнения исследования пива***

Студенты, разбитые на группы, выполняют задания, приведенные в разд. 5.3 с индивидуальными образцами пива, выданными преподавателем, пользуясь теоретическим (справочным) материалом, приведенным в разд. 5.2, а также порядком выполнения их, приведенным после соответствующих заданий в качестве методических материалов по теме лабораторного занятия.

### *Задание 5.3.2.1 Изучение ассортимента и классификации пива*

1. Запишите полную информацию с этикеток образцов пива, выданных для оценки качества. Обязательно укажите название, изготовителя выданного пива, нормативный документ, по которому оно изготовлено, рекомендации производителя по срокам годности, условиям хранения пива, рекомендации производителя по потреблению данного вида пива (при их наличии на этикетке).

2. Используя справочно-теоретический материал данной лабораторной работы, изучите характеристики основных потребительских свойств пива: прозрачность, цвет, пенообразование, вкус и аромат, фильтрованное или нефилтрованное, пастеризованное или без пастеризации.

Используйте эти характеристики и сведения при описании органолептической оценки качества пива, которые необходимо занести в табл. 5.6.

*Задание 5.3.2.2 . Проведение органолептической оценки выданных образцов пива, выражая оценку органолептических показателей в баллах.* Основной считается оценка, данная пиву на дегустации, где оно оценивается по 25-балльной системе по следующим органолептическим показателям: прозрачность – 3; цвет и вкус – 5; хмелевая горечь – 5; аромат – 4; пенообразование – 5 баллов.

Измерить температуру пива. Температура пива должна быть  $12 \pm 2$  °С. Для органолептических испытаний пива использовать цилиндрические бокалы из бесцветного стекла вместимостью 150–200 см<sup>3</sup>, диаметром 50–60 мм.

Приборы и оборудование:

стаканы высотой 105–110 мм;

линейка;

секундомер;

штатив с кольцом:

цилиндрические бокалы из бесцветного стекла вместимостью 150–200, диаметром 50-60 мм;

термометры до 20 °С.

Температура пива должна быть равна  $12 \pm 2$  °С.

В первую очередь пробовать светлое пиво по возрастающей концентрации начального сусла, а затем в том же порядке темное пиво.

Оценить все органолептические показатели качества пива в баллах, пользуясь данными табл. 5.6. и вывести общую органолептическую оценку качества пива, пользуясь табл. 5.7. Полученные результаты занести в табл. 5.10

*Определение прозрачности.* Пиво налить в стаканчики из бесцветного стекла высотой не менее 100 мм и рассматривать в проходящем свете, держа стакан между глазом и источником света. Одновременно обратить внимание на выделение пузырьков диоксида углерода и отметить обильное или медленное выделение пузырьков.

Одновременно с определением прозрачности произвести определение цветности (см. ниже п. 5.3.2.4).



*Задание 5.3.2.3. Определение вкуса и аромата пива.* Вкус и аромат определяют, пробуя пиво небольшими глотками. В первую очередь устанавливают, характерен ли вкус и аромат для данного типа пива, а затем – имеется ли в исследуемом пиве посторонний привкус. Следует отличать неприятную резкую горечь от свойственной пиву нормальной хмелевой горечи, так же как и вкус темного пива, обусловленный пригорелыми веществами солода, от нормального солодового вкуса. Нормальный вкус пива характеризуется тем, что ни один из компонентов не выделяется резко среди остальных.

Оценить вкус и аромат пива в баллах.

Полученные результаты оценки качества пива записать в протокол дегустации на основании оценки каждого свойства пива определенным числом баллов, которые потом суммировать по всем показателям. Каждый образец пива оценивается по среднеарифметическому числу баллов (табл. 5.7).

*Примечание.* Если при оценке образца пива хотя бы один из показателей вкуса (полнота вкуса и хмелевая горечь) оценен дегустатором как удовлетворительный, то даже при прочих отличных и хороших оценках общий балл по данному образцу выше «удовлетворительно» (18 баллов) дегустатором не ставится. Аналогично при оценке «неудовлетворительно» хотя бы по одному из показателей вкуса дегустатор ставит за данный образец пива общую оценку «неудовлетворительно» (12 баллов).

Результаты органолептической оценки качества пива занести в табл. 5.10.

Таблица 5.10 – Органолептическая дегустационная оценка качества пива

№ п/п	Наименование пива	Наименование показателей качества				Суммарная оценка в баллах	Поправленная суммарная оценка с учетом снижения по показателям вкуса в баллах	
		прозрачность	цвет	аромат	вкус			
					полнота вкуса			хмелевая горечь

В конце работы сделать вывод по комплексу исследуемых показателей качества пива.

*Задание 5.3.2.4. Определение инструментальными методами показателей качества пива – кислотности и цвет.*

*Кислотность пива* определять после освобождения его от углекислоты. 150–200 см<sup>3</sup> пива налить в колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup> и встряхивать, закрыв колбу ладонью, периодически приоткрывая ее до тех пор, пока не прекратится ощущение давления изнутри. Затем пробу пива дополнительно освободить от остатков углекислоты, нагревая до 40 °С и выдерживая при этой температуре 30 мин, периодически взбалтывая. Затем пиво охладить до 20 °С. Непрозрачное пиво предварительно профильтровать через бумажный фильтр.

Темное пиво с цветом выше 3,0 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора йода на 100 см<sup>3</sup> воды перед определением кислотности разбавляют дистиллированной водой в соотношении 1 : 1 в мерном цилиндре.

Приборы:

бюретка на 25 см<sup>3</sup>;

пипетка на 50 см<sup>3</sup>;

коническая колба вместимостью 500 см<sup>3</sup>;

белая фарфоровая пластинка.

Реактивы:

0,1 М раствор гидроокиси натрия;

1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина;

красный фенолфталеин (к 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, освобожденной от углекислоты кипячением, прибавить 10 капель 1%-ного спиртового раствора фенолфталеина и 4 капли 0,1 М раствора гидроокиси натрия). Ежедневно готовить свежий раствор.

*Порядок проведения анализа. Кислотность определить методом титрования с красным фенолфталеином. Для этого в коническую колбу отобрать 50 см<sup>3</sup> пива, освобожденного от углекислоты, и титровать его 0,1 М раствором гидроокиси натрия до тех пор, пока 4 капли этого пива, помещенные на белую фарфоровую пластинку, при смешивании с 2 каплями красного фенолфталеина не перестанут его обесцвечивать.*

Кислотность пива (X) выразить в кислотных единицах (к. ед.): *Единица кислотности (к.ед.) пива эквивалентна 1 см<sup>3</sup> раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм<sup>3</sup> на 100 см<sup>3</sup> пива.*

Вычислить кислотность пива по формуле

$$X = \frac{V \cdot K \cdot 100}{10 \cdot 50}, \quad (5.9)$$

где V – объем 0,1 М раствора гидроокиси натрия, израсходованного на титрование, см<sup>3</sup>; K – поправочный коэффициент рабочего раствора гидроокиси натрия по отношению к 0,1 М раствору; 10 – коэффициент пересчета 0,1 М раствора гидроокиси натрия в 1 М раствор; 50 – количество пива, взятое на титрование, см<sup>3</sup>; 100 – коэффициент пересчета на 100 см<sup>3</sup> пива.

Если перед определением пиво было разбавлено дистиллированной водой в соотношении 1:1, полученный результат умножить на 2.

Результаты занести в табл. 5.11.

*Определение цвета пива*

Цвет пива можно определить сравнением его с раствором йода.

Приборы и реактив:

Бюретка на 25 см<sup>3</sup>;

два стакана из бесцветного стекла вместимостью 200 см<sup>3</sup>;

стеклянная палочка;

0,1 н. раствор йода.

*Порядок проведения анализа. В два одинаковых стакана из бесцветного стекла налить: в один – 100 см<sup>3</sup> пива, предварительно освобожденного от углекислоты, в другой – 100 см<sup>3</sup> воды. В стакан с водой приливать из бюретки*

0,1 н. водный раствор йода по каплям до тех пор, пока цвет воды не станет одинаковым с цветом пива. По количеству см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора йода, добавленному к 100 см<sup>3</sup> воды, судят о цвете пива. Цвет пива измеряется в цветовых единицах.

**Цветовая единица (ц. ед.)** – единица цвета пива, соответствующая цвету раствора из 100 см<sup>3</sup> воды и 1 см<sup>3</sup> раствора йода концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup>.

Цвет пива измеряется также в единицах цвета, называемых **единица цвета ЕВС (ед. ЕВС)**. Это условная единица цвета пива, принятая Европейской пивоваренной конвенцией (European Brewery Convention – ЕВС) и рассчитываемая на основе измерения оптической плотности пива.

Результаты определения цвета пива занести в табл. 5.11.

### **Определение пенообразования и стойкости пены**

Важный показатель качества пива – густая, плотная и стойкая пена. Для определения пенообразования (пенистости) пиво исследуется при температуре 12±2 °С

Цилиндрический стакан (высотой 105–110 мм и наружным диаметром 70–75 мм) установите на подставку штатива, на который закрепите кольцо, на которое прислоните горлышко бутылки, из которой наливайте пиво в стакан. Кольцо укрепите таким образом, чтобы расстояние от горлышка бутылки до верхнего края стакана было равно 25 мм.

Пиво выливайте в центр стакана до тех пор, пока пена не достигнет верхнего края стакана. Пенообразование определите по высоте пены, измерив ее линейкой в момент окончания наливания пива. Пенообразование рассчитайте в процентах, разделив высоту слоя пены (мм) на общую высоту пива и пены в стакане в мм и умножив полученную величину на 100.

Самый существенный критерий оценки пены – пеностойкость. Под пеностойкостью понимают время (сек, мин) спадания пены, образующейся при наливке пива.

По окончании налива пива в стакан включите секундомер и определите стойкость пены по времени спадания пены.

Результаты оценки пенообразования и стойкости пены пива занести в табл. 5.11

Таблица 5.11 – Результаты оценки качества пива инструментальными методами

№ п/п	Наименование образцов пива	Наименование показателей качества		Пенообразование, высота пены, см	Стойкость пены, мин
		кислотность пива, в кислотных единицах	цвет пива, в цветных единицах (ц. ед)		

Сделайте общий вывод по результатам работы.

## Рекомендуемая литература

1. ГОСТ 31711–2012 Пиво. Общие технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 12 с.
2. Иванова, Л. А. Пищевая биотехнология: учеб. пособие / Л. А. Иванова, Л. И. Войно. – Москва: КолосС, 2008. – Кн. 2. Переработка растительного сырья. – 472 с.
3. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: учебник / О. А. Неверова, А. Ю. Просеков, Г. А. Гореликова, В. М. Позняковский. – Москва: ИНФРА-М, 2020. – 318 с.
4. Егорова, Т. А. Основы биотехнологии: учеб. пособие / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. – 3-е изд., стер. – Москва: Академия, 2006. – 208 с.
5. ГОСТ 29294–2014 Солод пивоваренный. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 26 с.
6. ГОСТ Р 52061–2003 Солод ржаной сухой. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 24 с.
7. ГОСТ 32912–2014 Хмелепродукты. Общие технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 14 с.
8. ГОСТ Р 54845–2011 Дрожжи хлебопекарные сушеные. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 12 с.
9. ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». – Москва, 2016. – 265 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru).
10. Рожнов, Е. Д. Технология отрасли. Технологические расчеты в производстве пива: учеб. пособие / Е. Д. Рожнов, М. В. Обрезкова. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2013. – 117 с.

## Вопросы для самопроверки

1. Какова технологическая схема биотехнологического процесса изготовления пива?
2. Какие цели преследуются при солодоращении?
3. Какие ферментные препараты участвуют в преобразовании крахмала в процессе изготовления солода?
4. Какова возможность использования несоложенного зерна (ячменя, ржи) при производстве пива с целью снижения его себестоимости?
5. Какие расы дрожжей используются при приготовлении пива?
6. По каким показателям проводится органолептическая и инструментальная оценка качества пива?
7. В чем разница между фильтрованным и нефильтрованным пивом?

## Лабораторная работа № 6

### Тема: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ПИЩЕВОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ

**Цель занятия:** приобретение знаний, умений и навыков по характеристике и технологическим процессам выделения и оценке функциональных свойств ферментных препаратов, по методу оценки протеолитической активности ферментных препаратов.

#### **Задачи:**

- закрепление знаний по классификации ферментов, их роли в формировании потребительских свойств биотехнологических продуктов;
- закрепление знаний в сфере получения, характеристик свойств ферментов из сырья животного происхождения и микробиологического синтеза;
- приобретение навыков оценки качества и показателей биологической ценности экспериментальных образцов ферментов из гидробионтов;
- приобретение навыков оценки протеолитической активности ферментных препаратов.

#### **6.1. Материально-техническое обеспечение**

- Информационный материал по способам выделения ферментов из гидробионтов.
- *Стандарты на ферментные препараты микробиологического синтеза.*
- Образцы ферментных препаратов из гидробионтов и микробиологического синтеза.
- Лабораторное аналитическое оборудование для определения физико-химических показателей и протеолитической активности ферментных препаратов.

#### **6.2. Справочно-теоретический материал**

##### ***6.1.1. Общие принципы получения ферментов***

Ввиду того, что ферменты являются лабильными, легко инактивируемыми соединениями, существует определенная специфичность методов их выделения и очистки. Обычно сухие ткани размалывают до порошкообразного состояния, влажные ткани тщательно измельчают или гомогенизируют. Материал экстрагируют водой или соответствующими буферными растворами, а нерастворимый остаток отделяют фильтрованием или центрифугированием. Большая часть промышленных ферментов – концентрированные, но неоднородные

препараты. Часто растворы ферментов слишком разбавлены, поэтому их концентрируют путем упаривания под вакуумом при относительно низкой температуре. Перспективным способом очистки ферментных растворов является ультрафильтрация, при которой реализуется возможность поддержания заданных режимов: температуры, рН, давления и т. д. Это позволяет существенно увеличить активность ферментов по отношению к исходной. Удовлетворительным считается, когда после проведения процесса очистки на ультрафильтрационных установках активность фермента увеличивается в 10–250 раз.

Дальнейшего концентрирования и отделения некоторых растворимых примесей можно достичь осаждением фермента органическими растворителями, из которых чаще всего используют этиловый и изопропиловый спирты или ацетон; с этой же целью применяют высаливание неорганическими солями, как правило, сернокислым аммонием. Осаждение ферментов необходимо проводить при низких температурах и за минимальный отрезок времени, чтобы избежать денатурации и потери ферментативной активности. Осажденные ферменты затем отделяют фильтрованием или центрифугированием и высушивают в вакуумных, распылительных или сублимационных сушилках.

Производство высокоочищенных ферментов включает в себя фракционированное осаждение, избирательную адсорбцию и элюцию, хроматографию, электрофорез, диализ, кристаллизацию и лиофилизацию. Успешная очистка каждого отдельного фермента требует последовательности определенных приемов, которая может быть установлена эмпирически. Во многих случаях достигается необходимая энзиматическая чистота, и ферменты могут быть выделены в кристаллической форме. Их применяют в тех случаях, когда высокая стоимость оправдывается поставленной целью (фармацевтические средства, аналитическая или исследовательская работа). Высокоочищенные препараты всегда очень дороги, так как очистка состоит из многих операций, причем на каждой ступени происходят значительные потери ферментативной активности.

### ***6.2.2. Ферментные препараты протеолитического действия. Получение ферментных препаратов***

В общем виде технология получения ферментных препаратов из тканей и органов животных основана на следующих основных операциях:

- сбор и хранение ферментсодержащего сырья;
- измельчение сырья;
- экстракция ферментов;
- отделение экстрактов от твердой фазы,
- выделение и очистка ферментов;
- обессоливание;
- стерилизация, высушивание;
- упаковывание.

Сбор ферментсодержащего сырья часто связан с большими трудностями из-за высокой лабильности ферментов, низких концентраций их в сырье, уда-

ленности сырьевых источников от мест переработки и т. п. Сбор сырья производится при разделке гидробионтов при изготовлении каких-либо видов пищевой продукции, что вызывает необходимость освобождения от балластных компонентов. Наибольшее распространение в производственных условиях получила обработка сырья при низких температурах и хранение сырья до момента переработки в замороженном состоянии при температуре минус 15 – минус 18 °С. Вместо замораживания применяют метод обезвоживания измельченного сырья при низких температурах ацетоном или этиловым спиртом, что позволяет удалить из сырья 80–90 % воды. Для получения технических препаратов допускается консервирование сырья поваренной солью.

Степень измельчения сырья в значительной мере влияет на полноту извлечения ферментов. При измельчении сырья не рекомендуется стремиться к очень тонкому помолу, так как это может значительно затруднить дальнейшую переработку за счет образования устойчивых суспензий; поэтому, как правило, строго контролируют степень диспергирования сырья при выборе типа измельчителя; обычно для этой цели используются куттер или волчок.

Экстракцию ферментов, как правило, проводят водно-солевыми растворами, реже – водой, иногда применяют подкисление или подщелачивание.

Отделение твердой фазы преследует цель как можно полнее освободить экстракт от суспендированных частиц; при этом используют как центрифугирование, так и фильтрацию, обычно под вакуумом.

Выделение и очистку ферментов проводят осаждением и фракционированием органическими растворителями (этиловый, метиловый, изопропиловый спирты, ацетон, хлороформ, диоксан), солями (сульфаты аммония, натрия, магния, ацетат натрия, хлорид натрия).

Полученные препараты могут быть очищены диализом, ультрафильтрацией, сконцентрированы вакуумвыпариванием, вымораживанием. Наиболее современными и часто используемыми являются методы очистки и обессоливания с помощью гель-фильтрации, обменной и аффинной хроматографии.

Стерилизацию используют в случае предназначения ферментных препаратов для медицинских целей, поэтому применяют так называемую холодную или обеспложивающую фильтрацию на специальных микропористых перегородках или керамических фильтрах.

Известные способы получения высокоочищенных ферментных препаратов трудно реализуемы в условиях рыбной промышленности; кроме того, их действие на протеолиз белков мышечной ткани соленых рыб не позволяет достичь желаемых результатов.

Первые попытки приготовления ферментных препаратов из гидробионтов отечественными исследователями были предприняты в 60-х годах XX века. Л. Л. Константинова и К. И. Пахомова получили вытяжку из питающейся (калянусной) сельди путем настаивания смеси измельченной рыбы с водой, центрифугирования и смешивания центрифугата с водой и тузлуком для получения раствора с содержанием поваренной соли 12–15 %. Добавление такой вытяжки в количестве 6 % заметно ускоряло созревание соленой сельди.

В 1970-е гг. в ТИНРО начались работы по получению комплекса протеолитических ферментов из внутренностей скумбрии, которые были продолжены в АтлантНИРО. В результате этих работ предложена схема получения ферментного препарата, основанная на гидролизе измельченных внутренностей рыб в щелочной среде ( $\text{pH } 8,5 \pm 0,2$ ), создаваемой добавлением кристаллического карбоната натрия (9 %), при температуре  $40^\circ\text{C}$  в течение 4–6 ч и последующем отделении жидкой части, содержащей активные компоненты.

По технологии АтлантНИРО внутренности рыб с высокой активностью ферментов консервируют, добавляя поваренную соль и раствор поваренной соли плотностью  $1,2 \text{ г/см}^3$ . Консервированные внутренности измельчают на волчке с отверстиями диаметром 3–5 мм, добавляют при необходимости до 9 % кристаллического карбоната натрия, нагревают до  $40^\circ\text{C}$  и выдерживают при этой температуре 4–6 ч при непрерывном перемешивании. Раствор ферментов отделяют от нерастворившегося остатка центрифугированием в течение 30 мин при 4000 об/мин. Отделение жира и других легких фракций осуществляют сепарированием, а дополнительную очистку раствора фермента – фильтрованием. Стандартизацию растворов ферментного препарата «Океан» производят 10%-ным раствором поваренной соли.

Ферментный препарат хранится три месяца при температуре от 3 до минус  $5^\circ\text{C}$ . При добавлении 30 % сахара срок хранения сиропообразного препарата удлиняется до одного года.

Выход препарата от сырья составляет 47 %.

Ферментный препарат получил название «Океан» и кроме трипсино- и химотрипсинподобных протеаз содержит амилазу, щелочную фосфатазу и липазы. Особенностью препарата являются невысокая активность в щелочной зоне  $\text{pH}$  (4–5 Е/г препарата) и наличие балластных белков и жира. Доминирующими компонентами ферментного препарата, полученного по указанной схеме, являются трипсин и химотрипсин, поэтому он обладает высокой протеолитической активностью в щелочной среде, в кислой среде активность его отсутствует. Показано, что этот ферментный препарат может применяться для улучшения качества пресервов из разделанной ставриды, терпуга, нерестовой тихоокеанской сельди и других рыб, однако попытка стимулировать созревание минтая, трески путем применения этого ферментного препарата не привела к положительным результатам.

В ТИНРО разработана схема получения протеолитического комплекса из внутренностей горбуши, краба, ставриды, скумбрии, сельди тихоокеанской и др. Отличие от технологии получения «Океана» состоит в том, что мороженые или соленые измельченные внутренности без изменения  $\text{pH}$  среды, что обеспечило достаточно высокую активность при  $\text{pH } 6,0\text{--}6,5$ , характерную для объекта воздействия (мышечной ткани рыбы или мяса), после некоторой выдержки при температуре  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  подвергались центрифугированию и сепарированию (рис. 6.1).



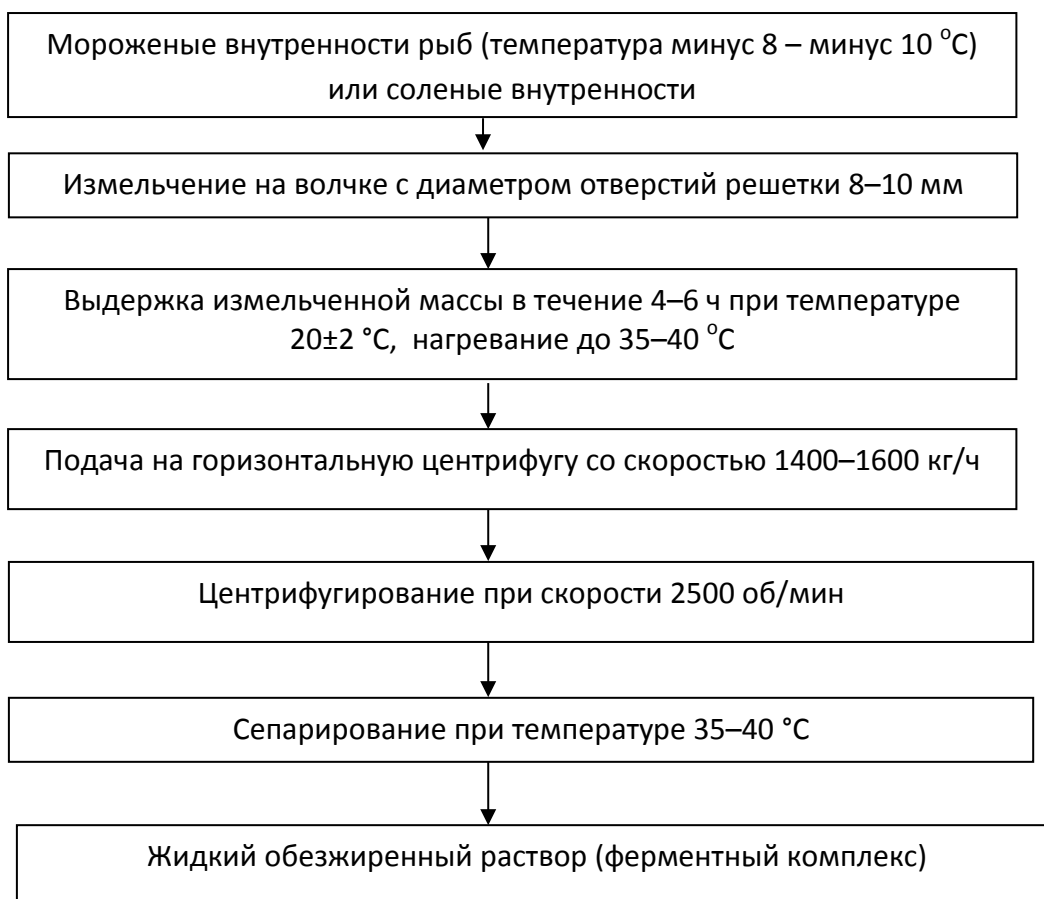


Рисунок 6.1 – Технологическая схема выделения ферментного комплекса из внутренностей рыб

Таблица 6.1 – Активность ферментных препаратов, полученных в ТИПРО из внутренностей рыб и краба, Е/г

Источник препарата (внутренности)	Протеолитическая активность		
	pH 8,0	pH 6,0	pH 3,6
Горбуша, рыба-сырец	29,3	7,0	0,7
Горбуша мороженая	13,7	4,5	0,3
Ставрида, рыба-сырец	9,8	4,3	0,9
Ставрида мороженая	4,7	1,3	0,3
Краб камчатский, сырец	4,8	1,9–12,8*	1,0
Сельдь тихоокеанская, рыба-сырец	4,2	5,2	—
Сардина иваси, рыба-сырец	4,8	1,6	0,8
Сардина иваси мороженая	4,2	2,3	0,8

\*12,8 – коллагенолитическая активность.

Как видно из табл. 6.1, ферментный комплекс проявляет достаточно высокую активность не только в щелочной, но и в нейтральной области pH, а также, хотя и более низкую, – в кислой зоне.

Срок хранения такого ферментного комплекса 6–12 мес. при температуре соответственно минус 6 и минус 18 °С, выход составляет 40–50 % к массе внутренностей.

Дальнейшее совершенствование технологии этого препарата протеолитического действия состояло в использовании в качестве сырья пилорических

придатков тихоокеанской сардины и горбуши, что позволило без существенного изменения технологического цикла получить препарат «Протин» с активностью при рН 6 около 4 Е/г, при рН 8 – около 9 Е/г и, что самое главное, достичь высокой удельной активности – 70–180 Е/г белка, что свидетельствует о более глубокой очистке препарата от балластных белков.

Более активный препарат, технология которого также разработана в ТИПРО, получают из мороженых или сублимированных пилорических приправ лососевых. Схема технологического процесса представлена на рис. 6.2.

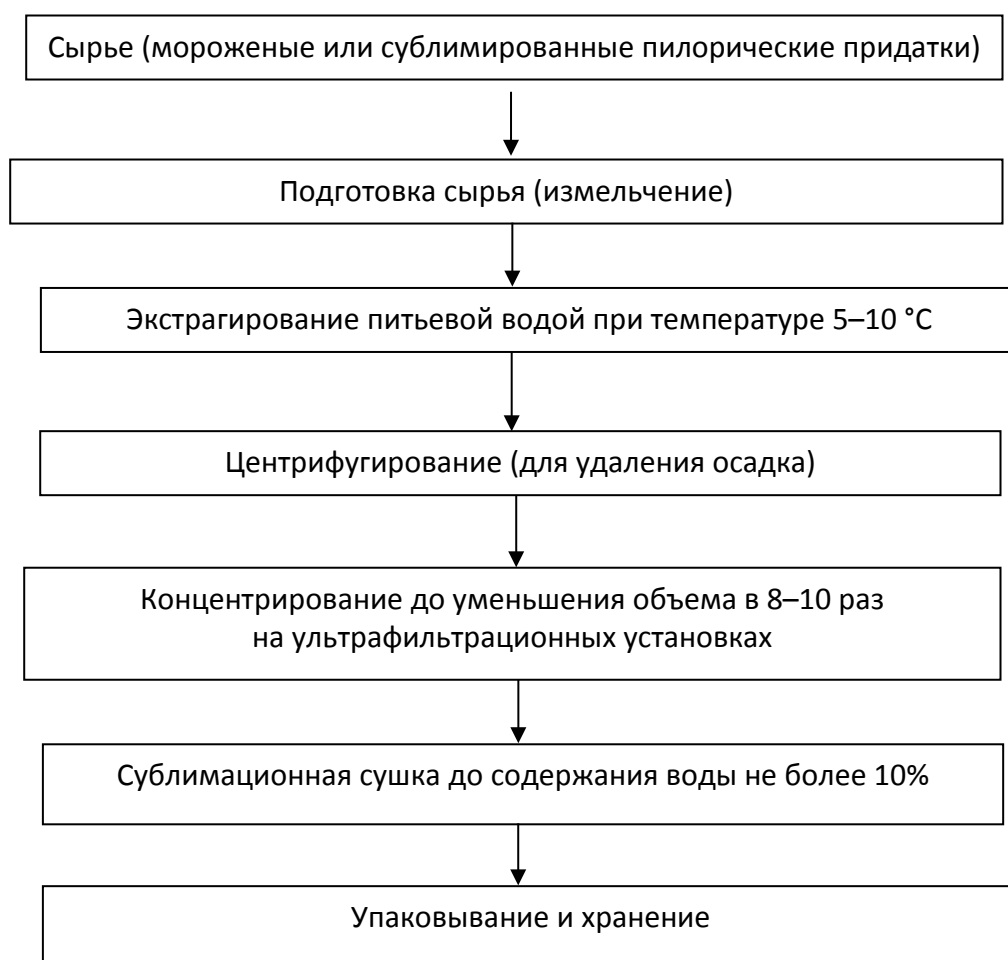


Рисунок 6.2 – Технологическая схема получения препарата «Пилорин» (ТИПРО)

Ферментный препарат, получивший название «Пилорин», имеет протеолитическую активность не менее 150 Е/г и хранится в герметично укупоренной таре.

Препарат имеет активность не менее 400 Е/г, хранится в герметично укупоренных емкостях.

Известна технология получения трипсина из пилорических приправ трески. Сразу после вылова у свежей трески при разделке отделяют пилорические приправы, которые быстро замораживают жидким азотом и хранят до экстракции при температуре минус 70 °С. Для выделения трипсина замороженные пилорические приправы трески измельчают в присутствии жидкого азота в сме-

сителе Waring'a, а затем экстрагируют. Полученный экстракт очищают и активируют.

В Скандинавских странах, Франции и Канаде также большое внимание уделяется получению из внутренностей рыб протеолитических ферментных препаратов. По данным, опубликованным норвежским журналом *Fiskaren*, из 30 тыс. т рыбных внутренностей извлекают 6 т протеолитического фермента. Специфическая ферментативная активность трипсина гренландской трески составляет 0,8 ед. на 1 г белка, а у трипсина атлантической трески она еще выше и достигает 1,1 ед. на 1 г белка.

Специалистами ВНИРО в 1989 г. были опубликованы результаты исследований по получению ферментативных растворов из внутренностей трех видов светящихся анчоусов: *Electrona carlsbergi*, *Electrona antarctica* и *Gymnoscopelus anchoisi*. Для получения ферментативных растворов измельченный желудочно-кишечный тракт рыб экстрагировали водой, раствором соляной кислоты концентрацией 0,1 М и фосфатным буфером. Экстракцию осуществляли в течение 60 мин при температуре 5 °С с перемешиванием. Полученный экстракт далее центрифугировали при 4000 об/мин в течение 20 мин, а затем центрифугат фильтровали.

Выделенные таким способом протеазы желудочно-кишечного тракта светящегося анчоуса были наиболее активны в кислой, слабощелочной и щелочной зонах. Оптимум действия протеаз двух видов анчоуса *Electrona* был при рН 3,5; 7,3; 8,8 и 9,5, а у анчоуса *Gymnoscopelus anchoisi* соответственно – при рН 3,5; 7,5; 8,5 и 9,5. Наиболее высокая активность протеаз была установлена у анчоусов *Electrona carlsbergi* и *Gymnoscopelus anchoisi*; в слабощелочной и щелочной зонах она составляла 10–12 Е/г, а у *Electrona antarctica* не превышала 4–5 Е/г.

### **6.2.3. Коллагеназы**

Схема технологического процесса получения из гепатопанкреасов крабов свежих или мороженых коллагеназы «Крусэнзим» представлена на рис. 6.3.

По другой более сложной схеме сырьем для производства коллагеназы служит свежий или мороженный гепатопанкреас (печень) крабов (камчатского, стригуна и др.). Для получения фермента сырье гомогенизируют с 8–12-кратным объемом ацетона. Гомогенизат гепатопанкреаса охлаждают до минус 15 – минус 20 °С, разводят двойным количеством ацетона, осаждают, жидкость декантируют, осадок промывают охлажденным до минус 20 °С ацетоном, ресуспендируют в 10 объемах *n*-бутанола для удаления липидов и центрифугируют. Для очистки целевого вещества от *n*-бутанола осадок промывают охлажденным ацетоном и центрифугируют. Полученный осадок (коллагеназу) высушивают под вакуумом при минус 20 °С в течение 10–12 ч. Препарат хранят при температуре минус 20 °С.

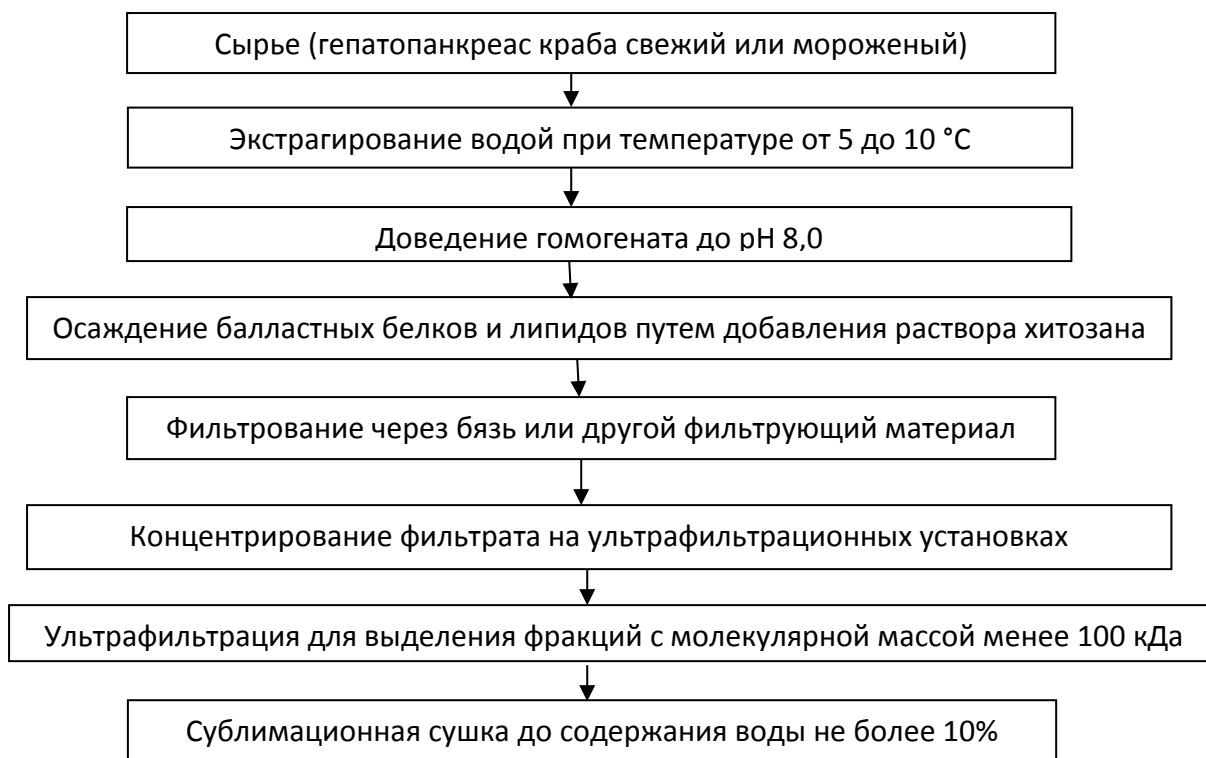


Рисунок 6.3 – Технологическая схема получения ферментного препарата с коллагенолитической активностью «Крусэнзима»

Полученный препарат представляет собой желтоватое вещество с удельной активностью 93–106 ед. на 1 мг препарата. Его применяют при обработке коллагенсодержащего сырья (например, при снятии кожицы кальмара, обработке ястыков икры и др.). Технологическая схема получения коллагеназы приведена на рис. 6. 4.

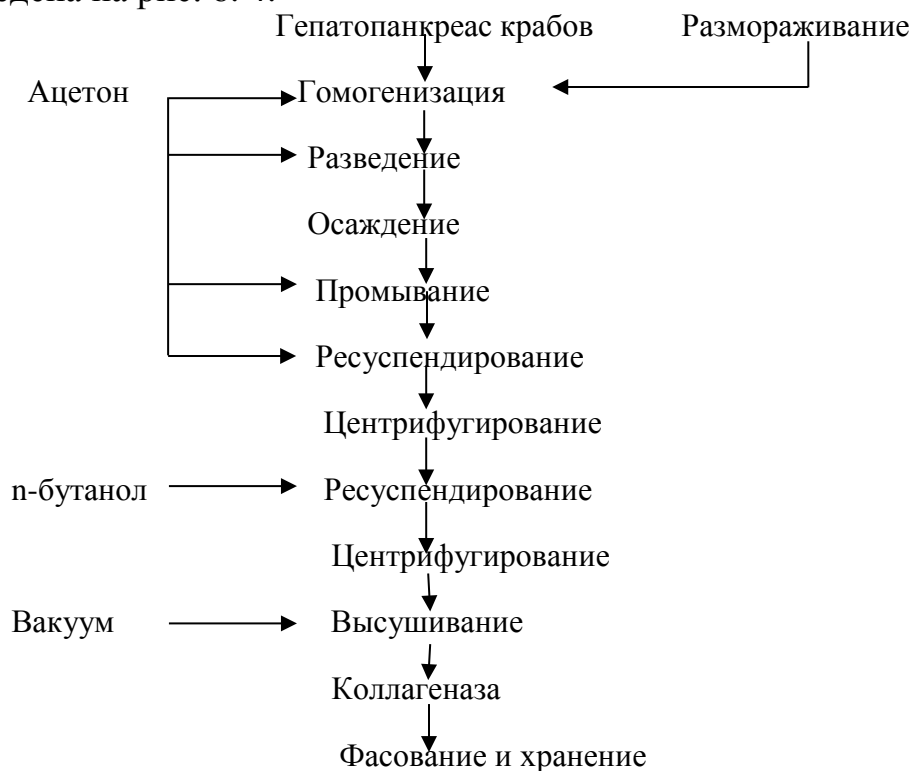


Рисунок 6.4 – Технологическая схема получения коллагеназы

Известны технологии получения коллагеназы из гепатопанкреаса крабов, в которых высушенный под вакуумом препарат далее растворяется в воде или слабом солевом растворе и многократно пропускается через ультрафильтрационные колонки с целью получения фракции с молекулярной массой 40–60 кДа. На этом процессе основаны технологии «Дигестаза», «КЭВЭР-СЭП», «Сквид-клин». Активность этих препаратов обычно составляет 1000–3000 Е/г.

Препарат «Сквид-клин» предназначен для очистки от кожицы кальмаров любого вида. Он включает набор коллагенолитических ферментов, активных в чрезвычайно малых концентрациях – 1 кг ферментного препарата достаточно для обработки 10 т кальмаров, он эффективен при очистке как мантий, так и щупалец.

Ферментный препарат «Дигестаза» является комплексом Са-зависимых ферментов, относящихся к семейству трипсиноподобных протеолитических ферментов. Удельная активность данного препарата в 25 раз выше активности коллагеназы из *Cl. histolycum*. При рН 7,2 препарат проявляет максимальную активность, при рН 4,0 активность его составляет 60 % от максимальной и при рН 9,5 также наблюдается 60%-ная активность. Оптимум температур для проявления активности «Дигестаза» 37–40 °С. Этот ферментный препарат представляет собой легко растворимый в воде нетоксичный порошок. В лиофилизированном виде при температуре 4 °С он стабилен не менее одного года. Раствор «Дигестаза» в водном буфере (рН 7,5) стабилен при комнатной температуре в течение нескольких суток.

Для использования в икорном производстве предназначен ферментный препарат «КЭВЭР-СЭП». Применение его позволяет увеличить выход икры рыб разных видов на 20–25 % за счет того, что соединительная ткань ястыков в процессе обработки препаратом растворяется без разрушения оболочек икринок. Икра, выработанная с использованием ферментного препарата, в отличие от получаемой традиционным способом, имеет естественный цвет, более прозрачна, лишена горького привкуса.

#### ***6.2.4. Технология ферментного препарата из криля***

Наиболее эффективным источником получения ферментов из криля – антарктической креветки, является подпрессовый сок, образующийся при производстве из криля сыромороженого фарша и содержащий активные комплексы пищеварительных ферментов. Сок должен храниться не более 1 ч и обладать протеолитической активностью не менее 0,3 мкмоль тирозина/г·мин. В судовых условиях Л. М. Пауковой с соавторами предложено для концентрирования ферментов применять метод солевого фракционирования сульфатом аммония.

Технологическая схема получения ферментного концентрата из криля представлена на рис. 6.5.

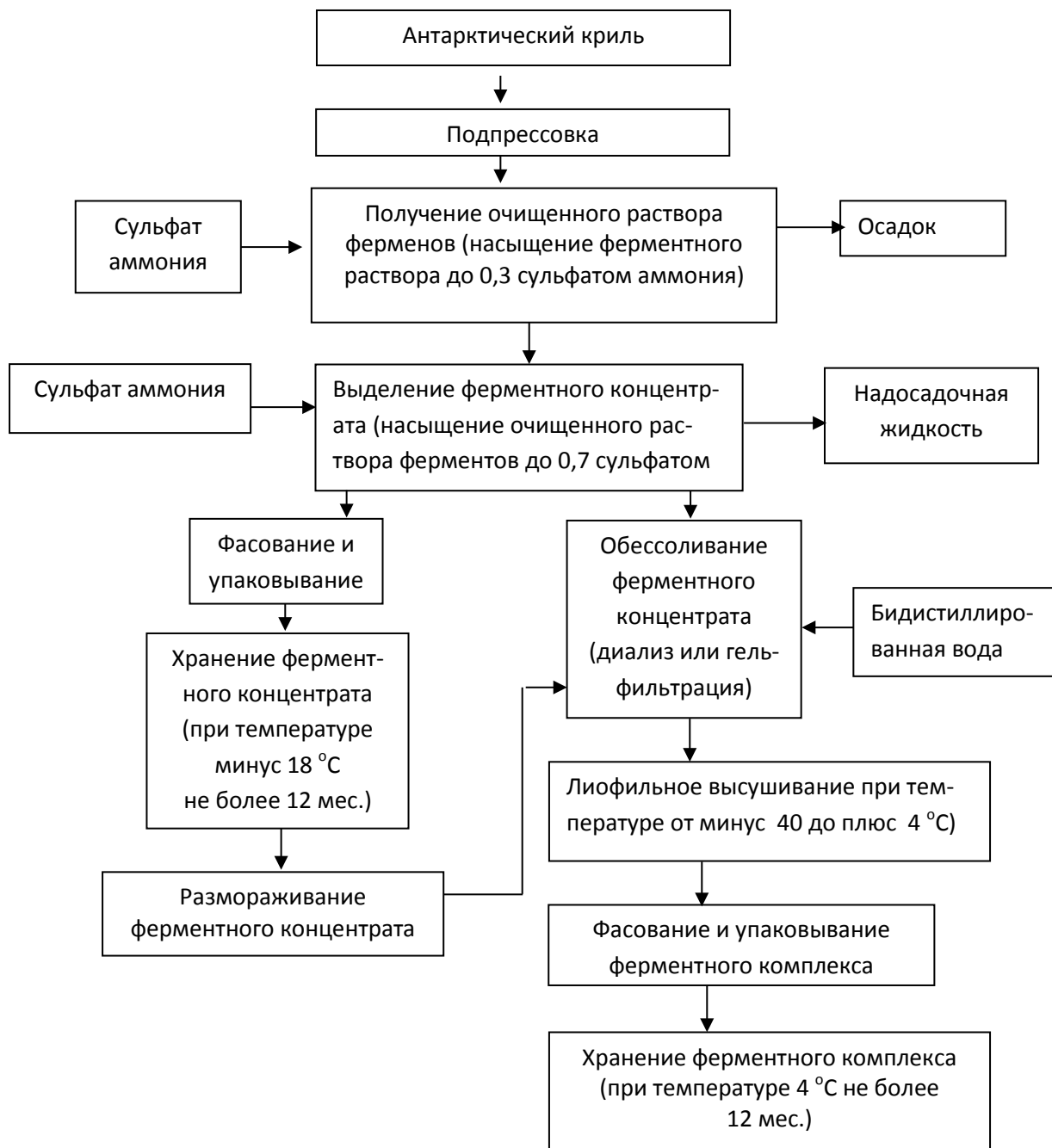


Рисунок 6.5 – Технологическая схема получения ферментного концентрата из криля

По данным АтлантНИРО из 100 кг криля можно получить 20 кг ферментного концентрата активностью от 19 до 30 Е/мг. Зона оптимальной активности ферментного препарата располагается в пределах рН от 6,2 до 7,2. Активность препарата наблюдается также в зоне рН 4–5, что указывает на его сложный состав. Термостабильность протеиназ криля невысока: они стабильны в течение 2 ч при температуре 36 °С, но при повышении температуры активность ферментного препарата резко снижается и при температуре 60 °С через 2 ч практически исчезает.

Для выделения очищенного ферментного комплекса непосредственно из ферментного раствора в береговых условиях предпочтительно применять изопропиловый спирт и осаждение проводить при температуре не выше 1–2 °С.

Установлено, что ферментный комплекс из криля можно использовать в качестве гидролизующего агента при получении пищевых и технических продуктов в количестве 0,1 % к массе обрабатываемого сырья.

### **6.2.5. Технология ферментных препаратов холинэстераз**

Интерес к холинэстеразам объясняется ключевой ролью, которую играет ацетилхолинэстераза нервной ткани в быстропротекающих процессах передачи нервного импульса.

На основании литературных и собственных данных по исследованию свойств холинэстераз различного происхождения учеными ТИНРО в качестве источника фермента были выбраны оптические ганглии кальмаров. Выбор обоснован высокой каталитической активностью фермента и широкой сырьевой базой.

Данные ТИНРО по физико-химическим свойствам и ферментной активности холинэстеразы свидетельствуют о том, что из всех исследованных головоногих моллюсков одним из перспективных источников препарата может являться тихоокеанский кальмар *Todarodes pacificus*. По экспертной оценке ТИНРО, биомасса этого вида кальмара составляет: в северо-западной части Тихого океана – 4 млн. т; в Японском море – около 1 млн. т (допустимый вылов 180 тыс. т); в заливе Петра Великого – 10 тыс. т. Выход сырья – нервной ткани (два оптических ганглия из одной особи кальмара) – составляет 0,2 % от массы кальмара. Таким образом, из 10 000 т кальмара можно заготовить 20 т сырья, а с учетом 10 % выхода препарата (по активности) может быть получено 60 кг фермента с удельной активностью от 10 до 25 Е/мг.

Полученный лиофильно-высушенный препарат (рис. 6.6) имеет активность 10–25 Е/мг и используется в химико-аналитических целях, а также для обнаружения и определения инсектицидов, фосфорорганических и других ядохимикатов.

Стоит отметить, что холинэстеразы как ферменты, участвующие в процессах нейрогуморальной и синаптической передачи импульсов, содержатся практически во всех органах живого организма и могут быть получены из тканей наземных животных. Тем не менее уровень технологического процесса, разработанного в ТИНРО, и, что не менее важно, – экономические показатели позволяют считать, что нервные ткани гидробионтов являются наиболее перспективным сырьем для производства этого фермента. Это тем более справедливо, что работами Н. Н. Ковалева и др. показана возможность использования для этой цели не только ганглий кальмара, но и мозговой ткани лососевых и некоторых других рыб.

### **6.2.6. Фосфатазы**

Как известно, во всех органах и тканях беспозвоночных и рыб обнаружены кислые и щелочные фосфатазы. По данным ТИНРО, для получения кислой

фосфатазы подходит сырье – гонады кальмара, которые характеризуются низким содержанием липидов и высоким исходным количеством фермента.

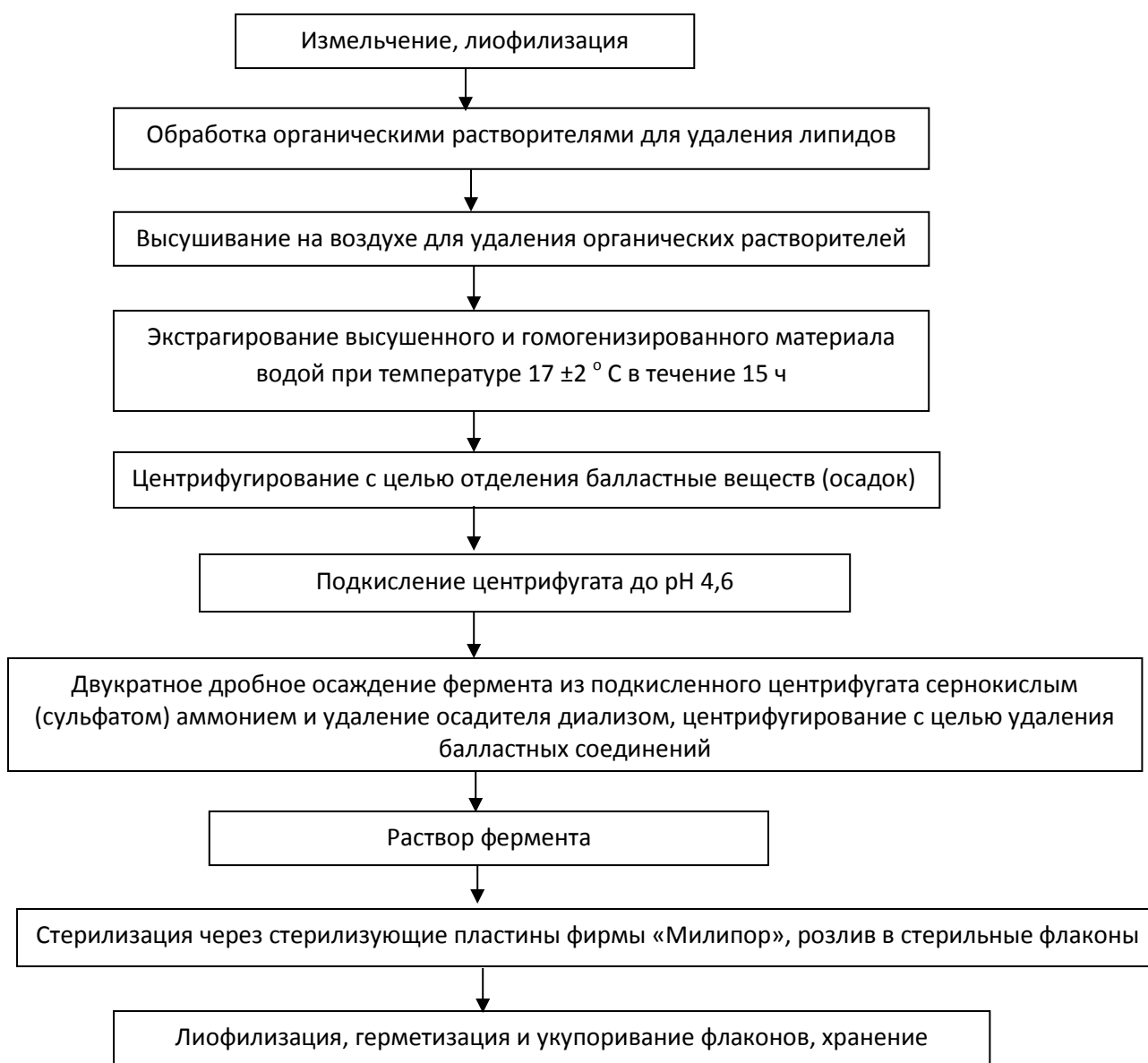


Рисунок 6.6 – Технологическая схема получения холинэстеразы

Выделение и очистка препарата кислой фосфатазы (КФ) из гонад кальмара основаны на экстракции фермента водными растворами соответствующих солей из разрушенной с помощью гомогенизатора ткани, дробном высаливании сульфатом аммония и обессоливании путем диализа с последующей сублимацией диализованного раствора фермента. Замороженную ткань дефростировали на воздухе. Гомогенизацию проводили в растворе 0,05 М КС1 при pH 6,4 в соотношении 9:1. Перед экстракцией гомогенат подкисляли 0,2 М раствором HCl до pH 4,2. Наилучшая экстракция фермента достигалась при непрерывном перемешивании гомогената в течение 24 ч при температуре 4 °С. Экстракт отделяли центрифугированием при 2000 об/мин в течение 0,5 ч. Выделение КФ осуществляли дробным высаливанием сульфатом аммония, фракцию до 40 %



насыщения отбрасывали, а фракцию от 40 до 80 % насыщения сульфатом аммония отделяли центрифугированием при 2000 об/мин в течение 0,5 ч. Ферментный осадок растворяли в 0,05 М КС1, рН раствора 5,5. Добавление раствора КС1 способствовало растворению фермента, который переходил в раствор, балластные белки отделяли повторным центрифугированием при установленных условиях. Раствор фермента обессоливали путем его диализа против 0,05 М раствора хлорида магния в течение 72 ч при рН 5,5.

Отдиализованную взвесь для осаждения примеси белка вновь центрифугировали при 2000 об/мин, обессоленный раствор фермента направляли на сублимацию, рН 5,6. После сублимации получали частично очищенный сублимированный препарат кислой фосфатазы КФ.

По разработанной методике кислая фосфатаза обладала высокой удельной активностью – от 92 до 232 Е/мг белка (по п-нитрофенилфосфату). Применение последующей хроматографии на сефадексе позволило удалить балластные белки и получить более активный препарат с удельной активностью 408–1400 Е/мг белка.

Для выделения щелочной фосфатазы (ЩФ) использовали почки, которые гомогенизировали, добавляли 0,05 М раствор КС1 в соотношении 8:1 и доводили рН до 9,0 0,1 М NaOH. Экстракцию проводили при 4 °С в течение 3 ч. Дальнейшую очистку осуществляли экстракцией п-буганолом при соотношении экстракт: буганол 4:1. После центрифугирования и отделения буганольного слоя и осадка экстракцию водного слоя повторяли трижды – до тех пор, пока п-буганол не становился светлым и прозрачным. После экстракции проводили гель-хроматографию на сефадексе G-25 для очистки от низкомолекулярных примесей и буганола, затем лиофилизировали. Выделенные препараты обладают достаточно высокой каталитической активностью, сравнимой со стандартными реактивами фирмы «Реанал».

Установлено, что хранение сырья при низких температурах в течение года вызывает незначительное снижение (не более 20 %) фосфатазной активности, что и было учтено в ТУ 15-01 941-87 при выдаче рекомендаций по хранению.

Изучение хранения препаратов показало возможность применения низкотемпературных условий для сохранения активности в течение 7–8 мес.

**6.2.7. Гидробионты могут служить источником гиалуронидазы**, которая облегчает проникновение в организм лекарственных средств при введении их путем инъекций, а также при местной анестезии, что обусловило широкое применение этого фермента в медицине.

Гиалуронидаза была выделена из печени кальмара *Ommastrephes sloani pacificus*, установлена ее идентичность с гиалуронидазой, полученной из семенников быка. Этот фермент обнаружен в лизосомах клеток пищеварительного тракта мидий и пяти видов брюхоногих моллюсков. Гиалуронидазы, выделенные из печени кальмара *Ommastrephes sloani pacificus* и из желудка скумбрии, обладали рН-оптимумом в том же диапазоне, что и полученные из внут-

ренностей анчоуса. При этом повышение активности фермента наблюдали при рН 3,6; 4,4; 5,0 и 5,4. Установлено, что скорость реакции под действием гиалуронидазы увеличивается по мере снижения содержания в среде белка.

### **6.3. Задания и методические указания по их выполнению**

#### ***Задание 6.3.1. Изучить справочно-теоретический материал, представленный в п. 6.2***

Приобрести знания по способам выделения ферментов из различных объектов и органов водных биологических ресурсов. Составить и записать в лабораторные тетради технологические схемы получения ферментных препаратов из различных видов гидробионтов.

Дать характеристику ферментным препаратам, выделенным из различных гидробионтов. Информацию оформить в виде табл. 6.2.

Таблица 6.2 – Характеристики ферментных препаратов и способов их получения из различных гидробионтов

Наименование ферментов	Основное сырье для выделения ферментов	Основные технологические операции при выделении ферментов	Характер готового продукта, активность препаратов	Пути использования выделяемых ферментов

#### ***Задание 6.3.2. Определить протеолитическую активность ферментных препаратов из животного сырья и микробиологического синтеза***

Для определения протеолитической активности использовать модифицированный метод Ансона в соответствии с ГОСТ 20264.2–88 Препараты ферментные. Методы определения протеолитической активности (с Изменением N 1) [4]. Метод предназначен для определения активности концентрированных ферментных препаратов, полученных на распылительной сушилке, гранулированных препаратов, а также для ферментных препаратов в виде упаренных сиропов.

От каждого предоставленного образца ферментов отобрать пробы для исследования в соответствии с ГОСТ 20264.0–74 Препараты ферментные. Правила приемки и методы отбора проб [5] и ГОСТ Р 57248–2016 Препараты ферментные. Правила приемки и методы отбора проб [6].

Пробы тщательно перемешать и использовать для определения протеолитической активности.

6.3.2.1. *Определение протеолитической активности (ПС) ферментных препаратов в соответствии с ГОСТ 20264.2–88 (модифицированный метод Ансона).* Метод является арбитражным и основан на гидролизе казеината натрия (или казеина для препаратов с рН 10,5) исследуемым ферментным препаратом до пептидов и аминокислот с последующим их определением.

За единицу протеолитической активности принята способность фермента превращать за 1 мин при температуре 30 °С казеинат натрия в неосаждаемое трихлоруксусной кислотой состояние в количестве, соответствующем 1 мкмоль тирозина.

Протеолитическую активность выражают числом указанных единиц в 1 г испытуемого препарата.

Активность протеиназ определяют при значениях рН в следующих диапазонах:

2,5±0,2 и 5,5±0,2 – кислые и слабокислые протеиназы;

7,2±0,2 – нейтральные протеиназы;

9,5±0,2 – щелочные протеиназы.

6.3.2.2. *Для определения протеолитической активности используются следующие аппаратура, материалы, реактивы, растворы:*

- весы лабораторные общего назначения по ГОСТ 24104 ;
- прибор для определения рН среды в диапазоне от 0 до 14 с погрешностью измерения ±0,1 единиц рН;
- мешалка магнитная любого типа, обеспечивающая 3000 об/мин;
- термостат любого типа, обеспечивающий температуру нагрева 40±0,2 °С;
- колориметр фотоэлектрический лабораторный, обеспечивающий измерения в интервалах длин волн 630–670 нм с погрешностью ±1 % (по коэффициенту пропускания) или 0,01 (по оптической плотности);
- секундомер;
- термометры 0–150 °С по ГОСТ 28498 [7] с ценой деления 1 °С;
- холодильник бытовой любой марки;
- электроплитка с терморегулятором по ГОСТ 14919;
- баня водяная любого типа;
- холодильник ХСВО 10 ХС по ГОСТ 25336;
- стаканы любого типа и исполнения вместимостью 100, 250, 600, 1000 и 2000 см<sup>3</sup> по ГОСТ 25336;
- стаканчики для взвешивания СВ-19/9 или СВ-24/10 по ГОСТ 25336;
- колбы типов П и Кн любого исполнения вместимостью 100, 250, 500, 1000 см<sup>3</sup> по ГОСТ 25336;
- колбы типов К-1-2000-45/40 ТС, К-2-200-45/40 ТС по ГОСТ 25336;
- колбы мерные исполнения 1 или 2, любого класса точности, наливные вместимостью 50, 100, 200, 250, 500, 1000 и 2000 см<sup>3</sup> по ГОСТ 1770;
- пробирки П1-16-150 ХС, П2-16-180 ХС по ГОСТ 25336;
- цилиндры любого исполнения вместимостью 50 и 100 см<sup>3</sup> по ГОСТ 1770;

- пипетки любого исполнения вместимостью 1, 2, 5 и 10 см<sup>3</sup> по ГОСТ 29227;
- бюретки по ГОСТ 29251;
- воронки стеклянные типа В по ГОСТ 25336;
- бумага фильтровальная лабораторная по ГОСТ 12026;
- кислота уксусная по ГОСТ 61, раствор концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup>;
- кислота ортофосфорная по ГОСТ 6552, раствор с массовой долей кислоты 85 % и раствор концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup>;
- кислота борная по ГОСТ 9656, раствор концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup>;
- натрий вольфрамвокислый 2-водный по ГОСТ 18289;
- натрий молибденовокислый по ГОСТ 10931;
- литий серноокислый;
- кислота соляная по ГОСТ 3118, концентрированная, раствор концентрации 1 и 0,2 моль/дм<sup>3</sup>;
- бром по ГОСТ 4109;
- натрия гидроокись по ГОСТ 4328, раствор концентрации 1 и 0,1 моль/дм<sup>3</sup>;
- натрий казеиновокислый (казеинат натрия);
- натрий углекислый по ГОСТ 83, раствор концентрации 0,5 моль/дм<sup>3</sup>;
- тирозин;
- кислота трихлоруксусная (ТХУ);
- фенолфталеин;
- вода дистиллированная по ГОСТ 6709.

Примечания:

1. Все реактивы должны быть марки х.ч. или ч.д.а., кроме трихлоруксусной кислоты, которая используется марки ч.
2. Допускается использование импортной посуды и приборов с аналогичными техническими характеристиками.

### ***Подготовка к испытанию***

*6.3.2.3. Приготовление универсального буферного раствора Уб<sub>1</sub> концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup>.* Для приготовления универсального буферного раствора Уб<sub>1</sub> готовят растворы концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup>: уксусной кислоты (раствор А), ортофосфорной кислоты (раствор В) и борной кислоты (раствор С) и смешивают их в равных соотношениях. Получают буферный раствор с рН 1,8. Добавляя к этой смеси различные объемы раствора гидроокиси натрия концентрации 1 моль/дм<sup>3</sup> получают буферные растворы:

- а) рН реакционной смеси 2,5±0,2 и 5,5±0,2 (для кислых протеиназ);
- б) рН реакционной смеси 7,2±0,2 (для нейтральных протеиназ);
- в) рН реакционной смеси 9,5±0,2 (для щелочных протеиназ).

*6.3.2.4. Приготовление универсального буферного раствора Уб<sub>2</sub> концентрации 0,5 моль/дм<sup>3</sup>.* Для приготовления универсального буферного раствора Уб<sub>2</sub> готовят растворы А, В и С концентрации 0,5 моль/дм<sup>3</sup> и смешивают их в равных соотношениях.

6.3.2.5. *Приготовление универсального буферного раствора Уб<sub>3</sub> концентрации 0,01 моль/дм<sup>3</sup>.* Универсальный буферный раствор Уб<sub>3</sub> готовят смешиванием девяти объемов дистиллированной воды с одним объемом буферного раствора Уб<sub>1</sub>.

6.3.2.6. *Приготовление реактива Фолина (основной раствор).* Для приготовления основного раствора Фолина в круглодонную колбу с пришлифованным обратным холодильником вместимостью 2000 см<sup>3</sup> наливают 700 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, добавляют 100,00 г вольфрамвокислого натрия и 25,00 г молибденовокислого натрия. Затем приливают 50 см<sup>3</sup> ортофосфорной кислоты с массовой долей 85 % и 100 см<sup>3</sup> концентрированной соляной кислоты. Смесь кипятят на слабом огне на асбестовой сетке в течение 10 ч. Кипячение допускается прерывать.

В охлажденную смесь добавляют 150,00 г сернокислого лития, 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и пять капель брома. Открытую колбу кипятят на слабом огне под тягой в течение 15–20 мин, чтобы удалить избыток паров брома. Раствор должен иметь желтую окраску. После охлаждения раствор доводят дистиллированной водой до 1000 см<sup>3</sup> (при необходимости фильтруют через трубку Аллина, заполненную стеклянной ватой).

Приготовленный раствор хранят в склянке из темного стекла в холодильнике. Через 2–3 мес. хранения следует добавить в него 1–2 капли брома и снова прокипятить в течение 15–20 мин. Показателем непригодности раствора считается его помутнение и изменение окраски из желтой в зеленую.

Концентрацию реактива Фолина проверяют титрованием разбавленного 1:10 реактива Фолина раствором гидроокиси натрия концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup> по фенолфталеину. Реактив Фолина должен быть концентрации 2 моль/дм<sup>3</sup> по кислоте. Если кислотность реактива Фолина больше 2 моль/дм<sup>3</sup>, то его разбавляют дистиллированной водой, если меньше – реактив для работы не пригоден.

Рабочий раствор Фолина готовится разведением основного раствора 1:2 (одна часть реактива Фолина и две части дистиллированной воды) для определения активности модифицированным методом Ансона и 1:3 (одна часть реактива Фолина и три части дистиллированной воды) для определения активности методом ФОЛП.

6.3.2.7. *Приготовление раствора ферментного препарата.* В стаканчике стеклянной палочкой тщательно растирают 0,100–1,000 г исследуемого препарата (в зависимости от предполагаемой активности) с небольшим количеством буферного раствора Уб<sub>1</sub> с соответствующим рН реакционной смеси. Затем количественно переносят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, доводят этим же буферным раствором объем жидкости до метки и перемешивают. Из этого раствора готовят не менее двух разведений в зависимости от предполагаемой активности, используя этот же буферный раствор.

Каждое разведение испытуемого раствора анализируют в двух повторностях. Для испытания берут две параллельные навески препарата.

Раствор ферментного препарата готовят непосредственно перед определением.

#### *6.3.2.8. Приготовление раствора с массовой долей казеината натрия 2 % (субстрат)*

*Для кислых протеиназ (рН 2,5)*

2,000 г воздушно-сухого казеината натрия растворяют в 90 см<sup>3</sup> буферного раствора Уб<sub>3</sub> с рН 5,5. Затем раствор доводят до рН 2,5 добавлением 3,0–3,5 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты концентрации 1 моль/дм<sup>3</sup>.

Добавление соляной кислоты (до рН 3,0) следует проводить быстро при интенсивном перемешивании раствора. При дальнейшем подкислении раствора до рН 2,5 кислота вносится по каплям.

Затем раствор переносят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> и доводят объем до метки буферным раствором Уб<sub>1</sub> с рН 2,5.

Примечание. При подкислении раствора казеината натрия соляной кислотой первоначально (при значении рН в диапазоне 5,1–3,0) наблюдается образование мелких хлопьев, которые исчезают при дальнейшем добавлении соляной кислоты до рН 2,5.

*Для кислых (рН 5,5), нейтральных (рН 7,2) и щелочных (рН 9,5) протеиназ.* 2,000 г воздушно-сухого казеината натрия растворяют в 90 см<sup>3</sup> Уб<sub>1</sub> соответствующего рН, после чего раствор доводят до рН 5,5 (для кислых протеиназ) добавлением нескольких капель раствора соляной кислоты концентрации 1 моль/дм<sup>3</sup>, а до рН 7,2 (нейтральных) и 9,5 (щелочных) добавлением нескольких капель раствора гидроксида натрия концентрации 1 моль/дм<sup>3</sup>.

Затем раствор переносят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> и доводят объем до метки буферным раствором Уб<sub>1</sub> соответствующего рН.

Примечания:

1. Для сокращения времени растворения казеината натрия раствор готовят при нагревании до температуры 70 °С на магнитной мешалке.
2. Срок хранения раствора в холодильнике в плотно закрытой склянке – не более 3 сут.

#### *6.3.2.9. Проведение испытания.* Берут три пробирки (одна контрольная, две опытные).

В опытные пробирки наливают по 2 см<sup>3</sup> субстрата и помещают их в ультратермостат при температуре 30 °С.

Примерно через 10 мин в каждую пробирку приливают по 2 см<sup>3</sup> раствора фермента (предварительно термостатированного при 30 °С 3–4 мин), пробирки встряхивают и оставляют на гидролиз ровно на 10 мин при температуре 30 °С. Через 10 мин добавляют в обе пробирки по 4 см<sup>3</sup> раствора ТХУ, чтобы прервать ферментативную реакцию и осадить белок и высокомолекулярные продукты гидролиза. Быстро перемешивают смесь и для обеспечения полного осаждения выдерживают пробирки со смесью при температуре 30 °С еще в течение 20 мин. Затем смесь фильтруют в сухие пробирки. Фильтрат должен быть совершенно прозрачен. Отбирают в пробирки с предварительно налитыми туда

5 см<sup>3</sup> раствора углекислого натрия концентрации 0,5 моль/дм<sup>3</sup> по 1 см<sup>3</sup> фильтра, перемешивают и быстро приливают по 1 см<sup>3</sup> рабочего раствора реактива Фолина. Дают реакционной смеси постоять 20 мин. После реакции растворы приобретают голубую окраску, интенсивность которой определяют фотоэлектрическим колориметром против контроля.

Контрольный опыт готовят, прибавляя реактивы в обратной последовательности: для этого в контрольную пробирку наливают 2 см<sup>3</sup> ферментного раствора того же разведения, как и в опыте, добавляют 4 см<sup>3</sup> ТХУ, выдерживают в ультратермостате при температуре 30 °С в течение 10 мин, а затем вносят 2 см<sup>3</sup> субстрата. Через 20 мин нахождения в термостате раствор фильтруют, отбирают в сухую пробирку с предварительно налитыми туда 5 см<sup>3</sup> раствора углекислого натрия концентрации 0,5 моль/дм<sup>3</sup>, 1 см<sup>3</sup> фильтра, перемешивают, добавляют 1 см<sup>3</sup> рабочего раствора реактива Фолина.

Колориметрирование проводят фотоэлектрическим колориметром в диапазоне длин волн 630–670 нм в кюветах с толщиной поглощающего свет слоя 10 мм.

Значения оптической плотности должны лежать в диапазоне 0,07–0,45 для кислых протеиназ и 0,2–0,6 для нейтральных и щелочных протеиназ.

При отклонении оптической плотности от указанной необходимо подобрать такое разведение препарата, чтобы оптическая плотность укладывалась в данные пределы.

*6.3.2.10. Построение градуировочной характеристики.* Для вычисления протеолитической активности строят градуировочную характеристику по тирозину и по ней вычисляют тирозиновый эквивалент (ТЭ), т. е. ту оптическую плотность, которую бы дал 1 мкмоль тирозина в 1 см<sup>3</sup> стандартного раствора. Этот эквивалент необходимо установить для каждой новой партии реактива Фолина и каждого фотоэлектрического колориметра.

Для построения градуировочной характеристики готовят раствор тирозина концентрации 10<sup>-3</sup> моль/дм<sup>3</sup>. Для этого 181,2 мг чистого тирозина растворяют в растворе соляной кислоты концентрации 0,2 моль/дм<sup>3</sup> в мерной колбе вместимостью 1 дм<sup>3</sup>. Из этого исходного раствора тирозина готовят дальнейшие разведения следующим образом.

Раствор 1. В мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup> вносят 1 см<sup>3</sup> исходного раствора тирозина и доводят объем до метки раствором соляной кислоты концентрации 0,2 моль/дм<sup>3</sup>. Концентрация тирозина (с<sub>1</sub>) при этом составляет 0,2·10<sup>-4</sup> моль/дм<sup>3</sup> или 0,02 мкмоль/см<sup>3</sup>.

Последующие растворы готовят аналогичным образом:

раствор 2:2 см<sup>3</sup> исходного раствора с<sub>2</sub> – 0,4·10<sup>-4</sup> моль/дм<sup>3</sup> или 0,04 мкмоль/см<sup>3</sup>;

раствор 3:4 см<sup>3</sup> исходного раствора с<sub>3</sub> – 0,8·10<sup>-4</sup> моль/дм<sup>3</sup> или 0,08 мкмоль/см<sup>3</sup>;

раствор 4:5 см<sup>3</sup> исходного раствора с<sub>4</sub> – 1,0·10<sup>-4</sup> моль/дм<sup>3</sup> или 0,10 мкмоль/см<sup>3</sup>;

раствор 5:7,5 см<sup>3</sup> исходного раствора с<sub>5</sub> – 1,5·10<sup>-4</sup> моль/дм<sup>3</sup> или 0,15 мкмоль/см<sup>3</sup>;

раствор 6:10 см<sup>3</sup> исходного раствора с<sub>6</sub> – 2,0·10<sup>-4</sup> моль/дм<sup>3</sup> или 0,20 мкмоль/см<sup>3</sup>;

раствор 7:15 см<sup>3</sup> исходного раствора с<sub>7</sub> – 3,0·10<sup>-4</sup> моль/дм<sup>3</sup> или 0,30 мкмоль/см<sup>3</sup>.

Затем берут семь пробирок, вносят в каждую по 1 см<sup>3</sup> раствора тирозина разной концентрации и добавляют при постоянном перемешивании по 5 см<sup>3</sup> раствора углекислого натрия концентрации 0,5 моль/дм<sup>3</sup> и 1 см<sup>3</sup> рабочего раствора Фолина.

Контрольный опыт готовят также, но вместо раствора тирозина берут 1 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Дают реакционной жидкости постоять в течение 20 мин.

Интенсивность окраски измеряется фотоэлектрическим колориметром против контрольной пробы в диапазоне длин волн 630–670 нм в кюветах с толщиной поглощающего свет слоя 10 мм.

Следует приготовить растворы из двух навесок тирозина и провести два параллельных опыта способом, указанным выше.

По средним данным, полученным из двух опытов, строится градуировочная характеристика, имеющая линейную зависимость.

На оси абсцисс откладывают значение концентрации (с) мкмоль/см<sup>3</sup>, на оси ординат – соответствующие значения оптической плотности (D).

По градуировочной характеристике находят тирозиновый эквивалент, соответствующий оптической плотности 1 мкмоль тирозина в 1 см<sup>3</sup>.

*6.3.2.10. Обработка результатов.* Протеолитическую активность (ПС), ед/г, вычисляют по формуле

$$ПС = \frac{D \cdot 4}{ТЭ \cdot 10 \cdot m} \cdot 1000, \quad (6.1)$$

где D – оптическая плотность исследуемого раствора; 4 – отношение объемов реакционной смеси и раствора фермента после добавления ТХУ; ТЭ – тирозиновый эквивалент, определяемый по градуировочной характеристике, мкмоль/см<sup>3</sup>; 10 – время гидролиза субстрата, мин; m – масса ферментного препарата, взятая на протеолиз (расчет ведется на 1 см<sup>3</sup> ферментного раствора), мг; 1000 – переводной коэффициент полученных единиц на 1 г ферментного препарата.

За окончательный результат испытания принимают среднеарифметическое значение активностей, полученных при анализе двух параллельных навесок препарата.

Относительное допускаемое расхождение между значениями активностей двух параллельных навесок не должно превышать 5 %. Результат округляют до первого десятичного знака.

Предел возможных значений относительной погрешности измерений протеолитической активности при доверительной вероятности p 0,95 составляет 5 %.



6.3.2.12. *Определение протеолитической активности методом ФОЛП (для определения щелочных протеиназ при рН 10,5).* За единицу протеолитической активности принята способность фермента катализировать гидролиз 1 г белка (казеина) в строго определенных условиях: температуре 40 °С, рН 10,5 и времени гидролиза 1 ч.

*Аппаратура, материалы, реактивы, растворы*

- применяемая аппаратура и материалы по п. 6.3.2.2;
- казеин по Гаммерстену;
- натрий углекислый по ГОСТ 83, раствор концентрации 0,2 и 0,5 моль/дм<sup>3</sup>;
- натрий двууглекислый по ГОСТ 2156, раствор концентрации 0,2 моль/дм<sup>3</sup>;
- трихлоруксусная кислота (ТХУ), раствор концентрации 0,3 моль/дм<sup>3</sup>;
- натрия гидроокись, раствор концентрации 1 моль/дм<sup>3</sup>;
- реактив Фолина по п. 6.3.2.5.

6.3.2.13. *Подготовка к испытанию*

*Приготовление раствора ферментного препарата.* 0,100–1,000 г исследуемого препарата (в зависимости от предполагаемой активности) тщательно растирают с небольшим количеством дистиллированной воды, количественно переносят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> доводят дистиллированной водой до метки и перемешивают. Из этого раствора готовят не менее двух разведений в зависимости от предполагаемой активности.

Каждое разведение испытуемого раствора анализируют в двух повторностях. Для испытания берут две параллельные навески препарата.

Раствор ферментного препарата готовят непосредственно перед определением.

*Приготовление карбонатно-бикарбонатного буферного раствора с рН 10,7.* Для приготовления буферного раствора в мерную колбу вместимостью 200 см<sup>3</sup> наливают 45 см<sup>3</sup> раствора углекислого натрия концентрации 0,2 моль/дм<sup>3</sup> и 5 см<sup>3</sup> раствора двууглекислого натрия. Объем доводят до метки дистиллированной водой.

*Приготовление раствора с массовой долей казеина 1 % (субстрат).* 2,000 г казеинового порошка переносят в коническую колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup> и приливают 140 см<sup>3</sup> карбонатно-бикарбонатного буферного раствора с концентрацией водородных ионов рН 10,7. Колбу ставят на магнитную мешалку и раствор перемешивают в течение 30 мин, затем, продолжая перемешивать, колбу с субстратом помещают в водяную баню и нагревают до температуры 40 °С; рН при этой температуре доводят до 10,5 добавлением (если необходимо) раствора гидроокиси натрия концентрации 1 моль/дм<sup>3</sup>. Далее раствор субстрата из конической колбы переводят в мерную колбу вместимостью 200 см<sup>3</sup>, охлаждают проточной водой до 20 °С и объем субстрата доводят до метки кар-

бонатно-бикарбонатным буферным раствором. Срок хранения субстрата в холодильнике не более 3 сут в плотно закрытой склянке.

*6.3.2.14. Проведение испытания.* В три пробирки (одна контрольная) наливают по 5 см<sup>3</sup> раствора казеина и выдерживают в ультратермостате при температуре 40 °С в течение 5 мин.

В первую пробирку (контрольную) добавляют 2,5 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, в последующие – по 2,5 см<sup>3</sup> испытуемого раствора ферментного препарата.

Содержимое пробирок тщательно перемешивают и выдерживают в ультратермостате в течение 60 мин при температуре 40 °С.

По истечении времени гидролиза в каждую из пробирок, начиная с первой (контрольной), добавляют по 5 см<sup>3</sup> раствора ТХУ, чтобы прервать ферментативную реакцию и осадить белок и высокомолекулярные продукты гидролиза.

Смесь быстро перемешивают и для полноты осаждения выдерживают в течение 15 мин при температуре 40 °С в ультратермостате. Затем растворы фильтруют через фильтровальную бумагу и в фильтрате определяют количество прогидролизованного белка по тирозину. Для этого берут три пробирки и в каждую (начиная с контрольной) наливают по 2 см<sup>3</sup> фильтрата, затем медленно приливают в каждую по 5 см<sup>3</sup> раствора углекислого натрия концентрации 0,5 моль/дм<sup>3</sup> и по 1 см<sup>3</sup> рабочего раствора Фолина, непрерывно перемешивают, выдерживают в ультратермостате (для развития окраски) при температуре 40 °С в течение 30 мин, охлаждают до комнатной температуры, затем фотометрируют при длине волны 630–670 нм при использовании кювет с толщиной поглощающего свет слоя 5 мм.

Оптическую плотность испытуемых растворов измеряют по отношению к контрольной пробе (воде).

Значение оптической плотности для ферментных препаратов должно находиться в диапазоне 0,15–0,70.

В случае отклонения оптической плотности от указанной необходимо подобрать такое разведение препарата, чтобы оптическая плотность укладывалась в данные пределы.

*6.3.2.15. Обработка результатов.* Протеолитическую активность (ПС), ед/г, вычисляют по формуле

$$ПС = \frac{4,7 \cdot D + 0,1}{m} \cdot 1000, \quad (6.2)$$

где D – значение оптической плотности испытуемых растворов; M – масса ферментного препарата в фильтрате, взятом для развития окраски, мг; 4,7 и 0,1 – постоянные коэффициенты, полученные экспериментально, г/ч; 1000 – переводной коэффициент миллиграмм в граммы.

За окончательный результат испытания принимают среднеарифметическое значение активностей, полученных при анализе двух параллельных навесок препарата.

Относительное допускаемое расхождение между значениями активностей двух параллельных навесок не должно превышать 5 %. Результат округляют до первого десятичного знака.

Предел возможных значений относительной погрешности измерений протеолитической активности при доверительной вероятности  $p = 0,95$  составляет 5 %.

### Рекомендуемая литература

1. Технология продуктов из гидробионтов / С. А. Артюхова [и др.]. – Москва: Колос, 2001. – 401 с.
2. Биотехнология морепродуктов / Л. С. Байдалинова [и др.]. – Москва: Мир, 2006. – 560 с.
3. Биотехнология гидробионтов / О. Я. Мезенова [и др.]. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2004. – 461 с.
4. ГОСТ 20264.2–88 Препараты ферментные. Методы определения протеолитической активности (с Изменением N 1). – Москва: Изд-во стандартов, 1988. – 14 с.
5. ГОСТ 20264.0–74. Препараты ферментные. Правила приемки и методы отбора проб. – Москва: Изд-во стандартов, 1985. – 3 с.
6. ГОСТ Р 57248–2016. Препараты ферментные. Правила приемки и методы отбора проб. – Москва: Изд-во стандартов, 2016. – 4 с.

### Вопросы для самопроверки

1. Какое сырье перспективно для выделения ферментов?
2. Какие ферменты могут быть получены из гидробионтов?
3. Какие основные операции составляют технологические процессы получения ферментов?
4. В каких формах вырабатываются ферментные препараты?
5. Какими способами консервируется сырье для получения ферментов?
6. Что такое диализ и ультрафильтрация, гель-хроматография, как они осуществляются и с какой целью?
7. Какие способы консервирования применяются для сохранения готовых ферментных препаратов?
8. В чем состоят основные трудности процессов выделения ферментных комплексов из гидробионтов?
9. Что такое солевое фракционирование? Какие соли используются обычно для этих целей?
10. Какой метод используется для определения протеолитической активности ферментов?
11. В каких единицах измеряется протеолитическая активность?
12. При каких значениях pH определяется протеолитическая активность ферментных препаратов?
13. Какие субстраты используются при определении протеолитической активности ферментных препаратов?

## Лабораторная работа № 7

### Тема: ОСНОВЫ ПРОДУКТОВЫХ РАСЧЕТОВ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ РАСЧЕТЫ В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. МАТЕРИАЛЬНЫЕ БАЛАНСЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

**Цель занятия:** приобретение знаний, умений и навыков по порядку проведения производственных расчетов в молочной промышленности.

#### **Задачи:**

- закрепление знаний по биотехнологии переработки молока с производством разнообразной пищевой продукции;
- закрепление знаний химического состава молока и основных молочных продуктов;
- освоение порядка составления материальных балансов при производстве пищевой продукции на основе молока-сырья;
- приобретение умений определения производственных потерь при переработке молочного сырья;
- приобретение навыков определения степени перехода основных компонентов молока (жира, белка, сухих веществ) из сырья в готовую продукцию и определения уровня использования этих компонентов молока – сырья.

#### **7.1 Материально-техническое обеспечение**

- Стандарты на пищевую продукцию из молочного сырья (технические условия).
- Таблицы химического состава пищевых молочных продуктов [4, 5].
- Калькуляторы.

#### **7.2. Справочно-теоретический материал**

##### ***7.2.1. Материальный баланс в производстве молочных продуктов***

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

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

Первое уравнение – это баланс сырья и вырабатываемых из него продуктов:

$$M_c = M_z + M_n + П, \quad (7.1)$$

где  $M_c$ ,  $M_z$ ,  $M_n$  – масса соответственно сырья, готового и побочного продуктов, кг;  $П$  – производственные потери, кг.

Масса получаемых после переработки продуктов меньше массы переработанного сырья. Разницу между ними составляют производственные потери, которые могут быть выражены в % ( $n$ , %) от количества переработанного сырья:

$$n = \frac{П}{M_c} \cdot 100,$$

откуда

$$П = \frac{M_c \cdot n}{100},$$

тогда уравнение (7.1) примет вид

$$M_c = M_r + M_n + \frac{M_c \cdot n}{100}, \quad (7.2)$$

Второе уравнение материального баланса составляют по массе сухих веществ или отдельных составных частей молока.

Если составные части молока не претерпевают химических изменений в ходе технологических процессов, то количество их в сырье должно быть равно количеству в готовом и побочном продуктах. Баланс составных частей молока при его переработке можно составить следующим образом:

$$M_{c,r_c} = M_{r,r_c} + M_{n,r_c} + П_{ч} \cdot 100, \quad (7.3)$$

где  $r_c$ ,  $r_z$ ,  $r_n$  – массовая доля составных частей молока соответственно в сырье, готовом и побочном продуктах, %;  $П_{ч}$  – потери составных частей молока, кг.

Так, для жира (Ж), одной из составных частей молока, формула будет иметь следующий вид:

$$M_c Ж_c = M_r Ж_r + M_n Ж_n + П_{ж} П_{ж},$$

где  $Ж_c$ ,  $Ж_z$ ,  $Ж_n$  и  $П_{ж}$  – соответственно массовые доли жира в сырье, готовом и побочном продуктах;  $П_{ж}$  – потери жира, в кг;

- для белка (Б):

$$M_c Б_c = M_r Б_r + M_n Б_n + П_{б};$$

- для сухих веществ (Св):

$$M_c Св_c = M_r Св_r + M_n Св_n + П_{св}.$$

Потери выражают в % от составных частей молока, содержащихся в сырье:

$$П_{ч} = M_{c,r_c} n_{ч} / 100 \cdot 100,$$

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

После подстановки  $П_{ч}$  в уравнение (7.3) второе уравнение материального баланса примет вид:

$$M_{c,r_c} = M_{r,r_c} + M_{n,r_c} + M_{c,r_c} n_{ч} / 100. \quad (7.4)$$

Потери суммы составных частей молока  $n_{ч}$  и потери сырья  $n$ , выраженные в %, численно равны.

Баланс можно составить по любой части молока – по жиру Ж, сухому остатку молока С, сухому обезжиренному молочному остатку О. Так, баланс по жиру при сепарировании молока имеет вид:

$$M_{\text{ж}} \cdot J_{\text{м}} = M_{\text{сл}} \cdot J_{\text{сл}} + M_{\text{об}} \cdot J_{\text{об}} + M_{\text{м}} \cdot J_{\text{м}} \cdot n_{\text{ж}} / 100,$$

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

Для производства сухого и сгущенного молока баланс можно составить по сухому молочному остатку:

$$M_{\text{н.м.}} \cdot C_{\text{н.м.}} = M_{\text{сг}} \cdot C_{\text{сг}} + M_{\text{н.м.}} \cdot C_{\text{н.м.}} \cdot n_{\text{с.в.}} / 100, \quad (7.5)$$

где  $M_{\text{н.м.}}$  – масса нормализованного молока, кг;  $M_{\text{сг}}$  – масса сгущенного молока, кг;  $C_{\text{н.м.}}$ ,  $C_{\text{сг}}$  – массовая доля сухого сгущенного остатка соответственно в нормализованном и сгущенном молоке, %;  $n_{\text{с.в.}}$  – потери сухих веществ при производстве сгущенного молока, %.

В уравнении (7.5) отсутствует одно слагаемое, относящееся к побочному продукту, так как при сгущении и сушке побочный продукт (вода) не содержит сухих веществ молока.

Решая совместно уравнения (7.2) и (7.4), можно определить массу сырья по готовому продукту при известном составе сырья, готового продукта или побочных продуктов, а также установить массу готового продукта по массе сырья:

$$M_{\text{г}} = \frac{M_{\text{с}}(r_{\text{с}} - r_{\text{п}}) \cdot (100 - n)}{(r_{\text{г}} - r_{\text{п}}) \cdot 100}; \quad (7.6)$$

$$M_{\text{с}} = \frac{M_{\text{г}}(r_{\text{г}} - r_{\text{п}}) \cdot 100}{(r_{\text{с}} - r_{\text{п}}) \cdot (100 - n)}; \quad (7.7)$$

$$M_{\text{п}} = \frac{M_{\text{г}}(r_{\text{г}} - r_{\text{с}}) \cdot (100 - n)}{(r_{\text{г}} - r_{\text{г}}) \cdot 100}. \quad (7.8)$$

Так, при известном содержании массы сырья, массовых долей жира в сырье, готовом и побочном продуктах в % и известных потерях жира, в %, можно рассчитать массу готового продукта по формуле (7.6)

$$M_{\text{г}} = \frac{M_{\text{с}}(J_{\text{с}} - J_{\text{п}}) \cdot (100 - n_{\text{ж}})}{(J_{\text{г}} - J_{\text{п}}) \cdot 100}.$$

Аналогично можно рассчитать массу готового продукта по массе сырья и массовым долям белка в сырье, готовом и побочном продуктах и потерях белка, а также рассчитать массу побочного продукта в соответствии с формулой (7.8) или массу сырья по формуле (7.7).

Материальные расчеты обычно проводят с учетом производственных потерь. При ориентировочных расчетах ими пренебрегают. Массу сырья, готового и побочного продуктов без учета потерь определяют по формулам:

$$M_{\text{г}} = \frac{M_{\text{с}}(r_{\text{с}} - r_{\text{п}})}{r_{\text{г}} - r_{\text{п}}}; \quad (7.9)$$

$$M_{\text{с}} = \frac{M_{\text{г}}(r_{\text{г}} - r_{\text{п}})}{r_{\text{с}} - r_{\text{г}}}; \quad (7.10)$$

$$M_{\Pi} = \frac{M_{\Gamma}(r_{\Gamma}-r_{\text{с}})}{r_{\Gamma}-r_{\Pi}}. \quad (7.11)$$

### 7.2.2. Производственные потери при переработке молока

При производстве различных молочных продуктов в оборудовании задерживаются некоторые остатки сырья, готового и побочного продуктов, а часть сырья расходуется на анализы – это является неизбежными производственными потерями.

Разработанные нормы потерь включают только технологические потери, а производственные потери (брак, потери при неисправном оборудовании) не учитываются.

Нормативные потери устанавливаются на основании экспериментальных измерений масс остатков сырья и жира на технологическом оборудовании.

Фактические потери в производстве рассчитывают по балансу жира или сухих веществ.

Потери представляют собой разность между массой жира или сухих веществ в сырье и массой их в готовом и побочном продуктах

$$П_{\text{ж}} = \frac{M_{\text{с}}J_{\text{с}}}{100} - \frac{M_{\Gamma}J_{\Gamma}}{100} - \frac{M_{\Pi}J_{\Pi}}{100},$$

$$П_{\text{с.в.}} = \frac{M_{\text{с}}C_{\text{с}}}{100} - \frac{M_{\Gamma}C_{\Gamma}}{100} - \frac{M_{\Pi}C_{\Pi}}{100},$$

где  $П_{\text{ж}}$ ,  $П_{\text{с.в.}}$  – потери жира и сухих веществ, кг;  $J_{\text{с}}$ ,  $J_{\Gamma}$  и  $J_{\Pi}$  – массовая доля жира соответственно в сырье, готовом и побочном продуктах, %;  $C_{\text{с}}$ ,  $C_{\Gamma}$  и  $C_{\Pi}$  – массовая доля сухих веществ соответственно в сырье, готовом и побочном продуктах, %.

Потери выражают также и в % от переработанного жира, сухих веществ или сырья:

$$n_{\text{ж}} = \frac{П_{\text{ж}} \cdot 100 \cdot 100}{M_{\text{с}}J_{\text{с}}};$$

$$n_{\text{с.в.}} = \frac{П_{\text{с.в.}} \cdot 100 \cdot 100}{M_{\text{с}}C_{\text{с}}};$$

$$n = \frac{П100}{T_{\text{с}}},$$

где  $n_{\text{ж}}$ ,  $n_{\text{с.в.}}$  – потери жира, сухих веществ, % массы жира или сухих веществ в переработанном сырье.

### 7.2.3. Степень использования составных частей молока

Вещества молока в процессе переработки полностью или частично переходят в готовый продукт. Некоторое их количество остается в побочном продукте. Этот процесс характеризуется показателем степени перехода составных частей молока, который обозначают буквой  $a$  с индексом, соответствующим составной части молока, и выражают в % или единицах.

Степень перехода  $a_r$  определяет долю или процент составных частей молока, перешедших в готовый продукт, от количества их в переработанном сырье, т. е.

$$a_r = \frac{M_r r_r}{M_c r_c}. \quad (7.12)$$

Если выразить массу продукта по формуле (7.6) и подставить это значение вместо  $r_r$  в формулу (7.12), то получим формулу для определения степени перехода составных частей молока по содержанию их в сырье, готовом и побочном продуктах, выраженную в единицах или в процентах:

$$a_r = \frac{(r_c - r_n) \cdot r_r}{(r_r - r_n) r_c},$$

$$a_r = \frac{(r_c - r_n) \cdot r_r}{(r_r - r_n) r_c} \cdot 100.$$

Степень использования  $I_r$  составных частей молока меньше степени перехода их в готовый продукт, и определяют ее по фактическим данным либо с учетом производственных потерь

$$I_r = \frac{(r_c - r_n) \cdot r_r \cdot 100 \cdot (100 - p_r)}{(r_r - r_n) \cdot r_c \cdot 100},$$

где  $I_r$  – степень использования составных частей молока;  $p_r$  – фактические и предельно допустимые потери составных частей молока, % от количества в переработанном сырье.

Таким образом, степень использования составных частей молока зависит как от содержания их в побочном продукте, так и от производственных потерь.

#### **7.2.4. Расход сырья и выход готового продукта**

Норма расхода сырья представляет собой массу сырья в килограммах, затраченную на выработку 1 т готового продукта.

С учетом формулы (7.3) массу сырья, затраченного на получение 1 т готового продукта, можно рассчитать по формуле:

$$P_c = \frac{1000 \cdot (r_r - r_n) \cdot 100}{(r_c - r_n) \cdot (100 - n)},$$

где  $P_c$  – норма расхода сырья, кг на 1 т продукта;  $n$  – предельно допустимые потери, %.

По фактическим данным можно установить фактический расход сырья:

$$P_\phi = \frac{M_c}{M_r}, \quad (7.13)$$

где  $P_\phi$  – фактический расход сырья, единица массы сырья на 1 ед. массы продукта;  $M_c$ ,  $M_r$  – масса соответственно фактически затраченного сырья и полученного продукта, т (или кг).

Теоретический расход сырья вычисляют без учета потерь:

$$P_c = \frac{1000 \cdot (r_r - r_n)}{(r_c - r_n)}. \quad (7.14)$$

В настоящее время в промышленности при расчете норм расхода для отдельных продуктов приняты следующие формулы:



- норма расхода нормализованного молока на 1т пастеризованного молока:

$$P_{н.м.} = \frac{1000}{1-0,01n_{ж}}, \quad (7.15)$$

где  $n_{ж}$  – предельно допустимые потери жира при выработке сливок, % массы жира в использованном молоке;

- норма расхода молока на 1 т сливок:

$$P_{м} = \frac{1000 \cdot (Ж_{сл} - Ж_{об})}{Ж_{м}(1-0,01 n_{ж}) - Ж_{об}}, \quad (7.16)$$

где  $Ж_{об}$  – нормативная массовая доля жира в обезжиренном молоке, %;

- норма расхода нормализованного молока на 1 т жирного творога:

$$P_{н.м.} = \frac{1000 \cdot Ж_{тв}}{Ж_{н.м.} \cdot I_{ж}} \cdot 100, \quad (7.17)$$

где  $Ж_{тв}$  и  $Ж_{н.м.}$  – массовые доли жира соответственно в твороге и нормализованном молоке, %;  $I_{ж}$  – степень использования жира, %;

- норма расхода обезжиренного молока на 1т нежирного творога:

$$P_{об} = \frac{237,4 \cdot K}{B_{об}} \cdot 100, \quad (7.18)$$

где 237,4 – количество белка, необходимое для выработки 1 т нежирного творога с массовой долей влаги 77,5%, кг;  $B_{об}$  – фактическая массовая доля белка в обезжиренном молоке, %;  $K$  – коэффициент, учитывающий потери обезжиренного молока на приемку, пастеризацию, хранение и фасование.

Коэффициент  $K$  зависит от годового объема переработки молока (т):

до 25 000 т – 1,0028;

от 25001 до 50 000 т – 1,0021;

свыше 50 001 т – 1,0017;

- норма расхода молока на 1т сливочного масла:

$$P_{м} = \frac{1000 \cdot (Ж_{сл} - Ж_{об})(Ж_{мс} - Ж_{пх})}{[Ж_{м}(1-9,01n_{ж1})] \cdot [Ж_{сл} \cdot (1-0,01n_{ж2}) - Ж_{пх}]}, \quad (7.19)$$

где  $Ж_{сл}$  и  $Ж_{м}$  – массовые доли жира соответственно в сливках (при которой установлена нормативная массовая доля в пахте) и в молоке, в %;  $Ж_{об}$ ,  $Ж_{пх}$  и  $Ж_{мс}$  – нормативные массовые доли соответственно в обезжиренном молоке, пахте и масле, %;  $n_{ж1}$  – предельно допустимые потери жира при выработке сливок, % массы жира в переработанном на масло молоке;  $n_{ж2}$  – предельно допустимые потери жира при переработке сливок в масло, % массы жира в сливках;

- норма расхода нормализованного молока на 1 т зрелого сыра:

$$P_{м} = \frac{1000 \cdot Ж_{с.в.} \cdot (100 - В_{л.з.с.}) \cdot K \cdot 0,01(1 + 0,01 \cdot O_{т})}{Ж_{н.м.} [1 - 0,01 \cdot (n_{ж} + O_{ж})]}, \quad (7.20)$$

где  $Ж_{с.в.}$  – нормативная массовая доля жира в сухом веществе зрелого сыра, %;  $В_{л.з.с.}$  – нормативная массовая доля влаги в зрелом сыре, %;  $K$  – поправочный коэффициент на результат анализа пробы сыра, взятой шупом (для твердых корковых сыров – 1,036, для бескорковых – 1,025, для мягких – 1);  $O_{т}$  – норма отхода сырной массы, % массы выработанного сыра;  $Ж_{н.м.}$  – массовая доля жира в нормализованном молоке, %;  $n_{ж}$  – предельно допустимые потери жира при производстве сыра, % массы жира в нормализованном молоке;  $O_{ж}$  – норма отхода жира в сыворотку, %;

- норма расхода обезжиренного молока и пахты на 1 т нежирного сыра и брынзы:

$$P = 1000 \frac{100 - V_{лз.с.}}{C \cdot I_{с.в.}}, \quad (7.21)$$

где  $V_{лз.с.}$  и  $C$  – массовые доли соответственно влаги в зрелом сыре, сухих веществ в обезжиренном молоке или пахте, %;  $I_{с.в.}$  – степень использования сухих веществ сырьем;

- норма расхода нормализованного молока на 1 т сухого цельного молока:

$$P_{н.м.} = \frac{C_{сух.м.} \cdot 1000}{C_{н.м.} (1 - 0,01 \cdot n_{с.в.})}, \quad (7.22)$$

где  $C_{сух.м.}$  и  $C_{н.м.}$  – массовые доли сухих веществ соответственно в готовом продукте (сухом молоке) и нормализованном молоке, %;  $n_{с.в.}$  – предельно допустимые потери сухих веществ, % массы сухих веществ в переработанном нормализованном молоке.

Выходом готового продукта  $V$  (%) называют массу готового продукта, полученную из 100 единиц сырья. Выход продукта вычисляют по формуле:

$$V = \frac{100 \cdot (r_c - r_n)(100 - n)}{(r_r - r_n) \cdot 100}, \quad (7.23)$$

Для оценки товарных свойств перерабатываемого молока целесообразно рассчитывать выход готового продукта без учета производственных потерь, так как они зависят от объема перерабатываемого сырья.

Выход молочных продуктов можно определить по одной из составных частей молока с учетом степени ее использования:

$$V = 100 \cdot I_r \cdot r_{н.м.},$$

где  $r_{н.м.}$  – массовая доля составных частей молока в нормализованном молоке, %.

Выход молочных продуктов зависит от содержания в исходном сырье жира, белка, лактозы и других составных частей молока, образующих основную массу продукта, от степени перехода их в готовый продукт и от массы влаги в продукте с растворенными в ней составными частями молока.

### **7.2.5. Расчеты по нормализации сырья при производстве цельномолочных напитков**

В производстве таких видов продуктов, как питьевое молоко, простокваша, кефир и др., молоко нормализуют по жиру, а для некоторых продуктов и по сухим веществам. Содержание жира в готовом продукте, заданное стандартом, равно содержанию жира в нормализованном молоке, так как в производстве этих продуктов отходы отсутствуют.

По жиру молоко нормализуют смешением: либо периодическим способом, либо непрерывным в потоке с использованием сепараторов-нормализаторов.

При нормализации молока смешением периодическим способом нормализованное молоко получают путем смешения исходного цельного молока  $M_m$  со сливками  $M_{сл.}$ , если жирность нормализованного молока выше

жирности исходного ( $M_{н.м.} = M_M + M_{сл.}$ ), или путем смешения с обезжиренным молоком, если жирность нормализованного молока ниже жирности исходного ( $M_{н.м.} = M_M + M_{об.}$ ).

В основе расчетов по нормализации сырья лежат уравнения материального баланса. Решая систему уравнений материального баланса можно вывести следующие формулы для определения необходимого количества ингредиентов в производстве нормализованных молочных продуктов:

- масса обезжиренного молока, необходимого для нормализации

$$M_{об.} = \frac{M_{н.м.} \cdot (Ж_M - Ж_{н.м.})}{Ж_M - Ж_{об.}}, \quad (7.24)$$

- масса цельного молока

$$M_M = \frac{M_{н.м.} \cdot (Ж_{н.м.} - Ж_{об.})}{Ж_M - Ж_{об.}}, \quad (7.25)$$

Для получения необходимой массы обезжиренного молока необходимо провести сепарирование определенной массы цельного молока  $M_{сеп.}$ :

$$M_{сеп.} = \frac{M_{об.} \cdot (Ж_{сл.} - Ж_{об.})}{Ж_{сл.} - Ж_M}. \quad (7.26)$$

Если  $Ж_{н.м.} > Ж_M$ , то:

- масса сливок, необходимых для нормализации молока

$$M_{сл.} = \frac{M_{н.м.} \cdot (Ж_{н.м.} - Ж_M)}{Ж_{сл.} - Ж_M}, \quad (7.27)$$

- масса цельного молока

$$M_M = \frac{M_{н.м.} \cdot (Ж_{сл.} - Ж_{н.м.})}{Ж_{сл.} - Ж_M}. \quad (7.28)$$

Если в производстве отсутствуют сливки для нормализации, то в этом случае необходимо их получить путем сепарирования определенной массы молока  $M_{сеп.}$ :

$$M_{сеп.} = \frac{M_{об.} \cdot (Ж_{сл.} - Ж_{об.})}{Ж_{сл.} - Ж_M}. \quad (7.29)$$

При нормализации молока в потоке имеют место два случая: первый – жирность нормализованного молока меньше, чем цельного и второй – жирность нормализованного молока больше, чем цельного:

Если  $Ж_{н.м.} < Ж_M$ , то  $M_M = M_{н.м.} + M_{сл.}$ .

В этом случае масса нормализованного молока

$$M_{н.м.} = \frac{M_M \cdot (Ж_{сл.} - Ж_{об.})}{Ж_{сл.} - Ж_{н.м.}}, \quad (7.30)$$

а масса сливок, которую необходимо выделить при нормализации,

$$M_{сл.} = \frac{M_M \cdot (Ж_M - Ж_{н.м.})}{Ж_{сл.} - Ж_{н.м.}}. \quad (7.31)$$

Если  $Ж_{н.м.} > Ж_M$ , то  $M_M = M_{н.м.} + M_{об.}$ .

В этом случае масса нормализованного молока

$$M_{н.м.} = \frac{M_M \cdot (Ж_M - Ж_{об.})}{Ж_{н.м.} - Ж_{об.}}, \quad (7.32)$$

а масса обезжиренного молока

$$M_{об.} = \frac{M_M \cdot (Ж_{н.м.} - Ж_M)}{Ж_{н.м.} - Ж_{об.}}. \quad (7.33)$$

По сухим веществам молоко нормализуют, добавляя к исходному цельному молоку сухое или сгущенное обезжиренное молоко в соответствии с уравнениями материального баланса.

При определении массы сухого молока учитывают его растворимость и содержание влаги. Массу сухого молока для нормализации рассчитывают по формуле:

$$M_{\text{с.м.}} = \frac{100 \cdot m_1}{p}, \quad (7.34)$$

где  $m_1$  – масса сухого молока по рецептуре, кг;  $P$  – растворимость сухого молока, %.

### 7.2.6. Расчеты при производстве творога и сыра

При производстве творога и сыра отношение массовых долей жира и белка  $J_{\text{н.м.}}/B_{\text{н.м.}}$  в нормализованном молоке должно быть таким, чтобы обеспечить стандартное соотношение их в готовом продукте.

Величина этого соотношения в нормализованном молоке зависит от состава готового продукта и степени перехода жира и белка из молока в продукт.

Для изменения соотношения между жиром и белком увеличивают или уменьшают содержание жира, добавляя сливки или обезжиренное молоко. Вначале определяют содержание жира в нормализованном молоке, обеспечивающее необходимое соотношение между жиром и белком.

Составляют баланс по жиру и белку в нормализованном молоке и готовом продукте. Путем преобразований выводят формулу для определения жирности нормализованного молока в производстве творога:

$$J_{\text{н.м.}} = K B_{\text{м}}, \quad (7.35)$$

где  $B_{\text{м}}$  – массовая доля белка в молоке, %.

Для творога с массовой долей жира 18 %  $K=1$ ; для творога с массовой долей жира 9 %  $K=0,5$ ; с массовой долей жира 5 %  $K=0,29$ .

Коэффициент  $K$  периодически уточняют на производстве на основании трех-четырех контрольных выработок творога.

При расчете массовой доли жира нормализованного молока в производстве сыра формула принимает вид:

$$J_{\text{н.м.}} = \frac{K \cdot J_{\text{з.с.}}}{C_{\text{з.с.}}}, \quad (7.36)$$

где  $C_{\text{з.с.}}$  – массовая доля сухих веществ в зрелом сыре, %.

В практике часто используют расчетную формулу:

$$J_{\text{н.м.}} = K_{\text{р}} B_{\text{м}}, \quad (7.37)$$

где  $K_{\text{р}}$  – расчетный коэффициент:

$$K_{\text{р}} = \frac{J_{\text{н.м.у.}}}{B_{\text{м}}}, \quad (7.38)$$

где  $J_{н.м.у.}$  – массовая доля жира в нормализованном молоке, уточненная при опытных выработках сыра, %.

Расчетный коэффициент на предприятии следует уточнять по мере необходимости, но не реже одного раза в месяц.

### **7.3. Задания и методические указания по их выполнению. Производственные расчеты в молочной промышленности**

Каждый студент выполняет 12 заданий, приведенных в разд. 7.3 по индивидуальным вариантам, выданным преподавателем. В заданиях каждого варианта необходимо провести расчеты по определению расхода молочного сырья, выходов готовой продукции, количеств побочных продукции, производственных потерь на отдельных технологических операциях, составлению материальных балансов производственных процессов, определению расходных коэффициентов, степеней использования основных составных частей молочного сырья.

При выполнении расчетов необходимо пользоваться формулами, выведенными для проведения соответствующих расчетов. Необходимые пояснения и обоснования порядка выполнения расчетов приведены в справочно-теоретическом материале по теме данной лабораторной работы (разд. 7.2).

#### ***Задание 7.3.1. Изучение значения и видов материальных балансов при оценке эффективности работы молокоперерабатывающих предприятий и использования основных компонентов молочного сырья***

Используя справочно-теоретический материал данной лабораторной работы, изучите основные задачи материальных балансов при оценке эффективности работы предприятий, перерабатывающих молоко на различные виды молочных продуктов.

Записать конспект по изучаемому материалу в отчет по лабораторной работе. Разобраться, какие формулы необходимо использовать для выполнения расчетов расхода молока и выходов основных продуктов переработки молока при сепарировании, нормализации молока, производстве творога, сливочного масла, лактозы, при определении потерь и уровней использования жира, белка, сухих веществ на отдельных технологических операциях.

#### ***Задание 7.3.2. Рассчитать (по вариантам), какое количество цельного молока необходимо сепарировать для получения определенной массы обезжиренного молока при производстве нормализованного молока периодическим способом, если $J_{н.м} < J_{м.}$***

Таблица 7.1 – Данные для расчетов

Номера вариантов	Массовая доля жира в цельном молоке, %	Массовая доля жира в сливках, %	Массовая доля жира в обезжиренном молоке, %	Масса цельного молока, необходимого для сепарирования, кг
1	3,5	20	0,1	
2	3,5	25	0,1	
3	3,5	30	0,1	
4	3,5	35	0,1	
5	3,5	22	0,1	
6	3,5	27	0,1	
7	3,5	32	0,1	
8	3,5	37	0,1	
9	3,5	30	0,1	
10	3,5	31	0,1	

Формулы для расчетов следует находить в справочно-теоретическом материале к данной лабораторной работе. Результаты расчетов по своему варианту представить в форме табл. 7.1.

**Задание 7.3.3. Рассчитать (по вариантам) количество сливок, которое необходимо затратить для нормализации молока периодическим способом при производстве кефира из нормализованного молока, если жирность его больше, чем жирность исходного цельного молока  $J_{н.м.} > J_{м.}$**

Таблица 7.2 – Данные для расчетов

Номера вариантов	Масса нормализованного молока, кг	Массовая доля жира в сливках, %	Массовая доля жира в цельном молоке, %	Массовая доля жира в нормализованном молоке, %	Масса сливок, необходимая для нормализации, кг
1	100	20	1,5	3,2	
2	200	25	1,5	3,2	
3	300	30	1,5	3,2	
4	400	35	1,5	3,2	
5	500	22	1,5	3,2	
6	150	27	1,5	3,2	
7	250	32	1,5	3,2	
8	350	37	1,5	3,2	
9	450	30	1,5	3,2	
10	550	31	1,5	3,2	

Формулы для расчетов находить в справочно-теоретическом материале к данной лабораторной работе. Результаты расчетов по своему варианту представить в форме табл. 7.2.

**Задание 7.3.4. Рассчитать (по вариантам), какое количество нормализованного молока получится в результате нормализации молока в потоке непрерывным способом, если известны масса цельного молока, массовые доли жира в цельном молоке, в обезжиренном и нормализованном молоке. При этом учесть, что массовая доля жира в нормализованном молоке больше, чем в исходном цельном**

Таблица 7.3 – Данные для расчетов

Номера вариантов	Масса цельного молока, кг	Массовая доля жира в обезжиренном молоке, %	Массовая доля жира в цельном молоке, %	Массовая доля жира в нормализованном молоке, %	Масса нормализованного молока, кг
1	100	0,5	2,5	3,2	
2	200	0,5	2,5	3,2	
3	300	0,5	2,5	3,2	
4	350	0,5	2,5	3,2	
5	400	0,5	2,5	3,2	
6	450	0,5	2,5	3,2	
7	500	0,5	2,5	3,2	
8	550	0,5	2,5	3,2	
9	600	0,5	2,5	3,2	
10	650	0,5	2,5	3,2	

Формулы для расчетов найти в справочно-теоретическом материале к данной лабораторной работе. Результаты расчетов по своему варианту представить в форме табл. 7.3.

**Задание 7.3.5. Используя материал справочно-теоретический материал, определить (по вариантам) необходимую массу сырья для производства лактозы, рассчитать производственные потери, в % к массе сырья.**

Таблица 7.4 – данные для расчетов

Номера вариантов	Масса готовой лактозы, кг	Масса побочного продукта, кг	Производственные потери, кг	Масса сырья, кг
1	65	30	5	
2	64	29	5	
3	63	31	5	
4	62	32	5	
5	67	30	5	
6	66	28	5	
7	65	27	5	
8	67	29	5	
9	66	31	5	
10	62	30	5	

Формулы для расчетов находить в справочно-теоретическом материале к данной лабораторной работе. Результаты расчетов по своему варианту представить в форме табл. 7.4.

**Задание 7.3.6. Рассчитать (по вариантам) массу сливок для производства определенного количества сливочного масла по известным массовым долям жира в производимом масле, сливках и пахте. Нормативные потери при производстве сливочного масла принять равными 0,6%**

Таблица 7.5 – Данные для расчетов

Номера вариантов	Масса сливочного масла, кг	Массовая доля жира в масле, %	Массовая доля жира в сливках, %	Массовая доля жира в пахте, %	Масса сливок, кг
1	500	72	38	0,7	
2	600	78	38	0,7	
3	700	82,5	38	0,7	
4	800	72	38	0,7	
5	900	78	38	0,7	
6	1000	82,5	38	0,7	
7	950	72	38	0,7	
8	850	78	38	0,7	
9	750	82,5	38	0,7	
10	650	78	38	0,7	

Формулы для расчетов найти в справочно-теоретическом материале к данной лабораторной работе. Результаты расчетов по своему варианту представить в форме табл. 7.5.

**Задание 7.3.7. Рассчитать (по вариантам) фактические потери при производстве творога по известным массовым долям жира в молоке, твороге и сыворотке. Рассчитать фактические потери и выразить их в % от массы переработанного молока**

Таблица 7.6 – Данные для расчетов

Номера вариантов	Масса творога, кг	Жирность творога, %	Масса молока, кг	Массовая доля жира в молоке, %	Масса сыворотки, кг	Массовая доля жира в сыворотке, %	Фактические потери, % от массы переработанного молока
1	200	0	250	0	30	0	
2	100	5	150	1,5	30	1	
3	300	9	350	3,0	30	1	
4	400	18	450	4,0	30	1	
5	500	9	550	2,5	30	1	
6	600	5	650	1,5	30	1	
7	550	0	600	0	30	0	



8	650	18	700	4,0	30	1	
9	450	5	500	1,5	30	1	
10	350	9	400	3,0	30	1	

Формулы для расчетов найти в справочно-теоретическом материале к данной лабораторной работе. Результаты расчетов по своим вариантам представить в форме табл. 7.6.

**Задание 7.3.8. Определить (по вариантам) степень перехода и степень использования жира сливок при производстве сливочного масла, если известна массовая доля жира в сливках, масле и пахте, а также нормируемые потери, составляющие 0,4%**

Таблица 7.7 – Данные для расчетов

Номера вариантов	Массовая доля жира в масле, %	Массовая доля жира в сливках, %	Массовая доля жира в пахте, %	Масса сливок, кг
1	72	35	0,4	
2	78	35	0,4	
3	82,5	35	0,4	
4	72	36	0,4	
5	78	36	0,4	
6	82,5	36	0,4	
7	72	37	0,4	
8	78	37	0,4	
9	82,5	37	0,4	
10	78	38	0,4	

Формулы для расчетов найти в справочно-теоретическом материале к данной лабораторной работе. Результаты расчетов по своим вариантам представить в форме табл. 7.7.

**Задание 7.3.9. Определить (по вариантам) при сепарировании молока выход сливок и норму расхода молока, если известна массовая доля жира в молоке, в обезжиренном молоке и в сливках. При этом производственные потери составляют 0,15 %**

Таблица 7.8 – Данные для расчетов

Номера вариантов	Массовая доля жира в молоке, %	Массовая доля жира в сливках, %	Массовая доля жира в обезжиренном молоке, %	Выход сливок	Норма расхода цельного молока на 1 т сливок
1	4	35	0,05		
2	3	36	0,06		
3	5	33	0,04		
4	4	36	0,06		
5	3	35	0,04		
6	5	34	0,06		
7	4	34	0,05		

8	3	34	0,04		
9	5	35	0,06		
10	3	33	0,05		

Формулы для расчетов найти в справочно-теоретическом материале к данной лабораторной работе. Результаты расчетов по своему варианту представить в форме табл. 7.8.

**Задание 7.3.10. Определить (по вариантам) массовую долю жира в нормализованном молоке при производстве творога определенной жирности при известной массовой доле белка в цельном молоке**

Таблица 7.9 – Данные для расчетов

Номера вариантов	Массовая доля жира в твороге, %	Массовая доля белка в цельном молоке, %	Массовая доля жира в нормализованном молоке, %
1	0	2,8	
2	5	2,9	
3	9	3,0	
4	18	3,1	
5	22	3,2	
6	0	3,3	
7	5	3,4	
8	9	3,5	
9	18	2,7	
10	22	3,1	

Формулы для расчетов найти в справочно-теоретическом материале к данной лабораторной работе. Результаты расчетов по своим вариантам представить в форме табл. 7.9.

**Задание 7.3.11. Определить (по вариантам) массу сухого молока, необходимого для нормализации смеси, если известна его растворимость**

Таблица 7.10 – Данные для расчетов

Номера вариантов	Растворимость сухого молока, %	Количество сухого молока, согласно рецептуре, кг	Масса сухого молока, кг
1	99	100	
2	98	200	
3	97	300	
4	96	350	
5	99,5	400	
6	98,5	450	
7	97,5	500	
8	96,5	550	
9	99,8	600	
10	98,9	650	

Формулы для расчетов найти в справочно-теоретическом материале к данной лабораторной работе. Результаты расчетов по своему варианту представить в форме табл. 7.10.

**Задание 7.3.12. Определить (по вариантам) расчетный коэффициент при выработке сыра из нормализованной смеси с уточненной массовой долей жира при некоторых известных величинах**

Таблица 7.11 – Данные для расчетов

Номера вариантов	Массовая доля белка в молоке, %	Массовая доля жира в нормализованном молоке, ориентировочно, %	Требуемая массовая доля жира в сухом веществе сыра после прессования, %	Фактическая массовая доля жира в сухом веществе сыра после прессования, %	Расчетный коэффициент
1	2,8	3,4	45	46	
2	2,9	3,4	45	47	
3	3,0	3,4	45	44	
4	3,1	3,4	45	43	
5	3,2	3,4	45	48	
6	3,3	3,4	45	42	
7	3,4	3,4	45	41	
8	3,5	3,4	55	56	
9	2,7	3,4	55	54	
10	3,1	3,4	55	53	

Формулы для расчетов найти в справочно-теоретическом материале к данной лабораторной работе. Результаты расчета по своему варианту представить в форме табл. 7.11.

### Рекомендуемая литература

1. Технология молока и молочных продуктов / под ред. А. М. Шалыгиной. – Москва: КолосС, 2004. – 455 с.
2. Забодалова, Л. А. Технология цельномышечных продуктов и мороженого: учеб. пособие / Л. А. Забодалова, Т. Н. Евстигнеева. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, ИХиБТ, 2013. – 34 с.

### Вопросы для самопроверки

1. Для каких целей составляются материальные балансы расхода сырья и производства различных видов молочной продукции?
2. Что лежит в основе уравнений материального баланса?
3. Напишите первое уравнение материального баланса.
4. Напишите второе уравнение материального баланса.
5. Что подразумевается под понятием «производственные потери»?

6. В каком случае количество составных частей молока в сырье будет равно сумме их количеств в готовом и побочном продуктах?
7. По каким частям молока можно составлять материальный баланс?
8. Какой процесс характеризует показатель степени перехода составных частей молока из сырья в приготавливаемые продукты?
9. От чего зависит степень использования составных частей молока?
10. Что представляет собой норма расхода сырья?
11. В чем заключается отличие теоретического и практического расхода сырья?
12. Каким способом можно нормализовать молоко по жиру?

Учебное издание

**Лариса Степановна Байдалинова**

**ОБЩАЯ ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ**

Редактор Е. Билко

Подписано в печать 24.05.2021 г. Формат 60x84 (1/16). Уч.-изд. л. 13,0. Печ. л. 10,3.

Тираж 20 экз. Заказ № 39.

Издательство федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Калининградский государственный технический университет»,  
236022, Калининград, Советский проспект, 1