

**Т.Н. Евстигнеева**  
**ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ**  
**ПРОДУКТОВ**



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Т.Н. Евстигнеева  
**ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ  
ПРОДУКТОВ**  
Учебно-методическое пособие



Санкт-Петербург

2017

**Евстигнеева Т.Н.** Основы биотехнологии пищевых продуктов: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2017. – 95 с.

Представлены методические указания к самостоятельной работе студентов, выполнению курсовой работы, лабораторных работ по дисциплине «Основы биотехнологии пищевых продуктов», варианты контрольной работы для студентов заочной формы обучения.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов направления бакалавриата 19.03.01 «Биотехнология» очной и заочной форм обучения.

**Рекомендовано к печати Советом факультета пищевых биотехнологий и инженерии, протокол № 5 от 20 января 2017 г.**



**Университет ИТМО** – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 – 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Университет ИТМО, 2017

© Евстигнеева Т.Н., 2017

## **ВВЕДЕНИЕ**

Дисциплина «Основы биотехнологии пищевых продуктов» относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин подготовки по направлению 19.03.01 «Биотехнология». Дисциплина реализуется на кафедре прикладной биотехнологии факультета пищевых биотехнологий и инженерии Университета ИТМО.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими и практическими аспектами производства пищевых продуктов на основе знаний состава и свойств продовольственного сырья различного происхождения; сущности технологических приемов и способов его переработки; изменений физико-химических, микробиологических показателей в технологическом потоке.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Самостоятельная работа студентов является важной и неотъемлемой частью учебного процесса. Это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Задачами самостоятельной работы студентов являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умения использовать справочную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности ответственности и организованности.

В самостоятельной работе по изучению дисциплины студент должен руководствоваться настоящим учебным пособием. В нем приведено содержание отдельных разделов изучаемой дисциплины, а также указан объем материала, который должен быть отражен в лекциях и закреплен на лабораторных работах и практических занятиях. По каждой теме имеются ссылки на литературные источники, приведены вопросы для самопроверки. Приведены методические указания к выполнению курсовой работы, варианты контрольной работы для студентов заочной формы обучения.

## Раздел 1. Общая характеристика пищевых производств

Введение. Цель и задачи дисциплины. Общая характеристика пищевых производств. Классификация пищевых производств. Структурные особенности технологических линий.

Самостоятельная работа студентов – 2,0 ч:  
– работа по теме с литературой – [1], лекционными материалами.

### Вопросы для самопроверки

1. Назовите признаки пищевого продукта, определяющие его ценность.
2. Приведите классификацию пищевых производств.
3. Каковы особенности технологий пищевых продуктов?
4. На какие виды подразделяют пищевые отрасли в зависимости от вида сырья и способа воздействия на него?
5. На какие виды подразделяют пищевые производства по способу получения целевого продукта?
6. Какие стадии выделяют в структуре технологической линии?
7. На какие основные группы подразделяются технологические линии производства пищевых продуктов? В чем особенность структуры предприятий первой группы?
8. Каковы особенности структуры пищевых производств второй группы?
9. В чем особенность структуры линии предприятий третьей группы?
10. Каковы основные цели технологического и организационно-экономического уровней управления предприятием?

## Раздел 2. Пищевые вещества и их роль в пищевых технологиях

Характеристика белков, жиров, углеводов: химическое строение, классификация, основные технологические свойства.

Краткая характеристика витаминов: классификация, влияние технологических факторов на сохранность витаминов в пищевых продуктах.

Характеристика минеральных веществ: классификация, роль в пищевых технологиях.

Основные пищевые кислоты, их роль в формировании качества пищевых продуктов.

Вода как важнейший компонент всех пищевых продуктов.

Самостоятельная работа студентов – 2,0 ч:

– работа по теме с литературой – [1,2], лекционными материалами.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое белки? Какие вещества определяют полноценность белков?

2. Приведите классификацию белков в зависимости от происхождения и растворимости. Приведите примеры.

3. Что такое простые и сложные белки? Приведите примеры.

4. Перечислите наиболее важные технологические свойства белков.

5. Какие вещества называют углеводами?

6. Приведите классификацию углеводов.

7. Какую роль играют моносахариды в продуктах и технологии?

8. Какова роль наиболее широко известных полисахаридов в пищевых производствах?

9. Какие вещества называют липидами?

10. Приведите классификацию липидов.

11. Назовите существенные свойства жиров с точки зрения технологии.

12. Приведите характеристику пищевых кислот и охарактеризуйте их роль в пищевых производствах.

13. Что такое витамины? Какие изменения претерпевают витамины в процессе технологической обработки сырья и продуктов?

14. Какими свойствами обладает вода как важный пищевой компонент с технологической точки зрения?

15. Приведите характеристику минеральных компонентов пищи. Какова их роль в пищевых продуктах?

### Раздел 3. Процессы пищевых технологий

Классификационная система основных процессов пищевых производств.

Механические процессы: измельчение, прессование. Гидромеханические процессы: отстаивание, центробежное осаждение, фильтрование, разделение растворов с помощью мембран, перемешивание, гомогенизация.

Массообменные процессы: абсорбция и адсорбция, перегонка и ректификация, экстракция, сушка, кристаллизация.

Тепловые процессы: нагревание, охлаждение, выпаривание.

Химические и биохимические процессы. Факторы, влияющие на скорость химических реакций. Характеристика дисперсных систем: классификация, типы систем и структур, физико-химические, структурно-механические свойства, технологические свойства. Факторы, влияющие на скорость биохимических процессов.

Самостоятельная работа студентов – 4,0 ч:

– работа по теме с литературой – [1], лекционными материалами;

– подготовка к практическому занятию № 1 «Основные процессы пищевой биотехнологии, их роль и влияние на качество пищевых продуктов» и оформление отчета.

### Вопросы для самопроверки

1. Какие механические процессы используются в пищевых производствах?

2. Охарактеризуйте гидромеханические процессы (отстаивание и центрифугирование/сепарирование).

3. Каковы особенности фильтрования пищевых суспензий?

4. Чем характеризуются массообменные процессы пищевых технологий?

5. Какие процессы применяют для разделения однородных смесей?

6. Охарактеризуйте процесс экстракции.
7. Что такое сушка продуктов? Какое применение нашел этот процесс в пищевых технологиях?
8. Охарактеризуйте процесс кристаллизации. Как этот процесс применяется в пищевых производствах?
9. Охарактеризуйте теплообменные процессы, используемые в пищевых технологиях.
10. Какие процессы называются биохимическими? Какое отражение они находят в пищевой промышленности?
11. Какова сущность процесса меланоидинообразования и его роль в пищевых производствах?
12. Какова роль процесса окисления в пищевых производствах?

#### Раздел 4. Основы технологии мясных и рыбных продуктов

Строение основных тканей мяса. Физико-химические свойства мяса и мясопродуктов. Изменение свойств мяса при созревании. Основные направления переработки мяса животных и птиц.

Сырье, применяемое в рыбной отрасли. Характеристика рыбы и ее мышечной ткани. Постмортальные изменения в рыбе. Основные направления переработки гидробионтов.

Самостоятельная работа студентов – 3,0 ч:

– работа по теме с литературой – [1,3,4,5,6], лекционными материалами.

#### Вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте различные ткани мяса. Укажите отличительные признаки их строения, состава и свойств.
2. Каковы основные физико-химические свойства мяса?
3. Что понимают под созреванием мяса?
4. Какие изменения происходят в мясе при его созревании?
5. Какие виды сырья применяют в рыбной отрасли?
6. Каково строение рыбы и ее мышечной ткани?
7. Назовите основные физические свойства рыбы.
8. Какие изменения происходят в рыбе после ее вылова?



## Раздел 5. Основы технологии молочных продуктов

Химический состав молока. Физико-химические и технологические свойства молока. Пороки молока. Требования к заготавливаемому молоку – сырью. Организация приемки молока на молокоперерабатывающем предприятии.

Основные технологические операции переработки молока. Нормализация молока. Механическая обработка молока. Тепловая обработка молока.

Биохимические основы переработки молока. Брожение молочного сахара. Способы коагуляции белков молока.

Самостоятельная работа студентов – 12 ч:

– работа по теме с литературой – [1,7,8,9,10], лекционными материалами;

– подготовка к лабораторной работе № 1 «Определение качественных показателей молока» и оформление отчета;

– подготовка к лабораторной работе № 2 «Сепарирование молока» и оформление отчета;

– подготовка к практическому занятию № 2 «Нормализация молока» и составление отчета;

– выполнение домашнего задания.

### Вопросы для самопроверки

1. Назовите основные компоненты молока.

2. Дайте характеристику белкам молока (строение, функции, свойства).

3. Опишите структуру и строение натуральной оболочки жирового шарика. Какие факторы влияют на устойчивость оболочек жировых шариков молока?

4. Дайте характеристику углеводам молока (строение, функции, свойства).

5. Охарактеризуйте минеральный состав молока. Какова роль минеральных веществ молока в стабильности коллоидной системы молока?

6. Какова роль ферментов молока в производстве молочных продуктов?

7. В чем сущность буферных свойств молока?
8. Чем обусловлены бактерицидные свойства молока? От каких факторов зависит продолжительность бактерицидной фазы?
9. По каким показателям оценивают молоко при его приемке?
10. Почему молозиво и стародойное молоко не пригодны для производства молочных продуктов?
11. Что понимают под пороками молока?
12. Дайте классификацию основных пороков молока. Назовите основные причины, приводящие к порче молока.
13. Какие меры необходимо предпринимать для предотвращения появления пороков в молоке?
14. Какие основные процедуры включает приемка молока-сырья?
15. В чем сущность объемного и весового методов определения массы молока-сырья при его приемке?
16. Укажите режимы промежуточного хранения молока.
17. Назовите способы очистки молока от механических и микробиологических примесей?
18. Какие факторы влияют на эффективность центробежной очистки молока от механических примесей?
19. Охарактеризуйте бактофугирование как способ очистки молока от микробиологических загрязнений.
20. Какие факторы влияют на эффективность выделения молочного жира из молока при помощи сепарирования?
21. Перечислите способы гомогенизации молока и молочных продуктов.
22. Какие факторы влияют на эффективность гомогенизации молока?
23. Какие изменения в составе и свойствах молочного сырья происходят при гомогенизации?
24. Назовите методы оценки эффективности гомогенизации молочного сырья.
25. С какой целью и какими способами проводят нормализацию молочного сырья?
26. Приведите расчетные формулы нормализации молока по массовой доле жира.
27. Для чего предназначена тепловая обработка молока и молочных продуктов?

28. Какие изменения происходят в молоке при его охлаждении?
29. Каковы цели пастеризации и стерилизации молочного сыра?
30. По каким показателям контролируют эффективность пастеризации и стерилизации молочного сыра?
31. Какие изменения претерпевают составные части молока при его тепловой обработке?
32. Назовите физические и химические способы инактивации микрофлоры в молочном сыре.

## Раздел 6. Основы холодильной технологии продуктов из животного сыра

Теоретические основы холодильной обработки. Охлаждение пищевого сыра и готовой продукции. Замораживание пищевого сыра и готовой продукции. Размораживание пищевого сыра.

Самостоятельная работа студентов – 3,0 ч:  
– работа по теме с литературой – [1,3,4,5], лекционными материалами.

### Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение следующим понятиям: охлаждение, замораживание, подмораживание. Каковы температурные режимы этих процессов?
2. Какие охлаждающие среды вы знаете?
3. Какие замораживающие среды вы знаете?
4. Укажите показатели качества охлажденной и мороженой рыбы.
5. Какие процессы происходят в сыре при быстром и медленном отводе тепла? Какая скорость отвода тепла предпочтительна и почему?
6. Назовите пути увеличения сроков хранения охлажденной и мороженой рыбы.
7. Назовите пути улучшения качества охлажденной и мороженой рыбы.
8. Что такое глазирование? Каковы способы глазирования? Каким образом стандарт регламентирует массу глазури?

9. Перечислите ассортимент охлажденных и замороженных мясных продуктов.

10. Как изменяется мясо при охлаждении и замораживании?

11. В каких случаях применяется замораживание молока и масла?

12. Какие способы размораживания вы знаете?

13. Охарактеризуйте преимущества и недостатки морозильных аппаратов различного типа.

14. Охарактеризуйте преимущества и недостатки дефростеров различного типа.

## Раздел 7. Основы биотехнологии посола

Теоретические основы посола мяса теплокровных животных, рыбы и птиц. Способы посола.

Технология соленых продуктов. Технология сушеной, солено-сушеной и вяленой продукции.

Самостоятельная работа студентов – 3,0 ч:

– работа по теме с литературой – [1,3,4,5], лекционными материалами.

### Вопросы для самопроверки

1. Приведите классификацию способов посола.

2. Приведите классификацию соленой продукции.

3. Какие факторы влияют на скорость просаливания?

4. Опишите консервирующее действие поваренной соли.

5. Какое оборудование применяется при производстве соленой продукции?

6. Приведите характеристику сырья, используемого для производства сушеной рыбной продукции.

7. Охарактеризуйте изменения, происходящие в процессе обезвоживания рыбы.

8. Какие ферменты принимают участие в созревании вяленой рыбы?

9. Укажите типы сушильных установок. Охарактеризуйте преимущества и недостатки различных типов сушильных установок.

## Раздел 8. Основы биотехнологии копченых продуктов

Теоретические основы производства копченой продукции. Способы копчения. Оборудование для копчения. Особенности производства цельномышечной копченой мясной продукции.

Самостоятельная работа студентов – 5,0 ч:

– работа по теме с литературой – [1,3,4,5], лекционными материалами;

– подготовка к практическому занятию № 3 «Технологическая схема производства рыбы горячего копчения» и оформление отчета.

### Вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте способы копчения. В чем заключаются преимущества и недостатки разных способов копчения?

2. Какие виды древесины используются для получения коптильного дыма?

3. В чем состоит консервирующее действие коптильного дыма?

4. Охарактеризуйте химический состав коптильного дыма.

5. В чем проявляется токсичное действие компонентов коптильного дыма на организм человека?

4. В чем состоит сущность жидкостного копчения?

5. Что представляет собой коптильная жидкость?

6. Какова технология мясных копченых продуктов?

7. Назовите особенности производства цельномышечных мясных копченых продуктов.

8. Охарактеризуйте технологию варено-копченых изделий.

9. Какова технология сырокопченых изделий?

10. Укажите типы коптильных установок. В чем заключаются преимущества и недостатки разных коптильных установок?

## Раздел 9. Основы технологии стерилизованных консервов

Теоретические основы консервирования. Технология мясных консервов. Технология рыбных консервов. Технология молочных консервов.

Самостоятельная работа студентов – 2,0 ч:  
– работа по теме с литературой – [1,6,11], лекционными материалами.

### **Вопросы для самопроверки**

1. На каком биологическом принципе основан процесс производства стерилизованных консервов?
2. Приведите классификацию рыбных консервов.
3. Какие требования предъявляются к сырью, направляемому на производство консервов?
4. Охарактеризуйте способы предварительной тепловой обработки при производстве консервов. Какими изменениями они сопровождаются?
5. Какие дефекты консервов вы знаете?
6. Приведите ассортимент мясных стерилизованных консервов.
7. Укажите основные операции технологического процесса производства мясных консервов (тушенки, паштета, ветчины).
8. Какими факторами обуславливается режим стерилизации?
9. Какая тара применяется для производства консервов?
10. Как подготавливают тару перед укладкой в нее полуфабриката?
11. Каковы условия и сроки хранения консервов?
12. Какие изменения происходят с полуфабрикатом при стерилизации?
13. В чем заключается особенность режима стерилизации консервов в масле?
14. Что такое эксгаустирование? Какие способы эксгаустирования вы знаете?

### **Раздел 10. Характеристика основных зерновых культур и зерновых продуктов**

Характеристика основных зерновых культур (пшеница, рожь, ячмень, овес). Морфологическая характеристика, анатомическое строение и состав злаковых культур. Созревание и послеуборочное

дозревание зерна. Хранение зерна. Свойства зерновой массы (физические свойства, состав, физиологические свойства). Стандарты на зерно. Помол зерна. Характеристика муки.

Характеристика солода. Технология солода.

Самостоятельная работа студентов – 5,0 ч:

– работа по теме с литературой – [1,12,13], лекционными материалами, Интернет-ресурсами;

– подготовка к лабораторной работе № 3 «Оценка качества солода» и оформление отчета.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Из каких частей состоит зерно хлебных культур?
2. В чем заключается подготовка зерна к помолу?
3. Как производят помол зерна?
4. Какими физико-химическими показателями характеризуется качество муки?
5. Что такое солод и какова его роль в пищевом производстве?
6. Укажите факторы, влияющие на процесс замачивания ячменя.
7. Какие изменения происходят в зерне ячменя при его проращивании?
8. Какие процессы происходят при сушке солода?

### **Раздел 11. Введение в технологию хлеба**

Характеристика сырья (мука, соль, дрожжи, сахар-песок, жир, вода), подготовка его к производству.

Приготовление теста, его разделка. Выпечка хлеба: процессы, происходящие при выпечке хлеба, режимы выпечки, хлебопекарные печи, упек хлеба. Аппаратурное оформление процесса выработки хлеба. Показатели качества хлеба и хлебобулочных изделий, болезни хлеба.

Самостоятельная работа студентов – 7,0 ч:

– работа по теме с литературой – [1,12,13,14], лекционными материалами, Интернет-ресурсами;

- подготовка к лабораторной работе № 4 «Оценка качества дрожжей» и оформление отчета;
- подготовка к практическому занятию № 3 «Технологическая схема производства хлеба» и оформление отчета.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какое сырье используется при производстве хлеба?
2. По каким показателям оценивают качество дрожжей?
3. В чем сущность созревания муки?
4. Какие процессы протекают при брожении теста и как они влияют на качество хлеба?
5. Какие процессы протекают при выпечке хлеба?
6. По каким показателям оценивают качество хлеба?

## **Раздел 12. Основы технологии крахмала и крахмалопродуктов**

Характеристика картофеля как сырья для производства крахмала, условия его хранения. Технологическая схема получения сырого и сухого картофельного крахмала. Аппаратурное оформление процесса.

Технологическая схема получения крахмальной патоки. Гидролиз крахмала (кислотный, кислотно-ферментативный, ферментативный). Технология глюкозно-фруктозных сиропов.

Виды модифицированных крахмалов, их получение и применение.

Самостоятельная работа студентов – 5,0 ч:

- работа по теме с литературой – [1], лекционными материалами, Интернет-ресурсами;
- подготовка к практическому занятию № 4 «Технологическая схема производства крахмала и крахмалопродуктов» и оформление отчета.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Как получают сырой картофельный крахмал?
2. В чем сущность различных способов гидролиза крахмала?



3. Какие виды патоки Вы знаете?
4. Как получают глюкозно-фруктозные сиропы?
5. Какие виды модифицированных крахмалов Вам известны?
6. Где используют модифицированные крахмалы?

### Раздел 13. Основы биотехнологии пива и безалкогольных напитков

Характеристика сырья для производства пива (солод и несоложеное сырье, хмель и хмелепродукты, ферментные препараты, вода). Технологическая схема получения пива. Биоконверсия сырья в пивоварении. Аппаратурное оформление процесса производства пива. Требования к качеству пива.

Характеристика кваса как напитка. Сырье для производства кваса. Технологическая схема получения кваса с использованием процесса брожения. Технология кваса и напитков, получаемых купажированием. Аппаратурное оформление процессов.

Самостоятельная работа студентов – 7,0 ч:

- работа по теме с литературой [1,15,16], лекционными материалами, Интернет-ресурсами;
- подготовка к лабораторной работе № 5 «Изучение технологии кваса» и оформление отчета;
- подготовка к практическому занятию № 5 «Технологическая схема производства пива» и оформление отчета.

#### Вопросы для самопроверки

1. Какое сырье используется при производстве пива?
2. Какие свойства придают пиву хмель и хмелепродукты?
3. Какова роль ферментных препаратов в производстве пива?
4. Какие процессы протекают в сырье при затирании?
5. Чем отличается процесс сбраживания пивного сусла от дображивания пива?
6. По каким показателям отличаются различные сорта пива?
7. Какое сырье применяют при производстве кваса?
8. Как приготавливают сахарный сироп?
9. По каким показателям оценивают качество кваса?

## Раздел 15. Инновационные технологии переработки продовольственного сырья

Самостоятельная работа студентов – 10,0 ч:

- выполнение реферата;
- подготовка презентации и доклада.

### Подготовка и защита реферата

Объем реферата – не менее 15 стр. Обязательно использование не менее 7 отечественных и не менее 3 иностранных источников, опубликованных за последние 10 лет. Обязательно использование электронных баз данных (указаны в разделе «Список литературы»).

Процедура защиты реферата: выступление с устной презентацией результатов с последующим групповым обсуждением.

По представлении на кафедру реферата, устной презентации на семинаре (с представлением в электронном виде на носителе) за работу студента начисляются баллы в зависимости от следующих критериев:

- соответствие содержания заявленной теме, отсутствие в тексте отступлений от темы;
- логичность и последовательность в изложении материала;
- способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой;
- владение иностранными языками, использование иностранных источников;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса;
- наличие авторской аннотации к реферату;
- правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, ссылки, цитаты, таблицы и т.д.);
- соблюдение объема, шрифтов, интервалов (соответствие оформления правилам компьютерного набора текста);
- владение материалом, правильность ответов на заданные вопросы, способность к изложению собственных мыслей;
- представление информации: содержание информации; расположение информации на слайде, шрифты, способы выделения информации, виды слайдов.

## Примерные темы рефератов

1. Инновационные решения в холодильной технологии продуктов из животного сырья.
2. Новые методы и технологии в пивоварении.
3. Инновации в хранении сельскохозяйственной продукции.
4. Инновационные технологии в хлебопекарной промышленности.
5. Инновационные концепции производства прохладительных напитков.
6. Инновации в производстве солода.
7. Инновационные технологии производства мясопродуктов.
8. Применение мембранной техники в биотехнологических процессах.
9. Новые разработки в производстве хлебопекарных дрожжей.
10. Совершенствование технологии получения жировых продуктов для здорового питания населения.
11. Перспективы развития производства консервов.
12. Новые решения в упаковке для сохранения качества и безопасности пищевых продуктов.
13. Применение ультразвука в биотехнологии.
14. Инновации в технологии производства охлажденной рыбы.
15. Совершенствование способов консервирования пищевых продуктов.
16. Инновационные продукты крахмало-паточного производства.
17. Инновационные технологии в производстве копченых продуктов.
18. Современные способы удлинения сроков годности пищевых продуктов.
19. Инновационные технологии производства соков.
20. Достижения в создании безотходных технологий биотехнологических производств.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Целью курсовой работы является углубление и систематизация знаний по дисциплине «Основы биотехнологии пищевых продуктов».

В ходе выполнения курсовой работы студент приобретает практические навыки в решении ряда инженерных вопросов, связанных с обеспечением технологических процессов производства продукции. Трудоемкость выполнения курсовой работы – 20 часов.

Курсовая работа выполняется в соответствии с заданием, форма которого представлена в приложении 1.

### Примерный перечень тем курсовых работ

1. Производство молочной кислоты.
2. Производство лимонной кислоты.
3. Получение и применение модифицированных крахмалов.
4. Получение и применение глюкозо-фруктозного сиропа.
5. Производство хлеба из пшеничной муки.
6. Производство хлеба из ржаной муки.
7. Производство пивоваренного солода.
8. Производство пива на современном предприятии.
9. Производство хлебных квасов брожения.
10. Производство этилового спирта.
11. Производство хлебопекарных дрожжей.
12. Производство вареных колбасных изделий.
13. Производство копченых колбасных изделий.
14. Производство стерилизованных рыбных консервов.
15. Технология рыбы горячего копчения.
16. Технология рыбы холодного копчения.
17. Технология соленых рыбных продуктов.
18. Производство мясных консервов.
19. Производство шампанских вин.
20. Производство соков.

## Содержание курсовой работы

При выполнении курсовой работы студент составляет пояснительную записку и на основе принятых решений готовит графический материал.

Пояснительная записка должна содержать следующие разделы:

Введение.

1. Характеристика качества сырья, поступающего на переработку.
2. Требования к качеству готовой продукции.
3. Выбор и обоснование способов производства продукции.
4. Описание технологического процесса производства продукции.
5. Подбор технологического оборудования.
6. Описание схемы технологических процессов.

Список литературы.

Автор должен обосновать выбор темы, сформулировать основную задачу и кратко охарактеризовать основные направления технического прогресса данного производства, пути совершенствования оборудования и технологии. При написании данного раздела помимо основной учебной литературы следует использовать публикации отраслевых периодических журналов, электронные источники информации.

### **Характеристика качества сырья, поступающего на переработку**

В данном разделе дается характеристика сырья и приводятся требования нормативных документов на необходимое сырье для производства заданной темой курсовой работы продукции.

Необходимо указать, каким транспортом и в какой таре доставляется сырье на перерабатывающее предприятие, каковы оптимальные условия его хранения, какие процессы происходят в сырье при его хранении.

Следует оценить влияние состава и свойств сырья на формирование качества готовой продукции, экономические аспекты производства.

### **Требования к качеству готовой продукции**

Следует привести сведения о вырабатываемой продукции, ее составе, требования к готовой продукции по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям, а также показателям безопасности.

### **Выбор и обоснование способов производства продукции**

При наличии альтернативных способов производства продукции выбор способа производства необходимо осуществлять на основании анализа литературных источников с учетом современного состояния передового производства и практического опыта работы предприятий.

Вначале нужно кратко описать все существующие способы производства заданной темой курсовой работы продукции, затем отметить достоинства и недостатки каждого способа и выбрать один из них.

При выборе способа производства необходимо учитывать следующие факторы:

- возможность получения продукции высокого качества с наименьшими материальными затратами;
- применение малоотходной и безотходной технологии;
- сокращение рабочего цикла;
- наиболее полную механизацию трудоемких операций и автоматизацию процесса;
- применение современного высокопроизводительного оборудования, обеспечивающего поточность производства.

Данный раздел проекта излагается в реферативной форме и должен обязательно содержать ссылки на использованную литературу или иные источники информации.

## **Технологический процесс производства продукции**

В этом разделе необходимо описать последовательность технологических операций при выработке продукции в соответствии с выбранным способом производства, привести технологическую схему производства.

В технологической схеме указываются названия технологических операций, сырья, полуфабрикатов, готового продукта, отходов производства. Целесообразно указать технологические параметры процесса производства продукции (режимы тепловой обработки, рН и т. д.).

В качестве примера на рис.1 приведена технологическая схема процесса производства квасов брожения.

В процессе описания технологии необходимо охарактеризовать отдельные технологические операции, их сущность, назначение, обосновать выбранные технологические режимы. Особое внимание следует уделить изменению состава и свойств сырья в ходе его переработки, факторам, влияющим на интенсивность происходящих физико-химических, биохимических и микробиологических процессов.

## **Подбор технологического оборудования**

В данном разделе необходимо обосновать вид выбранного оборудования на каждом этапе технологического процесса, кратко описать принцип его действия, указать основные рабочие характеристики (производительность, скорость вращения мешалки, температуру тепло- или хладоносителя, скорость движения воздуха и его температуру и т. п.). Описание отдельных видов оборудования целесообразно сопроводить рисунками с его изображением.

В данном разделе следует привести описание чертежа «Аппаратурно-технологическая схема», с указанием номеров оборудования, на котором будут осуществляться технологические процессы.

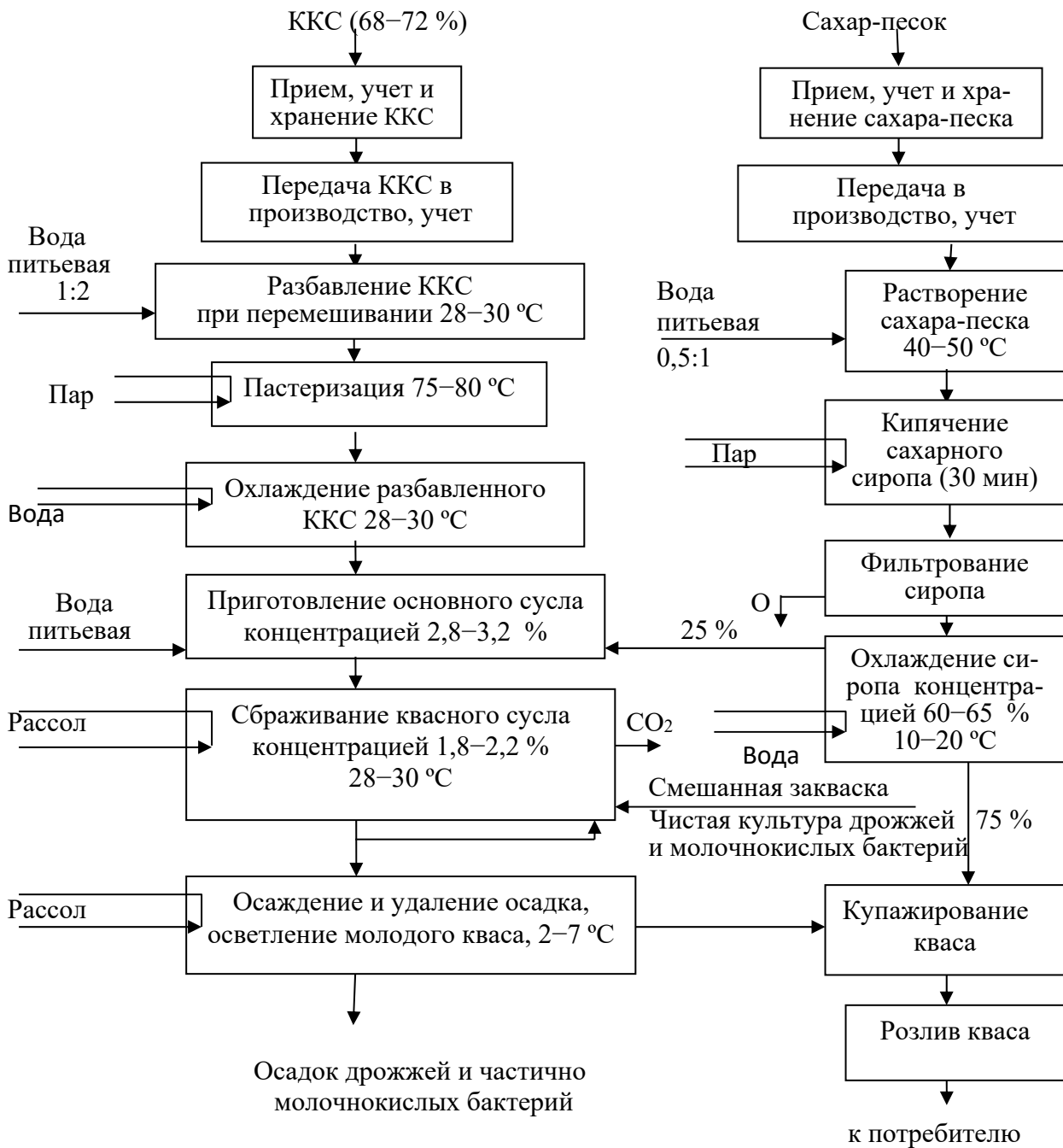


Рис. 1. Технологическая схема процесса производства кваса брожения

Пояснительная записка должна быть распечатана на листах формата А4 (210×297). В отличие от требований стандартов ЕСКД рамку и основные надписи на листах пояснительной записки можно не выполнять. Поля страниц должны быть не менее: левое 25 мм,



правое 10 мм, верхнее и нижнее 25 мм. Сокращение слов в тексте не допускается, кроме принятых по ГОСТ 2.316–68.

Параметры форматирования при наборе текста:

- шрифт: Times New Roman, кегль 14;
- выравнивание – по ширине;
- отступ первой строки – 1,25 мм;
- интервал межстрочный – полуторный.

Все разделы, подразделы и пункты нумеруются арабскими цифрами, разделенными точками, например: 1 – раздел первый; 1.2 – второй подраздел первого раздела; 1.2.1 – первый пункт второго подраздела первого раздела и т. д.

Порядковый номер страницы печатают по центру верхнего поля страницы.

Применяют сквозную нумерацию таблиц, рисунков и формул.

Параметры форматирования таблиц:

- название таблицы помещают слева над таблицей без абзаца, выравнивание по левому краю, номер через дефис;
- ширина линий рамки и сетки таблицы – 0,5 пт;
- ячейки головки таблицы: выравнивание – по центру;
- текст в графах таблицы: выравнивание может быть по центру, по левому краю, в зависимости от содержания текста в ячейках – цифровой материал в графах располагается по центру, текстовой – по центру либо по левому краю;
- при размещении таблицы на нескольких листах головка таблицы повторяется; над правым краем такой таблицы набирают «Продолжение табл. ...», или «Окончание табл. ...».

В тексте записки обязательно даются ссылки на использованные источники литературы. Номер источника литературы должен заключаться в квадратные скобки и соответствовать номеру в списке использованной литературы. Литература, на которую нет ссылки в тексте, в списке не приводится. Списки литературы оформляются по ГОСТ 7.1–84. Примеры описания использованных источников в списке литературы:

10. Косминский Г.М. Технология солода, пива и безалкогольных напитков: Лабораторный практикум по технохимическому контролю производства: Учебное пособие для вузов. – 2 изд., испр. – Минск: Дизайн ПРО, 2001. – 350 с.

11. Крашенинин П.Ф. Новые молочные продукты // Молочная промышленность. – 1986, № 4. – с. 26–28.

12. Экспертиза молока и молочных продуктов. Качество и безопасность. / Н.И. Дунченко, А.Г. Храмцов, И.А. Макеева, И.А. Смирнова и др. Под общ. ред. В.М. Позняковского. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 477 с.

## Графическая часть курсовой работы

Графическая часть курсовой работы состоит из двух чертежей:

1. Технологическая схема производства продукции.
2. Аппаратурно-технологическая схема.

Основной формат для чертежей – А1 (594×481 мм). При необходимости разрешается использовать и другие форматы (ГОСТ 2.301–68). Каждый лист должен иметь рамку, отстоящую от левой кромки листа на 25 мм, а от остальных – на 10 мм. В правом нижнем углу каждого листа ставят штамп. Основные надписи на чертежах делают по ГОСТ 2.104–68 с учетом ГОСТ 2.304–81 на шрифты чертежные.

Технологическую схему выполняют в виде чертежа форматом А1 в соответствии с требованиями, приведенными выше.

Аппаратурно-технологическую схему выполняют в виде чертежа форматом А1 без масштаба, но в определенном соотношении габаритных размеров мелкого и крупного оборудования.

Данная схема должна наглядно показывать взаимосвязь технологического оборудования, движение сырья, полуфабрикатов и готовой продукции от приемки сырья до выпуска готовой продукции.

При изображении оборудования следует руководствоваться специальной литературой (учебниками по технологическому оборудованию, каталогами оборудования и т. п.).

Оборудование на схеме должно быть пронумеровано, а виды сырья, полуфабрикатов, готовой продукции и направление потоков условно обозначены.

Между порядковыми номерами сырья, полуфабрикатов и готовой продукции расстояние на схеме берется постоянным.

Спецификацию оборудования к схеме выполняют либо на том же чертеже, либо на отдельном листе, который вкладывают в расчетно-пояснительную записку в виде приложения.

Выполнение и защита курсовой работы оцениваются в баллах.

*Критерии оценивания содержательной части курсовой работы:*

- соответствие содержания заявленной теме;
- наличие всех требуемых разделов;
- способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой;
- объем исследованной литературы и других источников информации;
- использование иностранных источников;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса.

*Критерии оценивания оформления пояснительной записки курсовой работы:*

- правильность оформления (наличие всех структурных частей, структурная упорядоченность, ссылки на литературу, цитаты, таблицы, рисунки и т. д.), соблюдение объема, шрифтов, интервалов, выравнивания текста на страницах, нумерация страниц (соответствие оформления правилам компьютерного набора текста);
- аккуратность оформления (отсутствие помарок, работа сброшюрована).

*Критерии оценивания графической части курсовой работы:*

- соответствие технологической и аппаратурно-технологической схем предъявляемым требованиям, изложенным в методических указаниях по выполнению курсовой работы;
- аккуратность выполнения чертежей, соответствие требованиям ЕСКД.

*Критерии оценивания защиты курсовой работы:*

- владение материалом;
- правильность ответов на заданные вопросы;
- способность к изложению собственных мыслей.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Каждая работа начинается с рассмотрения ее цели и теоретической части изучаемой темы. Затем дается перечень необходимого оборудования, приборов, материалов, приводятся задания и порядок выполнения лабораторной работы, краткое ее содержание, методы исследования и требования к оформлению. Список рекомендуемой литературы приведен в конце методических указаний.

К работам в лаборатории студентов допускают после их ознакомления с правилами безопасности (с общими – в начале семестра и с частными – перед каждым занятием).

Допуск к выполнению лабораторной работы происходит при условии положительной оценки ответов студентов на устные вопросы, охватывающие тему лабораторной работы. Полнота ответов студентов оценивается в баллах.

Студенты, не подготовившиеся к занятию, к выполнению задания не допускаются и выполняют его вне расписания после повторной проверки готовности.

Отчет по лабораторной работе представляется в рукописном или печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе (приложение 2). Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Студент получает максимальное количество баллов при оформлении отчета в соответствии с требованиями и правильных ответах на заданные вопросы.

Основанием для снижения количества баллов является:

- небрежное выполнение отчета;
- низкое качество графического материала (отсутствие указания единиц измерения на графиках и т.д.).

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае отсутствия в нем:

- необходимых разделов;
- необходимого графического материала;
- выводов по результатам работы.

## Правила техники безопасности при работе в лаборатории

1. Перед началом занятий необходимо надеть белые халаты.
2. На рабочем месте не следует держать никаких посторонних предметов. Сумки и пакеты укладывают в специально отведенное для них место.
3. Категорически запрещается пить воду из химической посуды, а также пробовать на вкус химические реактивы.
4. Не включать и не выключать без разрешения преподавателя рубильники и приборы. Следить за состоянием изоляции проводов, электроарматуры и оборудования.
5. Горячие и раскаленные предметы ставить только на асбестовую сетку или иную термостойкую прокладку.
6. При работе с крепкими кислотами и щелочами необходимо:
  - а) при отмеривании и переливании кислоты и щелочи надевать защитные очки, резиновые перчатки и поверх халата прорезиненный фартук;
  - б) не втягивать кислоту пипеткой в рот, использовать для отмеривания кислоты дозаторы или резиновую грушу;
  - в) при закрытии жиромеров пробками и при встряхивании завертывать их в салфетки;
  - г) при ввертывании в жиромер резиновой пробки, а также при отсчете показателя содержания жира жиромер держать за расширенную часть, завернутую в салфетку;
  - д) вынимая пробки из жиромеров, держать приборы отверстиями в сторону от себя и от окружающих;
  - е) отработанные кислоты и щелочи сливать через воронку в специальные бутылки.
7. При попадании на руки или лицо кислоты пораженные места сразу же промыть чистой водой, залить слабым раствором соды и снова чистой водой. Если кислота попала на одежду, ее нейтрализуют содой, а затем смывают водой.
8. Если жиромер в центрифуге разбился, необходимо немедленно промыть диск содовым раствором, чистой водой и протереть его насухо.
9. Горящие спиртовки, горелки должны находиться на расстоянии не ближе трех метров от воспламеняющихся веществ.

10. При воспламенении горючих жидкостей (бензин, эфир, спирт и др.) следует быстро погасить горелки, выключить электроннагревательные приборы и принять меры к тушению пожара.

11. По окончании работы привести в порядок рабочее место (вымыть посуду, поставить на рабочее место реактивы, приборы и т. п.).

## Лабораторная работа № 1

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОКА

*Цель работы* – приобретение практических навыков оценки органолептических, физико-химических и микробиологических показателей молока.

К молоку, поступающему на предприятия молочной промышленности, предъявляются определенные требования, гарантирующие получение из него доброкачественных в пищевом и санитарном отношении продуктов.

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

Согласно ГОСТ 31449–2013 «Молоко коровье сырое. Технические условия» по органолептическим показателям молоко должно соответствовать требованиям, приведенным в табл. 1.

Таблица 1

#### Органолептические показатели заготавливаемого молока

| Наименование показателя | Характеристика   |
|-------------------------|--|
| Консистенция            | Однородная жидкость без осадка и хлопьев   |
| Вкус и запах            | Чистый, без посторонних запахов и привкусов, не свойственных свежему молоку.<br>Допускается слабовыраженный кормовой привкус и запах |
| Цвет                    | От белого до светло-кремового  |

Молоко по физико-химическим и микробиологическим показателям должно соответствовать нормам, указанным в табл. 2.

Таблица 2

**Физико-химические и микробиологические показатели молока**

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

\*КМАФАнМ – количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов.

\*\*КОЕ – колониеобразующие единицы.

В молоке не допускаются остатки ингибирующих веществ, в т. ч. моющих, дезинфицирующих и нейтрализующих веществ.

Молоко после дойки должно быть профильтровано (очищено). Охлаждение молока проводят в хозяйствах не позднее 2 ч после дойки до температуры (4±2) °С.

Содержание потенциально опасных веществ (токсичных элементов, микотоксинов, диоксинов, меламина, антибиотиков, пестицидов, радионуклидов), патогенных микроорганизмов, в том числе сальмонелл в молоке должны соответствовать требованиям, установленным ТР ТС 021/2013 (Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции»).

Не подлежит приемке на пищевые цели молоко, полученное от коров в первые семь дней после отела и в последние пять дней перед запуском.

Периодичность контроля показателей качества и безопасности молока при приемке устанавливаются в соответствии с табл. 3.

**Периодичность контроля показателей молока-сырья при его приемке**

| Контролируемый показатель                            | Периодичность контроля   | Методы испытаний при повторном контроле   |                        |
|--|--|---|------------------------|
|  |  | По просьбе поставщика   | В спорных случаях      |
| Органолептические показатели                         | Ежедневно в каждой партии  | ГОСТ 28283  | ГОСТ 28283             |
| Температура, °С                                      | Ежедневно в каждой партии  | ГОСТ 26754  | ГОСТ 26754             |
| Титруемая кислотность, °Т                            | Ежедневно в каждой партии  | ГОСТ 3624   | ГОСТ 3624, пункт 2.2   |
| Массовая доля жира, %                                | Ежедневно в каждой партии  | ГОСТ 5867   | ГОСТ 22760             |
| Массовая доля белка, %                               | Ежедневно в каждой партии  | ГОСТ 25179  | ГОСТ 23327             |
| Массовая доля СОМО, %                                | Ежедневно в каждой партии  | ГОСТ 3626, пункт 2.4.3  | ГОСТ 3626, пункт 2.4.3 |
| Плотность, кг/м <sup>3</sup>                         | Ежедневно в каждой партии  | ГОСТ 3625   | ГОСТ 3625, раздел 3    |
| Группа чистоты                                       | Ежедневно в каждой партии  | ГОСТ 8218   | ГОСТ 8218              |
| Температура заморозки, °С                            | Согласно ППК*  | ГОСТ 25101  | ГОСТ 30562             |
| Наличие фосфатазы или пероксидазы                    | При подозрении тепловой обработки  | ГОСТ 3623   | ГОСТ 3623              |
| Группа термоустойчивости                             | Для продуктов с высокими температурными режимами обработки согласно ППК                | ГОСТ 25228  | ГОСТ 25228             |
| Содержание соматических клеток, тыс./см <sup>3</sup> | Ежедневно в каждой партии  | ГОСТ 23453  | ГОСТ 23453, раздел 3   |
| Наличие ингибирующих веществ                         | Ежедневно в каждой партии для продуктов детского и диетического питания и согласно ППК | ГОСТ 23454  | ГОСТ 23454             |
| Антибиотики, мг/кг                                   | Не реже одного раза в 10 дней  | В соответствии с методами, предусмотренными нормативными документами, действующими на территории государств, принявших стандарт |                        |
| Бактериальная обсемененность, КОЕ/г                  | Не реже одного раза в 10 дней  | ГОСТ 9225   | ГОСТ 9225              |

ППК – Программа производственного контроля



Задание. В молоке, предназначенном для исследования, определить органолептические, физико-химические и микробиологические показатели и сделать вывод о его соответствии требованиям ГОСТ 31449–2013.

### **Порядок выполнения работы**

Лабораторная работа проводится двумя группами студентов. Задания для групп различаются образцами молока.

### **Методы исследования**

#### **Определение органолептических показателей молока**

Определение внешнего вида, цвета, консистенции проводят визуально и характеризуют в соответствии с требованиями ГОСТ 31449. Молоко, не соответствующее по внешнему виду, цвету и консистенции требованиям стандарта, органолептической оценке вкуса и запаха не подлежит.

Оценку вкуса проводят после кипячения пробы. Для оценки запаха 10–20 см<sup>3</sup> молока подогревают до температуры 35 °С.

При возникновении разногласий в качестве молока органолептическую оценку его вкуса и запаха проводят в соответствии с ГОСТ 28283.

Приборы и посуда. Баня водяная; секундомер; термометр стеклянный технический с диапазоном измерения от 0 до 100 °С; стаканы химические вместимостью 50 и 100 мл; колбы стеклянные конические из термостойкого стекла со шлифом с притертыми пробками вместимостью 100 мл; фольга алюминиевая для упаковки пищевых продуктов.

Ход анализа. Отбирают (60±5) мл молока в чистую сухую колбу с пришлифованной пробкой вместимостью 100 мл, между шлифованным горлом и пробкой вкладывают полоску алюминиевой фольги. Сырое молоко пастеризуют на водяной бане. Уровень воды в бане на 1–2 см должен быть выше уровня молока в колбе. Температура воды в бане должна быть (85±5) °С. Температуру пастеризации контролируют по термометру в отдельной пробе с образцом молока. Через 30 с

после достижения температуры 72 °С пробы молока вынимают из водяной бани и охлаждают до (37±2) °С.

Сразу после открывания колбы определяют запах молока. После этого (20±2) мл наливают в сухой чистый стеклянный стакан и оценивают вкус. Оценку запаха и вкуса проводят по пятибалльной шкале в соответствии с табл. 4. Молоко с оценкой менее 3 баллов приемке не подлежит.

Таблица 4

**Балльная оценка вкуса и запаха молока**

| Запах и вкус   | Оценка молока      | Баллы |
|--|--------------------|-------|
| Чистый, приятный, слегка сладковатый   | Отличное           | 5     |
| Недостаточно выраженный, пустой  | Хорошее            | 4     |
| Слабый кормовой, слабый окисленный, слабый хлевный, слабый липолизный, слабый нечистый   | Удовлетворительное | 3     |
| Выраженный кормовой, в том числе лука, чеснока, полыни и других трав, придающих молоку горький вкус, хлевный, соленый, окисленный, липолизный, затхлый | Плохое             | 2     |
| Горький, прогорклый, плесневелый, гнилостный, запах и вкус нефтепродуктов, лекарственных, моющих, дезинфицирующих средств и других химикатов           | Плохое             | 1     |

### **Определение титруемой кислотности молока (ГОСТ 3624)**

Приборы и реактивы. Колбы на 150–200 мл; пипетка вместимостью 10 мл; бюретка стеклянная на 25–50 мл; капельница для фенолфталеина; 0,1 н раствор едкого натра (калии); 1 %-й спиртовой раствор фенолфталеина; вода дистиллированная; 2,5 %-й раствор сернокислого кобальта.

Ход анализа. В коническую колбу вместимостью 150–200 мл отмеряют пипеткой 10 мл молока, прибавляют 20 мл дистиллированной воды и три капли фенолфталеина. Смесь тщательно перемешивают и титруют раствором едкого натра (калии) до появления слабо-розового окрашивания, соответствующего контрольному эталону окраски, не исчезающего в течение 1 мин.

Для приготовления контрольного эталона окраски в такую же колбу вместимостью 100–200 мл отмеряют 10 мл молока, 20 мл воды и 1 мл 2,5 %-го раствора сернокислого кобальта.

Кислотность молока в градусах Тернера ( $^{\circ}\text{T}$ ) равна количеству миллилитров водного раствора гидроокиси натрия, затраченному на нейтрализацию 10 мл молока, умноженному на 10.

Расхождение между параллельными определениями должно быть не более 1  $^{\circ}\text{T}$ .

### **Ареометрический метод определения плотности молока (ГОСТ 3625)**

*Приборы и посуда.* Ареометры (лактоденсиметры) для молока типа АМ с ценой деления шкалы 0,5 кг/м<sup>3</sup> или типа АМТ с ценой деления шкалы 1,0 кг/м<sup>3</sup>; цилиндры стеклянные, соответствующие размерам лактоденсиметра, термометры.

*Ход анализа.* Плотность заготавливаемого коровьего молока определяют при ( $20\pm 5$ )  $^{\circ}\text{C}$ . Перед определением плотности пробы молока с отстоявшимся слоем сливок ее нагревают до ( $35\pm 5$ )  $^{\circ}\text{C}$ , перемешивают и охлаждают до ( $20\pm 2$ )  $^{\circ}\text{C}$ .

Пробу объемом 250 или 500 мл тщательно перемешивают и осторожно, во избежание образования пены, переливают по стенке в сухой цилиндр, который следует держать в слегка наклонном положении. Если на поверхности пробы в цилиндре образовалась пена, ее снимают. Цилиндр с исследуемой пробой устанавливают на ровной горизонтальной поверхности и измеряют температуру пробы  $t_1$ . Отсчет показаний температуры проводят не ранее, чем через 2–4 мин после опускания термометра в пробу.

Сухой и чистый ареометр опускают медленно в исследуемую пробу, погружая его до тех пор, пока до предполагаемой отметки ареометрической шкалы не останется 3–4 мм, затем оставляют его в свободно плавающем состоянии. Ареометр не должен касаться стенок цилиндра. Первый отсчет показаний плотности  $\rho_1$  проводят визуально со шкалы ареометра через 3 мин после установления его в неподвижном положении. После этого ареометр осторожно приподнимают на высоту до уровня балласта в нем и снова опускают, оставляя его в свободно плавающем состоянии.

После установления его в неподвижном состоянии, проводят второй отсчет показаний плотности  $\rho_2$ . Отсчет показаний плотности проводят по верхнему краю мениска, при этом глаз должен находиться на уровне мениска. Затем измеряют температуру  $t_2$  пробы.

За среднее значение температуры  $t$  исследуемой пробы принимают среднее арифметическое результатов двух показаний  $t_1$  и  $t_2$ . За среднее значение показаний ареометра при температуре  $t$  исследуемой пробы молока принимается среднее арифметическое результатов двух показаний  $\rho_1$  и  $\rho_2$ . Если проба во время определения плотности имела температуру выше или ниже  $20\text{ }^\circ\text{C}$ , то результаты определения плотности при температуре  $t$  должны быть приведены к  $20\text{ }^\circ\text{C}$  в соответствии с табл. 5.

### **Определение массовой доли жира в молоке (ГОСТ 5867)**

Приборы и реактивы. Жиромеры стеклянные с диапазоном измерения от 0 до 6 %; пробки резиновые для жирометров; мерная пипетка вместимостью 10,77 мл; приборы (дозаторы) для отмеривания изоамилового спирта и серной кислоты вместимостью, соответственно, 1 и 10 мл; штатив для жирометров; термометры с диапазоном измерения от 0 до  $100\text{ }^\circ\text{C}$ ; центрифуга с частотой вращения не менее  $1000\text{ c}^{-1}$  и не более  $1100\text{ c}^{-1}$ ; водяная баня; серная кислота плотностью от 1810 до  $1820\text{ кг/м}^3$  по ГОСТ 4204; спирт изоамиловый по ГОСТ 5830; вода дистиллированная.

Ход анализа. В молочные жиромеры, стараясь не замочить горло, наливают дозатором по 10 мл серной кислоты и осторожно, чтобы жидкости не смешивались, добавляют пипеткой по 10,77 мл молока, приложив кончик пипетки к горлу жиромера под углом. Уровень молока в пипетке устанавливают по нижней точке мениска.

Молоко из пипетки должно вытекать медленно. После опорожнения пипетку отнимают от горловины жиромера не ранее чем через 3 с. Выдувание молока из пипетки не допускается. Дозатором добавляют в жиромеры по 1 мл изоамилового спирта. Уровень смеси в жиромере устанавливают на 1–2 мм ниже основания горловины жиромера, для чего разрешается добавлять несколько капель дистиллированной воды.

Таблица 5

Таблица приведения плотности молока к 20 °С

| Показани-<br>я<br>арео-<br>метра,<br>кг/м <sup>3</sup> | Температура, °С                               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|  | 15  | 16     | 17     | 18     | 19     | 20     | 21     | 22     | 23     | 24     | 25     |
|  | Плотность молока при 20 °С, кг/м <sup>3</sup> |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 1025,0   | 1023,4  | 1023,7 | 1024,0 | 1024,4 | 1024,7 | 1025,0 | 1025,3 | 1025,6 | 1026,0 | 1026,3 | 1026,6 |
| 1025,5   | 1023,9  | 1024,2 | 1024,5 | 1024,9 | 1025,2 | 1025,5 | 1025,8 | 1026,1 | 1026,5 | 1026,8 | 1027,1 |
| 1026,0   | 1024,4  | 1024,7 | 1025,0 | 1025,4 | 1025,7 | 1026,0 | 1026,3 | 1026,6 | 1027,0 | 1027,3 | 1027,6 |
| 1026,5   | 1024,9  | 1025,2 | 1025,5 | 1025,9 | 1026,2 | 1026,5 | 1026,8 | 1027,1 | 1027,5 | 1027,8 | 1028,1 |
| 1027,0   | 1025,4  | 1025,7 | 1026,0 | 1026,4 | 1026,7 | 1027,0 | 1027,3 | 1027,6 | 1028,0 | 1028,3 | 1028,6 |
| 1027,5   | 1025,9  | 1026,2 | 1026,5 | 1026,9 | 1027,2 | 1027,5 | 1027,8 | 1028,1 | 1028,5 | 1028,8 | 1029,1 |
| 1028,0   | 1026,4  | 1026,7 | 1027,0 | 1027,4 | 1027,7 | 1028,0 | 1028,3 | 1028,6 | 1029,0 | 1029,3 | 1029,6 |
| 1028,5   | 1026,9  | 1027,2 | 1027,5 | 1027,9 | 1028,2 | 1028,5 | 1028,8 | 1029,1 | 1029,5 | 1029,8 | 1030,1 |
| 1029,0   | 1027,4  | 1027,7 | 1028,0 | 1028,4 | 1028,7 | 1029,0 | 1029,3 | 1029,6 | 1030,0 | 1030,3 | 1030,6 |
| 1029,5   | 1027,9  | 1028,2 | 1028,5 | 1028,9 | 1029,2 | 1029,5 | 1029,8 | 1030,1 | 1030,5 | 1030,8 | 1031,1 |
| 1030,0   | 1028,4  | 1028,7 | 1029,0 | 1029,4 | 1029,7 | 1030,0 | 1030,3 | 1030,6 | 1031,0 | 1031,3 | 1031,6 |
| 1030,5   | 1028,9  | 1029,2 | 1029,5 | 1029,9 | 1030,2 | 1030,5 | 1030,8 | 1031,1 | 1031,5 | 1031,8 | 1032,1 |
| 1031,0   | 1029,4  | 1029,7 | 1030,0 | 1030,4 | 1030,7 | 1031,0 | 1031,3 | 1031,6 | 1032,0 | 1032,3 | 1032,6 |
| 1031,5   | 1029,9  | 1030,2 | 1030,5 | 1030,9 | 1031,2 | 1031,5 | 1031,8 | 1032,1 | 1032,5 | 1032,8 | 1033,1 |
| 1032,0   | 1030,4  | 1030,7 | 1031,0 | 1031,4 | 1031,7 | 1032,0 | 1032,3 | 1032,6 | 1033,0 | 1033,3 | 1033,6 |
| 1032,5   | 1030,9  | 1031,2 | 1031,5 | 1031,9 | 1032,2 | 1032,5 | 1032,8 | 1033,1 | 1033,5 | 1033,8 | 1034,1 |
| 1033,0   | 1031,4  | 1031,7 | 1032,0 | 1032,4 | 1032,7 | 1033,0 | 1033,3 | 1033,6 | 1034,0 | 1034,3 | 1034,6 |

Рекомендуется для повышения точности измерений, особенно для молока низкой плотности, применять взвешивание при дозировке пробы. В этом случае сначала взвешивают 11,00 г молока с отсчетом до 0,005 г, затем приливают серную кислоту и изоамиловый спирт.

Жироскопы закрывают сухими пробками (предварительно нанеся на их поверхность мел), встряхивают до полного растворения белковых веществ, переворачивая не менее 5 раз так, чтобы жидкости в них полностью перемешались.

Жироскопы устанавливают пробкой вниз на 5 мин в водяную баню при температуре  $(65 \pm 2)$  °С. Вынув из бани, жироскопы вставляют в стаканы центрифуги градуированной частью к центру, располагая их симметрично, один против другого. При нечетном числе жироскопов в центрифугу помещают жироскоп, наполненный водой вместо молока, серной кислотой и изоамиловым спиртом в том же соотношении, что и для анализа. Жироскопы центрифугуют 5 мин, затем вынимают из центрифуги и движением резиновой пробки регулируют столбик жира так, чтобы он находился в градуированной части жироскопа.

Жироскопы погружают пробками вниз на 5 мин в водяную баню при температуре  $(65 \pm 2)$  °С, при этом уровень воды в бане должен быть несколько выше уровня жира в жироскопе. Затем жироскопы вынимают по одному из водяной бани и быстро производят отсчет жира. При этом жироскоп держат вертикально, граница жира должна находиться на уровне глаз.

Движением пробки устанавливают нижнюю границу столбика жира на нулевом или целом делении шкалы жироскопа. От него отсчитывают число делений до нижней точки мениска столбика жира с точностью до наименьшего деления шкалы жироскопа.

### **Определение массовой доли белка в молоке методом формольного титрования**

Метод формольного титрования основан на реакции щелочных аминокислот белка с формалином, в результате которой освобождаются карбоксильные кислые группы белка. При этом повышается титруемая кислотность молока, по приросту которой определяют массовую долю белка в молоке. Данный метод применяют для контроля массовой доли белка в молоке кислотностью не более 22 °Т.

Приборы и реактивы. Пипетки простые вместимостью 20 мл и градуированные вместимостью 1 и 5 мл; стаканы химические вместимостью 150–200 мл; бюретка вместимостью 25 мл с ценой деления 0,1 мл; 0,1 н раствор гидроокиси натрия; 36–40 %-й раствор формалина; 2 %-й раствор фенолфталеина, 2,5 %-й водный раствор сернокислого кобальта.

Ход анализа. В химический стакан вместимостью 150–200 мл отмеривают с помощью пипетки 20 мл молока, 0,25 мл 2 %-го раствора фенолфталеина и титруют 0,1 н раствором едкого натра до появления слабо-розового окрашивания, соответствующего окраске эталона. Затем в стакан вносят 4 мл нейтрализованного 36–40 %-го формалина, перемешивают круговыми движениями и через 1 мин вторично титруют до появления слабо-розового окрашивания.

Массовая доля общего количества белков в молоке в процентах равна количеству 0,1 н раствора едкого натра, затраченного на нейтрализацию в присутствии формалина, умноженному на 0,959.

### **Определение массовой доли белка в молоке рефрактометрическим методом (ГОСТ 25179)**

Рефрактометрический метод основан на измерении показателей преломления молока и безбелковой молочной сыворотки, полученной из того же образца молока, разность между которыми прямо пропорциональна массовой доле белка в молоке.

Приборы и реактивы. Рефрактометр со шкалой массовой доли белка в диапазоне 0–15 %, ценой деления 0,1 %; водяная баня закрытого типа для флаконов; центрифуга для измерения массовой доли жира в молоке; электроплитка; пипетки на 1 и 5 мл; флаконы из стеклянной трубки для лекарственных средств вместимостью 10 мл; 40 %-ый раствор хлористого кальция, дистиллированная вода.

Ход анализа. Наливают в 3 флакона по 5 мл молока, добавляют по 6 капель раствора хлористого кальция. Флаконы закрывают пробками и содержимое их перемешивают путем переворачивания флаконов.

Флаконы помещают в водяную баню, наливая в баню воду так, чтобы ее уровень достигал половины высоты флаконов. Баню закрывают, помещают на электроплитку, доводят воду в бане до кипения и кипятят не менее 10 мин.

Не открывая бани, сливают горячую воду через отверстия в крышке, наливают в баню холодную воду и выдерживают в ней флаконы не менее 2 мин. Открывают баню, извлекают флаконы и разрушают белковый сгусток путем энергичного встряхивания флаконов.

Флаконы помещают в центрифугу и центрифугируют не менее 10 мин. Образовавшуюся прозрачную сыворотку отбирают пипеткой и наносят на измерительную призму рефрактометра 1–2 капли. Закрывают измерительную призму осветительной.

Наблюдая в окуляр рефрактометра, специальным корректором убирают окрашенность границы света и тени. Для улучшения резкости границы измерение проводят через 1 мин после нанесения сыворотки на призму, так как за это время из пробы удаляется воздух и поверхность осветительной призмы лучше смачивается.

Проводят по шкале «Белок» не менее трех наблюдений. Удаляют сыворотку с призмы рефрактометра, промывают ее водой и вытирают фильтровальной бумагой.

Помещают на измерительную призму две капли исследуемого молока и проводят по шкале «Белок» не менее пяти наблюдений, так как резкость границы света и тени у молока хуже, чем у сыворотки.

Вычисляют средние арифметические результаты наблюдений для сыворотки и молока. Массовую долю белка в молоке ( $B_m$ , %) вычисляют по формуле:

$$B_m = B_1 - B_2,$$

где  $B_1$  – среднее арифметическое значение результатов наблюдения по шкале «Белок» для молока, %;  $B_2$  – среднее арифметическое значение результатов наблюдения по шкале «Белок» для сыворотки, %.

Предел допустимой погрешности результата измерений составляет  $\pm 0,1$  % массовой доли белка при расхождении между двумя параллельными определениями не более 0,1 % массовой доли белка.

За окончательный результат измерения принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных вычислений массовой доли белка, округляя результат до второго десятичного знака.



## Определение чистоты молока (ГОСТ 8218)

*Приборы и материалы.* Прибор для определения чистоты молока с диаметром фильтрующей поверхности 27–30 мм; фильтры из полотна иглопробивного термоскрепленного для фильтрации молока; посуда мерная вместимостью 250 мл; термометр стеклянный технический с диапазоном измерения от 0 до 100 °С; водяная баня.

*Ход анализа.* Вставляют в прибор фильтр гладкой поверхностью кверху. Отбирают 250 мл хорошо перемешанного молока, которое подогревают до температуры  $(35 \pm 5)$  °С и выливают в сосуд прибора. По окончании фильтрации фильтр вынимают и помещают на лист пергаментной или другой непромокаемой бумаги.

В зависимости от количества механических примесей на фильтре молоко подразделяют на три группы чистоты путем сравнения фильтра с образцом (табл. 6).

Таблица 6

**Характеристика молока различных групп чистоты**

| Группа чистоты | Характеристика  |
|----------------|---|
| Первая         | На фильтре отсутствуют частицы механической примеси. Допускается для сырого молока наличие на фильтре не более двух частиц механической примеси |
| Вторая         | На фильтре имеются отдельные частицы механической примеси (до 13 частиц)  |
| Третья         | На фильтре заметный осадок частиц механической примеси (волоски, частицы корма, песка)  |

Цвет фильтра должен соответствовать цвету молока в соответствии с требованиями ГОСТ 31449. При изменении цвета фильтра молоко, независимо от количества имеющейся на фильтре механической примеси, относят к третьей группе чистоты.

## Определение термоустойчивости молока по алкогольной пробе (ГОСТ 25228)

Метод основан на воздействии этилового спирта на белки молока, которые полностью или частично денатурируются при смешивании равных объемов молока со спиртом. Термоустойчивость молока по алкогольной пробе определяют при помощи водного раствора

этилового спирта с объемной долей этилового спирта 68, 70, 72, 75 и 80 %.

Приборы, посуда и реактивы. Водяная баня; термометр стеклянный технический с диапазоном измерения от 0 до 100 °С; пипетки вместимостью 2 мл; чашки Петри.

Ход анализа. Молоко для определения термоустойчивости исследуют при температуре  $(20 \pm 2)$  °С. В чистую сухую чашку Петри наливают 2 мл исследуемого молока, приливают 2 мл этилового спирта требуемой объемной доли, круговыми движениями смесь тщательно перемешивают. Спустя  $(2 \pm 0,1)$  мин, наблюдают за изменением консистенции анализируемого молока.

Если на дне чашки Петри при стекании анализируемой смеси молока со спиртом не появились хлопья, считается, что молоко выдержало алкогольную пробу. В зависимости от того, какой раствор этилового спирта не вызвал осаждения хлопьев в молоке, его подразделяют на группы, указанные в табл. 7.

Таблица 7

#### Оценка термоустойчивости молока

| Группа термоустойчивости молока | Объемная доля этилового спирта, % |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| I                               | 80                                |
| II                              | 75                                |
| III                             | 72                                |
| IV                              | 70                                |
| V                               | 68                                |

#### Определение бактериальной обсемененности молока (ГОСТ 53430)

В процессе жизнедеятельности бактерии выделяют в окружающую среду наряду с другими окислительно-восстановительными ферментами анаэробные дегидразы, по старой классификации называемые редуктазами. Существует зависимость между количеством мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в молоке и содержанием в нем редуктаз, что дает возможность использовать редуктазную пробу как косвенный показатель уровня бактериальной обсемененности сырого молока.

Метод основан на восстановлении резазурина окислительно-восстановительными ферментами, выделяемыми в молоко микроор-

ганизмами. По продолжительности изменения окраски резазурина оценивают бактериальную обсемененность сырого молока.

Приборы, посуда и реактивы. Водяная баня; термостат; термометр стеклянный технический с диапазоном измерения от 0 до 100 °С; пробирки; пипетки вместимостью 1 и 10 мл; рабочий раствор резазурина.

Ход анализа. В пробирки наливают по 1 мл рабочего раствора резазурина и по 10 мл исследуемого сырого молока, закрывают резиновыми пробками и смешивают путем медленного трехкратного переворачивания пробирок. Пробирки помещают в редуктазник с температурой воды (37±1) °С.

При отсутствии редуктазника допускается использовать водяную баню, обеспечивающую поддержание температуры (37±1) °С.

Вода в редуктазнике или водяной бане после погружения пробирок с сырым молоком должна доходить до уровня жидкости в пробирке или быть немного выше, температуру (37±1) °С поддерживают в течение всего времени определения.

Пробирки с сырым молоком и резазурином на протяжении анализа должны быть защищены от света прямых солнечных лучей (редуктазник должен быть плотно закрыт крышкой). Время погружения пробирок в редуктазник считают началом анализа.

По истечении 1 ч пробирки вынимают из редуктазника, осторожно переворачивают. Пробирки с молоком, имеющим окраску от серо-сиреневой до сиреневой со слабым серым оттенком, оставляют в редуктазнике еще на 30 мин.

В зависимости от изменения цвета молоко относят к одному из классов в соответствии с табл. 8.

Таблица 8

**Оценка бактериальной обсемененности молока**

| Класс молока | Продолжительность изменения цвета | Окраска молока  | Ориентировочное количество бактерий в 1 см <sup>3</sup> молока, КОЕ |
|--------------|-----------------------------------|---|---|
| I            | Через 1 ч                         | От серо-сиреневой до сиреневой со слабым серым оттенком | От 300 тыс. до 500 тыс.   |
| II           | Через 1 ч                         | Сиреневая с розовым оттенком или ярко-розовая           | От 500 тыс. до 4 млн  |

Для оценки качества сырого молока при бактериальной обсемененности до 100 тыс. в 1 см<sup>3</sup> используют посев на чашки Петри на среду КМАФАнМ.

При бактериальной обсемененности сырого молока до 300 тыс. время выдержки проб составляет 1,5 ч. Окраска сырого молока – от серо-сиреневой до сиреневой со слабым серым оттенком.

Цвет сырого молока от бледно-розового до белого через 1 ч выдержки свидетельствует о бактериальной обсемененности свыше 4 млн жизнеспособных клеток.

### **Порядок оформления работы**

Отчет о работе должен содержать цель работы, краткое описание методик экспериментов, результаты опытов, их анализ и выводы.

## **Лабораторная работа № 2**

### **СЕПАРИРОВАНИЕ МОЛОКА**

*Цель работы* – закрепить теоретические знания о процессе сепарирования молока, факторах, влияющих на эффективность его обезжиривания, приобрести практические навыки работы на сепараторе-сливкоотделителе.

Сепарирование, или разделение жидкостей, осуществляется под действием центробежной силы, возникающей в результате вращения барабана сепаратора. Скорость перемещения частиц ( $V$ , см/с) в процессе сепарирования подчиняется закону Стокса:

$$V = (2/9) (2\pi/60) n^2 R r^2 (\rho_1 - \rho_2) / \mu,$$

где  $n$  – частота вращения барабана сепаратора, с<sup>-1</sup>;  $R$  – текущий радиус, на котором находится рассматриваемый шарик, см;  $r$  – диаметр жирового шарика, см;  $\rho_1$  – плотность плазмы молока, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_2$  – плотность жирового шарика, кг/м<sup>3</sup>;  $\mu$  – вязкость плазмы молока, Па·с.

Молоко представляет собой эмульсию молочного жира в плазме. Молочный жир находится в молоке в виде жировых шариков, диаметр которых колеблется, в основном, от 2 до 5 мкм. Разделение жира и плазмы возможно благодаря различной плотности молочного жира ( $930 \text{ кг/м}^3$ ) и плазмы молока (не ниже  $1032 \text{ кг/м}^3$ ).

В процессе сепарирования молоко проходит через центральную трубку барабана сепаратора и через отверстия в трубке попадает в каналцы тарелкодержателя, затем в отверстия пакета тарелок и далее движется вверх. По мере подъема оно растекается тонкими слоями между тарелками, где под действием центробежной силы жировые шарики молока, как более легкие, продвигаются к оси вращения барабана, а обезжиренное молоко, как более тяжелая фракция, устремляется к периферии – к внутренней поверхности корпуса барабана.

Под давлением новых порций молока, поступающего в барабан, обезжиренное молоко и сливки поднимаются вверх. Сливки собираются под верхней разделительной тарелкой и через отверстие выходят в сборник для сливок. Обезжиренное молоко проходит над верхней разделительной тарелкой и выводится через отверстие в корпусе барабана сепаратора.

Для регулирования жирности сливок на их выходе, в верхней части разделительной тарелки, имеется регулировочный винт. Путем вращения регулировочного винта изменяют соотношение между количеством сливок и обезжиренного молока. Ввинчивая винт внутрь, ближе к оси барабана, уменьшают выход сливок, следовательно, содержание в них жира увеличивается. При вывинчивании винта увеличивается выход сливок и снижается их жирность.

Полнота отделения сливок от молока в барабане сепаратора зависит от скорости вращения барабана, температуры и качества сепарируемого молока, величины жировых шариков, скорости поступления молока.

С увеличением числа оборотов барабана повышается центробежная сила и, следовательно, скорость движения жировых шариков. В результате более мелкие жировые шарики успевают попасть в поток сливок, степень обезжиривания молока повышается. Чем крупнее жировые шарики, тем лучше отделяется жир от плазмы молока.

Молоко загрязненное и с повышенной кислотностью имеет большую вязкость. Из формулы Стокса видно, что скорость выделе-

ния жировых шариков обратно пропорциональна вязкости молока. Кроме того, частички грязи и слизи оседают на поверхности тарелок и на внутренней поверхности крышки барабана сепаратора, что мешает движению молока и ухудшает его обезжиривание. Поэтому сепарируемое молоко должно быть профильтровано, а его кислотность не должна превышать 22 °Т.

При правильно проведенном процессе сепарирования в обезжиренном молоке должно содержаться не более 0,05 % жира. Значительно улучшается сепарирование с повышением температуры молока, что обусловлено уменьшением его вязкости. Этому же способствует увеличение разности ( $\rho_1 - \rho_2$ ), поскольку плотность жира понижается при нагревании быстрее, чем плотность плазмы.

В процессе сепарирования всегда происходят потери сырья, сливок, обезжиренного молока в виде остатков на тарелках барабана, посуде и т. д. Размеры потерь характеризуют работу предприятия, – чем совершеннее процесс, тем меньше потери.

Сепарирование молока описывается уравнением материального баланса:

$$M_{ц.м} Ж_{ц.м} = M_{о.м} Ж_{о.м} + M_{сл} Ж_{сл},$$

где  $M_{ц.м}$ ,  $M_{о.м}$ ,  $M_{сл}$  – масса цельного, обезжиренного молока и сливок, кг;  $Ж_{ц.м}$ ,  $Ж_{о.м}$ ,  $Ж_{сл}$  – массовая доля жира в цельном, обезжиренном молоке и сливках, %.

Задание 1. Ознакомиться с устройством сепаратора, назначением отдельных его частей, правилами эксплуатации, сборки и разборки.

Каждый студент должен самостоятельно ознакомиться с правилами эксплуатации и устройством лабораторного сепаратора. Особое внимание нужно обратить на основную рабочую часть сепаратора – барабан, устройство и назначение тарелок сепаратора.

Задание 2. Изучить влияние температуры сепарируемого молока на содержание жира в обезжиренном молоке. С этой целью провести сепарирование молока при температуре 15, 30 и 45 °С и постоянном притоке молока.

## Материалы, приборы и реактивы

1. Цельное молоко.
2. Лабораторный сепаратор.
3. Технические весы.
4. Водяная баня.
5. Емкости для цельного, обезжиренного молока и сливок.
6. Мешалка.
7. Термометр со шкалой от 0 до 100 °С.
8. Стеклянные стаканы на 100 мл.
9. Посуда и реактивы для определения в молоке и сливках массовой доли жира и кислотности.

## Порядок выполнения работы

В полученном молоке определяют массовую долю жира и титруемую кислотность. Для проверки правильности сборки барабана сепаратора и его прогрева через сепаратор следует пропустить 2–3 л воды с температурой 60–65 °С.

Для сепарирования при каждой температуре используют 0,5 л молока. Первоначально сепарируют молоко, прогретое до 45 °С. Первые порции молока разбавлены водой, поэтому их собирают в отдельную посуду (100–150 мл) и затем не используют.

После окончания сепарирования отбирают среднюю пробу обезжиренного молока и определяют в ней содержание жира. Аналогично поступают со следующими порциями молока, сепарируя их последовательно при температуре 30 и 15 °С.

Задание 3. Определить фактические потери жира в процессе сепарирования.

## Порядок выполнения работы

По окончании сепарирования при одной из температур (15, 30 или 45 °С по указанию преподавателя) следует взвесить полученные сливки и обезжиренное молоко и определить в сливках массовую долю жира (массовая доля жира в обезжиренном молоке установлена ранее).

Ход анализа аналогичен определению массовой доли жира в молоке, отличие заключается в последовательности заполнения жироскопа. В данном случае в специальный сливочный жироскоп сначала отвешивают на технических весах 5 г сливок, затем вносят 5 мл дистиллированной воды, 10 мл раствора серной кислоты и 1 мл изоамилового спирта. Все последующие операции те же, что и при определении массовой доли жира в молоке.

Теоретический выход сливок, ( $V_T$ , %), рассчитывают по формуле

$$V_T = 100 (J_{ц.м} - J_{о.м.н}) / (J_{сл} - J_{о.м.н}),$$

где  $J_{о.м.н}$  – нормативная массовая доля жира в обезжиренном молоке, (0,05 %).

Фактический выход сливок, ( $V_f$ , %), рассчитывают по формуле

$$V_f = 100 M_{сл} / M_{ц.м}.$$

Фактические потери сливок, ( $P_f$ , %), определяют по формуле

$$P_f = 100 (V_T - V_f) / V_T.$$

Следует сравнить фактические потери сливок с нормативными потерями (0,17 %). Затем необходимо рассчитать степень использования жира, ( $СИ_{ж}$ , %), по формуле

$$СИ_{ж} = M_{сл} (J_{сл} - J_{о.м}) 100 / (M_{ц.м} - J_{о.м}),$$

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

По окончании работы все детали сепаратора моют в нижеприведенной последовательности:

- 1) ополаскивают теплой водой;
- 2) моют раствором кальцинированной соды с концентрацией 0,5 % при температуре 50–55 °С;
- 3) ополаскивают теплой водой.



## Порядок оформления работы

К заданию 1. Следует графически изобразить схему разделения молока на сливки и обезжиренное молоко в барабане сепаратора, описать процесс сепарирования молока.

К заданию 2. Результаты всех опытов свести в таблицу по следующей форме.

Таблица 9

### Изучение влияния температуры молока на эффективность его сепарирования

| № опыта | Температура сепарирования, °С | Массовая доля жира в обезжиренном молоке, % |
|---------|-------------------------------|---|
| 1       |                               |   |
| 2       |                               |   |
| 3       |                               |   |

На основании полученных данных следует построить график, отражающий зависимость массовой доли жира в обезжиренном молоке от температуры сепарирования молока. Сделать вывод о влиянии температуры молока на эффективность процесса сепарирования.

К заданию 3. Полученные данные представить в виде таблицы (см. табл.10).

Таблица 10

### Определение потерь сырья при сепарировании молока

| Молоко                |                      | Сливки               |                     | Обезжиренное молоко   |                      | Потери сливок, % | Степень использования жира, % |
|-----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|------------------|-------------------------------|
| М <sub>ц.м</sub> , кг | Ж <sub>ц.м</sub> , % | М <sub>сл</sub> , кг | Ж <sub>сл</sub> , % | М <sub>о.м</sub> , кг | Ж <sub>о.м</sub> , % |                  |                               |
|                       |                      |                      |                     |                       |                      |                  |                               |

Привести расчеты по определению теоретического и фактического выхода сливок, фактических потерь сливок, сравнить их с нормативными потерями и обосновать причины потерь.

## Лабораторная работа № 3

### АНАЛИЗ КАЧЕСТВА СОЛОДА

*Цель работы* – приобрести практические навыки оценки органолептических и физико-химических показателей качества солода.

Солод, являющийся основным сырьем для производства пива, получают путем проращивания ячменя в искусственных условиях. Зерно ячменя содержит незначительное количество ферментов, поэтому основной целью проращивания зерна является активизация и накопление ферментов. Под действием ферментов в прорастающем зерне начинается расщепление всех высокомолекулярных соединений и переход их в низкомолекулярные, которые могут использоваться для питания зародыша. Внешне проращивание зерна сопровождается появлением на зародышевой части зерна корешков.

Основными показателями качества солода являются влажность, мучнистость, абсолютная масса 1000 зерен, выход экстрактивных веществ, продолжительность осахаривания, качество фильтрации, кислотность, цветность, вязкость лабораторного сусла, конечная степень его сбраживания. Если по этим показателям солод не соответствует данному типу, то производят дополнительные определения. Например, при большой длительности осахаривания определяют амилолитическую и осахаривающую активности солода. При получении мутного сусла определяют растворимый азот.

Задание. Оценить качество солода с помощью органолептического и физико-химических методов: определения абсолютной массы зерна, влажности солода, его экстрактивности.

#### Материалы и оборудование

1. Средний образец солода.
2. Весы технические.
3. Сушильный шкаф.
4. Водяная баня.
5. Пикнометры на 50 мл.
6. Термометр.

7. Эксикатор.
8. Металлические бюксы с крышками.
9. Лабораторный измельчитель.
10. Банка с притертой крышкой на 200 мл.
11. Стакан из термоустойчивого стекла на 350 мл.
12. Заторный стакан вместимостью 500 мл.
13. Воронка для фильтрования на 500 мл.
14. Фильтровальная бумага.
15. Разлинованный лист бумаги с 50 квадратами.
16. Пластинка для прикрытия воронки.
17. Ложка металлическая или фарфоровая.

### **Порядок выполнения работы**

Лабораторная работа проводится двумя группами студентов. Задания для групп различаются образцами солода (светлый и темный).

### **Органолептическая оценка солода**

Органолептическую оценку солода проводят по внешнему виду зерен, их цвету, запаху и вкусу.

Товарный солод имеет цвет от светло-желтого до желтого. Наличие зеленоватых или темных тонов указывает на плесневелость солода при проращивании, следовательно, на отклонения от нормального хода технологического процесса. Оболочка солодовых зерен должна быть блестящей, как у исходного ячменя. Ростки должны быть полностью удалены, чтобы зерно по своей форме и размеру напоминало форму переработанного ячменя. Такое состояние свидетельствует о хорошей разрыхленности солода. Сморщенное зерно меньшего объема, чем исходный ячмень, указывает на неправильное ведение процесса сушки: такой солод (жесткий или стекловидный) дает пониженный выход экстрактивных веществ.

Запах и вкус должны соответствовать типу солода. У светлого солода запах хлебный до слабого солодового, у темного – с выраженным солодовым сладким вкусом, в обоих случаях вкус должен быть чистым, приятным.

Для определения вкуса из тщательно перемешанного образца солода выделяют около 100 г зерна, очищают от сорной примеси,

размалывают на лабораторном измельчителе и выделяют навеску массой 50 г. В стакан с размолотым солодом приливают 250 мл дистиллированной воды, нагретой до температуры 90 °С. Затем смесь доводят до слабого кипения и выдерживают при этих условиях 5 мин, постоянно помешивая. Из стакана отбирают фарфоровой или металлической ложкой пробу жидкой фазы и органолептически определяют вкус и запах вытяжки. Показатели опытных образцов солода заносят в таблицу, форма которой приведена ниже.

Таблица 11

### Органолептические показатели солода

| № образца | Органолептические показатели солода |      |       |      |
|-----------|-------------------------------------|------|-------|------|
|           | Внешний вид зерен                   | Цвет | Запах | Вкус |
|           |                                     |      |       |      |

### Определение абсолютной массы зерна

Абсолютной массой зерна называют массу сухого вещества 1000 зерен, выраженную в граммах. Чем лучше разрыхлен солод, тем меньше масса 1000 зерен. Обычно она находится в пределах 28–38 г на воздушно сухое вещество и 25–35 г на сухое вещество. Для сравнения: абсолютная масса пивоваренных ячменей колеблется от 37 до 50 г, при этом мелкозернистые ячмени с массой менее 37 г относятся к категории низкого качества.

Ход анализа. Обычно для облегчения подсчета определяют массу 500 зерен, для чего в каждый квадрат разлинованного листа бумаги помещают 10 целых зерен солода. Зерна взвешивают с точностью до 0,01 г, полученный результат умножают на 2. Таким образом определяют абсолютную массу солода в расчете на воздушно-сухое вещество. Затем после определения влажности солода делают пересчет на сухое вещество по формуле

$$M_c = M_{в-с} (100 - W) / 100,$$

где  $M_c$  – абсолютная масса солода в расчете на сухое вещество, г;  $M_{в-с}$  – абсолютная масса солода в расчете на воздушно-сухое вещество, г;  $W$  – массовая доля влаги в солоде, %.

## Определение влажности солода

Влажностью называют количество воды, удаляемой из солода при высушивании, выраженное в процентах к его массе. Основное значение влажности заключается в том, что с ее изменением меняется содержание сухих веществ, а, следовательно, и выход экстракта из единицы массы солода.

Как правило, для определения влажности солода используется ускоренный метод высушивания, при котором навеску размолотого солода сушат в электрическом сушильном шкафу при температуре 130 °С в течение 40 мин. Воспроизводимость результатов определения влажности этим методом зависит от крупности помола зерна и высоты его слоя при высушивании. Для уменьшения ошибки солод должен быть тщательно размолот на лабораторном измельчителе, а постоянство высоты слоя размолотого солода достигается тем, что для анализа всегда берут навеску около 5 г и высушивают ее в металлических бюксах диаметром 48 мм.

*Ход анализа.* Из образца солода берут около 30 г и размалывают. Размолотое зерно собирают в стеклянную банку с притертой пробкой. Солод хорошо перемешивают и отбирают ложкой из разных мест порции для двух параллельных навесок массой по  $(5 \pm 0,01)$  г в предварительно высушенные и взвешенные бюксы.

В сушильный шкаф, нагретый до 130 °С, помещают бюксы с солодом вместе со снятыми их крышки. Через 10 мин, когда бюксы нагреются до 130 °С, отмечают время начала опыта и проводят высушивание в течение 40 мин. Затем бюксы щипцами вынимают из шкафа, накрывают их крышками и охлаждают в эксикаторе в течение 15–20 мин, после чего вновь взвешивают их на технических весах с точностью до 0,01 г.

Влажность солода  $W$ , %, рассчитывают по формуле

$$W = (m - m_1) 100 / (m - m_2),$$

где  $m$  – масса навески с бюксой до высушивания, г;  $m_1$  – масса навески с бюксой после высушивания, г;  $m_2$  – масса пустой бюксы, г.

## Определение экстрактивности солода

Сущность метода заключается в переводе в раствор экстрактивных веществ солода под действием его собственных ферментов при условиях, близких к оптимальным, с последующим отделением раствора и определением его концентрации пикнометрическим методом. Экстрактивность выражают в процентах на сухое вещество солода.

Ход анализа. В предварительно взвешенный заторный стакан на технических весах с точностью до 0,01 г отвешивают 50 г измельченного солода и заливают 200 мл дистиллированной воды, нагретой до 47 °С.

Стакан помещают в водяную баню с температурой 45 °С. При этой температуре смесь выдерживают 30 мин, периодически перемешивая ее. Затем температуру затора повышают до 70 °С с интенсивностью нагрева 1 °С в минуту. В момент достижения в заторе температуры 70 °С в стакан вливают 100 мл дистиллированной воды, нагретой до 70 °С. При этой температуре затор осахаривается при периодическом перемешивании в течение 1 часа, затем его охлаждают до комнатной температуры.

Небольшими порциями дистиллированной воды промывают мешалку и термометр и на технических весах содержимое стакана доводят водой до 450 г. Затем затор хорошо перемешивают и фильтруют через складчатый фильтр в сухую колбу.

Первые порции сусла (около 100 мл) переливают обратно в стакан, для того чтобы фильтрат был совершенно прозрачным. Воронка для фильтрования должна вмещать все содержимое заторного стакана, а во избежание испарения воды воронку следует прикрыть фарфоровой пластинкой.

Фильтрацию продолжают до момента образования трещин на поверхности остатка на фильтре, но не более двух часов. В фильтрате с помощью пикнометра определяют относительную плотность, при этом пикнометр несколько раз ополаскивают фильтратом.

Относительную плотность сусла ( $d$ ) рассчитывают по формуле

$$d = (m_3 - m_1) / (m_2 - m_1),$$

где  $m_1$  – масса пустого пикнометра, г;  $m_2$  – масса пикнометра с водой, г;  $m_3$  – масса пикнометра с фильтратом, г.

В зависимости от относительной плотности фильтрата по табл. 12 находят соответствующее ей содержание экстрактивных веществ ( $E$ , %) в лабораторном сусле.

Таблица 12

**Соотношение между относительной плотностью жидкости и массовой долей экстрактивных веществ**

| $d \frac{20\text{ }^\circ\text{C}}{20\text{ }^\circ\text{C}}$ | $E$ , % | $d \frac{20\text{ }^\circ\text{C}}{20\text{ }^\circ\text{C}}$ | $E$ , % | $d \frac{20\text{ }^\circ\text{C}}{20\text{ }^\circ\text{C}}$ | $E$ , % | $d \frac{20\text{ }^\circ\text{C}}{20\text{ }^\circ\text{C}}$ | $E$ , % |
|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|
| 1,0030  | 0,770   | 1,0190  | 4,830   | 1,0350  | 8,781   | 1,0510  | 12,624  |
| 1,0035  | 0,898   | 1,0195  | 4,955   | 1,0355  | 8,902   | 1,0515  | 12,743  |
| 1,0040  | 1,026   | 1,0200  | 5,080   | 1,0360  | 9,024   | 1,0520  | 12,861  |
| 1,0045  | 1,155   | 1,0250  | 5,205   | 1,0365  | 9,145   | 1,0525  | 12,979  |
| 1,0050  | 1,283   | 1,0210  | 5,330   | 1,0370  | 9,267   | 1,530   | 13,098  |
| 1,0055  | 1,411   | 1,0215  | 5,455   | 1,0375  | 9,388   | 1,535   | 13,215  |
| 1,0060  | 1,539   | 1,0220  | 5,580   | 1,0380  | 9,509   | 1,0540  | 13,333  |
| 1,0065  | 1,667   | 1,0225  | 5,704   | 1,0385  | 9,631   | 1,0545  | 13,451  |
| 1,0070  | 1,795   | 1,0230  | 5,828   | 1,0390  | 9,751   | 1,0550  | 13,569  |
| 1,0075  | 1,923   | 1,0235  | 5,952   | 1,0395  | 9,873   | 1,0555  | 13,687  |
| 1,0080  | 2,053   | 1,0240  | 6,077   | 1,0400  | 9,993   | 1,0560  | 13,804  |
| 1,0085  | 2,178   | 1,0245  | 6,200   | 1,0405  | 10,114  | 1,0565  | 13,921  |
| 1,0090  | 2,305   | 1,0250  | 6,325   | 1,0410  | 10,234  | 1,0570  | 14,039  |
| 1,0095  | 2,432   | 1,0255  | 6,449   | 1,0415  | 10,355  | 1,0575  | 14,156  |
| 1,0100  | 2,560   | 1,0260  | 6,572   | 1,0420  | 10,475  | 1,0580  | 14,273  |
| 1,0105  | 2,687   | 1,0265  | 6,696   | 1,0425  | 10,596  | 1,0585  | 14,390  |
| 1,0110  | 2,814   | 1,0270  | 6,819   | 1,0430  | 10,716  | 1,0590  | 14,507  |
| 1,0115  | 2,940   | 1,0275  | 6,943   | 1,0435  | 10,836  | 1,0595  | 14,624  |
| 1,0120  | 3,067   | 1,0280  | 7,066   | 1,0440  | 10,956  | 1,0600  | 14,751  |
| 1,0125  | 3,194   | 1,0285  | 7,189   | 1,0445  | 11,075  | 1,0605  | 14,857  |
| 1,0130  | 3,321   | 1,0290  | 7,312   | 1,0450  | 11,195  | 1,0610  | 14,974  |
| 1,0135  | 3,447   | 1,0295  | 7,435   | 1,0455  | 11,315  | 1,0615  | 15,090  |
| 1,0140  | 3,573   | 1,0300  | 7,558   | 1,0460  | 11,435  | 1,0620  | 15,207  |
| 1,0145  | 3,699   | 1,0305  | 7,681   | 1,0465  | 11,554  | 1,0625  | 15,323  |
| 1,0150  | 3,826   | 1,0310  | 7,803   | 1,0470  | 11,673  | 1,0630  | 15,439  |
| 1,0155  | 3,951   | 1,0315  | 7,926   | 1,0475  | 11,792  | 1,0635  | 15,555  |
| 1,0160  | 4,077   | 1,0320  | 8,048   | 1,0480  | 11,912  | 1,0640  | 16,671  |
| 1,0165  | 4,203   | 1,0325  | 8,171   | 1,0485  | 12,031  | 1,0645  | 15,787  |
| 1,0170  | 4,329   | 1,0330  | 8,293   | 1,0490  | 12,150  | 1,0650  | 15,903  |
| 1,0175  | 4,454   | 1,0335  | 8,415   | 1,0495  | 12,268  | 1,0655  | 16,019  |
| 1,0180  | 4,580   | 1,0340  | 8,537   | 1,0500  | 12,387  | 1,0660  | 16,113  |
| 1,0185  | 4,705   | 1,0345  | 8,659   | 1,0505  | 12,506  | 1,0665  | 16,249  |

Далее рассчитывают экстрактивность солода на воздушно-сухое вещество ( $E_1$ , %) и с учетом влажности – на сухое вещество ( $E_2$ , %):

$$E_1 = E (800 + W) / (100 - E),$$

$$E_2 = E_1 \cdot 100 / (100 - W),$$

где 100 и 800 – постоянные расчетные величины.

Полученные результаты опытов по изучению физико-химических показателей солода необходимо свести в таблицу и сравнить их с требованиями ГОСТ 29294 (табл. 13).

Таблица 13

#### Физико-химические показатели солода

| Наименование показателя                               | Норма для типов солода |          |           |         | Опыт |
|---|------------------------|----------|-----------|---------|------|
|   | Светлого               |          |           | Темного |      |
|   | Высокого качества      | I класса | II класса |         |      |
| Влажность, %, не более                                | 4,5                    | 5,0      | 6,0       | 5,0     |      |
| Массовая доля экстракта в сухом веществе, %, не менее | 79,0                   | 78,0     | 76,0      | 74,0    |      |

#### Порядок оформления работы

Отчет о работе должен содержать цель работы, краткое описание методик экспериментов, необходимые расчеты, отчетные таблицы, анализ данных и выводы.



## Лабораторная работа № 4

### ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ДРОЖЖЕЙ

*Цель работы* – приобрести практические навыки оценки органолептических, физико-химических и микробиологических показателей качества хлебопекарных дрожжей.

Дрожжи – это одноклеточные неподвижные микроорганизмы. Как правило, они не имеют мицелия, а растут в виде одиночных клеток или же образуют скопления клеток, имеющие различную форму. Клетки дрожжей морфологически довольно разнообразны. Они бывают округлыми, овальными, лимоновидными. Клетки дрожжей значительно крупнее бактериальных, размер большинства из них равен 10–15 мкм.

Оболочка дрожжевой клетки в отличие от бактериальной легко различима в световом микроскопе, особенно четко она видна при использовании фазово-контрастного устройства. В цитоплазме хорошо видны вакуоли, в которых локализованы гранулы волютина (запасных питательных веществ).

На плотных питательных средах дрожжи растут в виде колоний, имеющих мягкую консистенцию и разнообразных по форме: выпуклых, округлых или лопастных, гладких или складчатых. Колонии могут быть окрашены в оранжево-желтые, розовые цвета или быть бесцветными.

Размножаются дрожжи различными способами. Большинство размножается почкованием. К почкующимся дрожжам относятся представители рода *Saccharomyces* (сахаромицеты). При почковании на дрожжевой клетке появляется бугорок – почка, увеличивающаяся в размерах, поскольку в нее переходят часть ядра и цитоплазмы. Между почкой и материнской клеткой образуется перетяжка, которая постепенно сужается, и почка отделяется. Некоторые дрожжи размножаются делением. К делящимся дрожжам относятся представители рода *Schizosaccharomyces* (шизосахаромицеты).

У многих делящихся и почкующихся дрожжей наблюдается половой процесс, связанный со спорообразованием. Дрожжи, способные к половому процессу, называются истинными дрожжами. Они относятся к классу сумчатых грибов (аскомицетов). У одних

представителей сначала происходит половое слияние вегетативных клеток, приводящее к образованию асков (сумок) со спорами (аскоспорами). У других сначала образуются споры, которые затем копулируют друг с другом. В каждой дрожжевой клетке или аске образуется от 2 до 8, иногда до 12 спор.

Споры устойчивы к неблагоприятным условиям, хотя в значительно меньшей степени, чем эндоспора бактерий. Таким образом, образование спор у дрожжей – это одновременно и процесс размножения, и формирование устойчивых форм.

Встречаются и аспорогенные (ложные) дрожжи, не способные к половому размножению и спорообразованию. Их называют дрожжеподобными организмами. Они относятся к классу несовершенных грибов.

Дрожжи широко распространены в природе. Они встречаются на винограде, фруктах, овощах, в молоке, в воде, почве, на коже человека. Многие дрожжи имеют большое практическое значение. Их используют для производства спирта, в хлебопечении, виноделии, пивоварении.

Хлебопекарные дрожжи получают на специализированных дрожжевых и меласно-спиртовых заводах. В хлебопечении дрожжи используют в качестве возбудителей спиртового брожения и разрыхлителей теста. Кроме того, дрожжи оказывают существенное влияние на вкус и аромат хлеба и повышают его питательную ценность.

### **Контроль качества дрожжей**

Хлебопекарные прессованные дрожжи принимают партиями. Партией считается любое количество хлебопекарных прессованных дрожжей одного срока годности и одного сорта продукции, сопровождаемое одним документом, удостоверяющим качество и безопасность продукции.

Для проведения испытаний из партии дрожжей осуществляют выборку путем отбора точечных проб из 5 % единиц транспортной тары, при этом контролируют не менее четырех единиц и не более 20. Масса точечной пробы должна быть не менее 50 г в пересчете на дрожжи массовой долей сухого вещества 27 % или 25 % (в зависимости от сорта).

Точечные пробы смешивают и получают объединенную пробу. Масса объединенной пробы должна быть не менее 200 г в пересчете на дрожжи массовой долей сухого вещества 27 % или 25 % (в зависимости от сорта). Если объединенная проба больше, то ее сокращают до средней пробы массой 200 г. Среднюю пробу делят на две равные части. Одна часть предназначена для проведения испытаний, а другую часть (контрольную пробу) помещают в стеклянную банку с плотно пригнанной крышкой и хранят на предприятии-изготовителе в бытовом холодильнике при температуре от 0 °С до 4 °С на случай арбитражного анализа. Контрольная проба должна быть снабжена ярлыком с указанием номера и массы партии, даты выработки дрожжей и взятия пробы, фамилии, должности и подписи лиц, отбиривших пробу.

Задание. Оценить качество дрожжей с помощью органолептического, микробиологического и физико-химических методов: определения массовой доли сухого вещества дрожжей, их подъемной силы, осмочувствительности, кислотности, подсчета количества живых и мертвых клеток.

### **Материалы и оборудование**

1. Средний образец дрожжей.
2. Мука пшеничная 2 сорта.
3. Растительное масло.
4. Аналитические весы.
5. Технические весы.
6. Сушильный шкаф.
7. Водяная баня.
8. Термостат.
9. Оптический микроскоп.
10. Прибор для высушивания «Элекс-7».
11. Секундомер.
12. Эксикатор.
13. Металлические бюксы с крышками.
14. Тигельные щипцы.
15. Термометр.
16. Скальпель.

17. Сетка с отверстиями диаметром 2 мм.
18. Эмалированная чашка для замеса булочки.
19. Чашки фарфоровые.
20. Стеклянные стаканы на 200–250 мл.
21. Стеклянные палочки.
22. Фильтровальная бумага.

### Реактивы

1. Раствор поваренной соли помола № 0 2,5 %-й.
2. Раствор поваренной соли помола № 0 3,35 %-й.
3. Раствор гидроксида натрия концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup>.
4. Раствор фенолфталеина 1 %-й спиртовой.
5. Раствор метиленового голубого.
6. Дистиллированная вода.

### Порядок выполнения работы

Лабораторная работа проводится двумя группами студентов. Задания для групп различаются образцами дрожжей.

### Органолептическая оценка дрожжей

По органолептическим показателям дрожжи в соответствии с ГОСТ 54731 должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 14.

Таблица 14

#### Органолептические показатели дрожжей

| Показатель  | Характеристика  |
|-------------|---|
| Внешний вид | Плотная масса, легко ломается и не мажется  |
| Цвет        | Равномерный, без пятен, светлый, допускается сероватый, кремоватый или желтоватый оттенок |
| Вкус        | Пресный, свойственный дрожжам, без постороннего привкуса                                  |
| Запах       | Свойственный дрожжам  |

Следует оценить органолептические показатели дрожжей и полученные данные представить в виде таблицы, форма которой приведена ниже (табл. 15).

Таблица 15

**Органолептические показатели опытных образцов дрожжей**

| № образца дрожжей | Наименование показателя |              |       |      |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|------|
|                   | Цвет                    | Консистенция | Запах | Вкус |
|                   |                         |              |       |      |

**Определение физико-химических показателей дрожжей**

1. Определение массовой доли сухого вещества

*1.1. Арбитражный метод*

Ход анализа. Перед началом анализа металлические бюксы вместе со снятыми с них крышками помещают в сушильный шкаф, нагретый до температуры 105 °С, высушивают и взвешивают.

Часть средней пробы прессованных дрожжей (не менее 10 г) измельчают ножом или сеткой и отбирают 2 анализируемые пробы по 1,5 г с погрешностью не более 0,01 каждая в заранее просушенные и протарированные бюксы.

Высушивание дрожжей проводят в сушильном шкафу при температуре 105 °С до постоянной массы. В процессе сушки в сушильном шкафу допускается отклонение от установленной температуры не более 2 °С. Первое взвешивание проводят через 4 ч после начала сушки, последующие – через 1 ч.

Перед каждым взвешиванием бюксы закрывают крышками и переносят в эксикатор для охлаждения не менее чем на 20 мин и не более чем 2 ч. Постоянной считают такую массу, когда разница между двумя взвешиваниями не превышает 0,001 г.

Массовую долю сухого вещества (СВ, %) определяют по формуле

$$СВ = 100 - (m - m_1) 100 / (m - m_2),$$

где  $m$  – масса пробы с бюксой до высушивания, г;  $m_1$  – масса пробы с бюксой после высушивания, г;  $m_2$  – масса пустой бюксы, г.

### 1.1. Ускоренный метод Чижовой

Метод основан на выпаривании влаги из тонкослойного образца продукта, находящегося между нагретыми до рабочей температуры плитами нагревательными устройствами. В качестве нагревательного устройства применяют прибор «Элекс-7».

Ход анализа. Прибор включают и нагревают до температуры 160 °С. Из листа газетной бумаги размером 200x150 мм готовят пакет, складывая его вдвое и загибая края. Два таких пакета кладут рядом на плиту прибора так, чтобы один пакет не находил на другой, накрывают второй плитой, следя за тем, чтобы зазор между плитами был всюду одинаковым, и сушат в течение 3 мин при температуре 160 °С.

Затем пакеты помещают в эксикатор на 2–3 мин для охлаждения. После этого их взвешивают и на краю пакета записывают его массу. Часть средней пробы (не менее 20 г) протирают через сетку с размером диаметра отверстия 2–3 мм, от нее отбирают в каждый пакет анализируемую пробу массой 5 г, закрывают их и на краю пакета записывают массу пакета с пробой.

Дрожжи в пакете осторожно встряхивают, чтобы они распределились равномерно по всей внутренней поверхности пакета. Если дрожжи влажные и легко склеиваются в комочки, то анализируемую пробу надо распределить по пакету шпателем. Пакеты с дрожжами высушивают при температуре 160 °С – 162 °С в течение 7 мин. После этого помещают на 2–3 мин в эксикатор для охлаждения, затем взвешивают и записывают массу на том же пакете.

Массовую долю сухого вещества рассчитывают по формуле

$$СВ = 100 - (m_3 - m_5) \cdot 100 / (m_3 - m_4),$$

где  $m_3$  – масса пакета с навеской до высушивания, г;  $m_5$  – масса пакета с навеской после высушивания, г;  $m_4$  – масса пакета, г.

Результаты при определении массовой доли сухого вещества вычисляют с точностью до 0,01 %. За окончательный результат анализа принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должно быть более 0,5 %.

## 2. Определение подъемной силы дрожжей

### 2.1. Арбитражный метод

Ход анализа. Перед началом опыта в термостат с температурой 35 °С помещают на 2 ч 280 г муки, 160 мл 2,5 %-го раствора поваренной соли (приготовленного на водопроводной воде), форму, смазанную маслом, и эмалированную чашку.

На технических весах взвешивают 5 г прессованных дрожжей, переносят в фарфоровую чашку, приливают 15–20 мл раствора поваренной соли и перемешивают стеклянной палочкой до исчезновения комков. Затем дрожжи переносят в эмалированную чашку и остатками раствора поваренной соли смывают их с фарфоровой чашки и палочки. После этого же добавляют 280 г муки и затем в течение ровно 5 мин интенсивно замешивают тесто. Тесту придают форму батона по размеру формочки и переносят его в форму. Далее на длинные борта формы навешивают поперечную железную перекладину, входящую в форму на 1,5 см (высота до перекладки 7 см), форму переносят в термостат с температурой 35 °С.

Подъемная сила дрожжей будет определяться временем, за которое тесто поднимется на высоту 7 см.

### 2.2. Ускоренный метод «по шарiku»

Ход анализа. На технических весах отвешивают 0,31 г прессованных дрожжей и переносят их в фарфоровую чашку. Затем приливают 4,8 мл 2,5 %-го раствора поваренной соли, нагретого до 35 °С, и тщательно перемешивают палочкой. К полученной дрожжевой суспензии добавляют 7 г муки, замешивают той же палочкой в течение 2 мин тесто и придают ему форму шарика.

Шарик опускают в стакан с водой, нагретой до 35 °С, после чего стакан с шариком помещают в термостат с такой же температурой.

Подъемная сила дрожжей характеризуется временем, прошедшим с момента опускания шарика в воду до момента его всплытия. Время подъема шарика (в минутах) умножают на коэффициент пересчета  $K = 3,5$ .

### 3. Определение осмочувствительности дрожжей

Осмочувствительность – это свойство прессованных дрожжей снижать бродильную активность в средах с повышенным осмотическим давлением. Осмочувствительные хлебопекарные дрожжи медленнее поднимают тесто с повышенным содержанием соли и сахара.

Метод определения осмочувствительности дрожжей основан на сравнительной оценке их подъемной силы при нормальном и повышенном осмотическом давлении, а именно в тесте без соли и в тесте с повышенным содержанием соли. Разница во времени (в минутах) характеризует степень осмочувствительности исследуемых образцов дрожжей. Для определения подъемной силы используется ускоренный метод «по шарикку».

Ход анализа. Способом, аналогичным изложенному выше, замешивают два образца теста. Отличие заключается в том, что для приготовления дрожжевой эмульсии в одном случае используют 4,8 мл водопроводной воды, а в другом – 4,8 мл 3,35 %-го раствора поваренной соли, приготовленного на водопроводной воде.

Определяют в обоих случаях подъемную силу дрожжей по времени всплывания шарика. Шарик, замешанный на воде без соли, всплывает быстрее, чем шарик на солевом растворе. Зависимость качества дрожжей от их осмочувствительности показана в табл. 16.

Таблица 16

#### Зависимость качества дрожжей от их осмочувствительности

| Осмочувствительность, мин | Качество дрожжей     |
|---------------------------|----------------------|
| От 1 до 10                | Хорошее              |
| От 10 до 20               | Удовлетворительное   |
| Более 20                  | Неудовлетворительное |

### 4. Определение кислотности дрожжей

Длительность хранения дрожжей без изменения их качественных показателей зависит от величины кислотности, которая определяется степенью промывки дрожжей.

Кислотность измеряется количеством уксусной кислоты (в миллиграммах), пошедшей на титрование 100 г дрожжей.



Ход анализа. На технических весах отвешивают 10 г прессованных дрожжей. Навеску переносят в сухую фарфоровую чашку или стаканчик, добавляют 50 мл дистиллированной воды и тщательно перемешивают содержимое до получения однородной массы. Полученную дрожжевую суспензию титруют раствором NaOH концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup> в присутствии 1 %-го раствора фенолфталеина до появления розового окрашивания, не исчезающего в течение 30 с.

Кислотность 100 г дрожжей  $K_{др}$  (в пересчете на уксусную кислоту) вычисляют по формуле, мг

$$K_{др} = V \cdot 6 \cdot 100 \cdot K / 10,$$

где  $V$  – количество 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора NaOH, израсходованного на титрование, мл; 6 – количество уксусной кислоты, соответствующее 1 мл 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора щелочи, мг;  $K$  – поправочный коэффициент 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора щелочи; 10 – переводной коэффициент.

Результаты определения физико-химических показателей дрожжей следует свести в таблицу и сравнить их требованиями ГОСТ 54731 (табл. 17).

Таблица 17

**Физико-химические показатели дрожжей**

| Наименование показателя  | Значение показателя |               | Опыт |
|--|---------------------|---------------|------|
|  | Сорт «Высший»       | Сорт «Первый» |      |
| Массовая доля сухого вещества, %, не более   | 27                  | 25            |      |
| Подъемная сила дрожжей в день выработки, мин, не более   | 50                  | 60            |      |
| Кислотность дрожжей в пересчете на уксусную кислоту, в день выработки, мг на 100 г дрожжей, не более                                   | 55                  | 90            |      |
| Кислотность дрожжей в пересчете на уксусную кислоту, в день выработки, мг на 100 г дрожжей, не более                                   | 55                  | 90            |      |
| Кислотность дрожжей на 30-е сутки хранения при температуре от 0 до 4 °С в пересчете на уксусную кислоту, мг на 100 г дрожжей, не более | 320                 | —             |      |

| Окончание табл.17  |                     |               |      |
|--|---------------------|---------------|------|
| Наименование показателя  | Значение показателя |               | Опыт |
|  | Сорт «Высший»       | Сорт «Первый» |      |
| Кислотность дрожжей на 12-е сутки хранения при температуре от 0 до 4 °С в пересчете на уксусную кислоту, мг на 100 г дрожжей, не более | –                   | 300           |      |
| Стойкость, ч, не менее   | 72                  | 60            |      |

\* Стойкость прессованных дрожжей характеризуется временем, прошедшим с момента помещения в термостат с температурой (35±2) °С отформованной пачки дрожжей массой 1 кг, предварительно охлажденной до 4 °С, до их полного размягчения.

### Определение количества живых и мертвых клеток дрожжей

Количество мертвых клеток определяют с помощью красителя метиленового голубого, который проникает в клетку через клеточную мембрану, причем, проницаемость у мертвых клеток значительно выше, чем у живых.

Ход анализа. Навеску дрожжей 0,1–0,2 г помещают в пробирку, добавляют несколько капель воды и тщательно растирают стеклянной палочкой. Затем, осторожно помешивая, добавляют 5 мл дистиллированной воды. Клеточная суспензия должна быть однородной и не содержать комочков дрожжей.

Для определения количества мертвых клеток на предметное стекло наносят каплю дрожжевой суспензии клеток и каплю раствора метиленового голубого (1:40). Препарат накрывают покровным стеклом. Излишек жидкости убирают фильтровальной бумагой и через 2 мин препарат рассматривают под микроскопом. Мертвые клетки отличаются от живых более темной окраской. Подсчитывают общее количество клеток и количество мертвых клеток в пяти полях зрения. Затем вычисляют долю мертвых клеток в процентах от общего числа дрожжевых клеток ( $D_m$ )

$$D_m = M \cdot 100 / O,$$

где М – количество мертвых клеток; О – общее количество клеток.

При оптимальных условиях технологического процесса дрожжевая популяция клеток может содержать 0,5–1 % мертвых клеток.

## Порядок оформления работы

Отчет о работе должен содержать цель работы, краткое описание методик экспериментов, необходимые расчеты, отчетные таблицы, анализ данных и выводы.

### Лабораторная работа № 5

## ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КВАСА

*Цель работы* – закрепить теоретические знания технологического процесса производства кваса, приобрести практические навыки оценки его органолептических и физико-химических показателей.

Квас – напиток темно-коричневого цвета с приятным ароматом ржаного хлеба и кисло-сладким вкусом, который получают путем комбинированного незавершенного спиртового и молочнокислого брожения с последующим купажированием с сахарным сиропом.

Хлебные квасы брожения – хлебный и крошечный составляют более 90 % общего количества квасов и напитков, приготовленных на хлебном сырье. В качестве сырья для их производства используют концентрат квасного сусла и сахарный сироп.

Концентрат квасного сусла получают в результате затирания с водой ржаного и ячменного солодов, ржаной муки и свежепросоженного ферментированного и неферментированного ржаного солода с применением ферментных препаратов и последующим осахариванием затора, его фильтрацией, осветлением сусла и упариванием в вакуум-выпарных аппаратах с последующей термообработкой.

В последнее время большинство заводов и цехов по приготовлению кваса используют концентрат квасного сусла, вырабатываемый на специализированных предприятиях.

Согласно требованиям действующей технической документации готовый хлебный квас брожения должен содержать от 5,4 до 5,8 % сухих веществ, а крошечный – от 3,0 до 3,2 %. Кислотность этих квасов должна быть в пределах от 1 до 7 к. ед., содержание спирта от 0,4 до 0,6 мас. %. Эти квасы должны быть коричневого

цвета, непрозрачными, с небольшим осадком частиц хлебных припасов и дрожжей, кисло-сладким на вкус, с приятным ароматом ржаного хлеба.

Задание. Приготовить квас, определить его органолептические и физико-химические показатели: массовую долю сухих веществ, содержание спирта, кислотность.

### **Материалы и оборудование**

1. Концентрат квасного сула (ККС).
2. Сахар.
3. Суспензия дрожжей (5 г на 100 мл воды).
4. Суспензия молочнокислых микроорганизмов (0,1 г лактобактерина на 100 мл воды).
5. Сахаромеры со шкалой измерения 0–5, 0–10, 0–15, 60–65 % сухих веществ (СВ).
6. Термометр.
7. Электрическая плитка.
8. Технические весы.
9. Водяная баня.
10. Секундомер.
11. Бюретка на 5 мл с ценой деления 0,02 мл.
12. Стеклянные цилиндры на 50, 100, 500 мл.
13. Стеклянные конические колбы на 200–250 мл.
14. Мерные колбы на 100, 500 мл.
15. Стеклянный холодильник.
16. Стеклянные стаканы на 150–200, 700–800 мл.
17. Стеклянная воронка средних размеров.
18. Плоскодонная колба на 500 мл.
19. Конические колбы на 150, 250 мл.
20. Широкогорлые конические колбы на 300–500 мл.
21. Стеклянные широкогорлые бутылки с крышкой на 1 л.
22. 23. Пикнометры на 50 мл.
24. Пипетки на 10 мл.
25. Цилиндр мерный на 500 мл.
26. Чашка для упаривания.
27. Этиловый спирт.

## Реактивы

1. Раствор гидроксида натрия концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup>.
2. Раствор фенолфталеина 1 %-й спиртовой.
3. Дистиллированная вода.
4. Лакмусовый индикатор.

## Порядок выполнения работы

Лабораторная работа проводится двумя группами студентов. Задания для групп различаются сортами кваса: квас хлебный и окрошечный.

### 1. Приготовление кваса

Производство хлебного кваса на основе готового концентрата квасного сусла состоит из следующих основных операций: подготовки сырья, приготовления квасного сусла, брожения сусла и купаживания сброженного сусла сахарным сиропом и концентратом квасного сусла.

Расход сырья на приготовление кваса различных сортов приведен в табл. 18 (в кг на 1000 л кваса).

Таблица 18

#### Расход сырья на приготовление кваса

| Наименование сырья        | Массовая доля СВ в сырье, % | Квас    |            |
|---------------------------|-----------------------------|---------|------------|
|                           |                             | Хлебный | Окрошечный |
| Сахар                     | 99,86                       | 50,0    | 30,0       |
| Концентрат квасного сусла | 70*                         | 29,4*   | 21,5*      |
| Дрожжи хлебопекарные      | 25                          | 0,15    | 0,15       |
| Молочнокислые бактерии    | 90                          | 0,003   | 0,003      |

\* При использовании ККС с другим, отличным от 70 % содержанием СВ, расход сахара должен быть изменен таким образом, чтобы содержание СВ кваса соответствовало рецептуре.

#### 1.1. Оценка качества концентрата квасного сусла

Качественные показатели концентрата квасного сусла должны соответствовать следующим требованиям. По внешнему виду это

вязкая, густая жидкость темно-коричневого цвета. Вкус кисло-сладкий с незначительно выраженной горечью. Имеет аромат ржаного хлеба. Массовая доля сухих веществ в концентрате должна быть  $(70 \pm 2) \%$ , кислотность 16–40 к. ед.

При растворении концентрата квасного сусла в воде допускаются опалесценция и осадок не более 1 % по объему. Присутствие консервирующих веществ и механических примесей не допускается.

Вкус и аромат определяют органолептически, для чего концентрат квасного сусла разводят питьевой водой, имеющей температуру 20 °С в массовом отношении 1:30.

#### *Определение массовой доли сухих веществ ККС пикнометром*

Ход анализа. Концентрат квасного сусла разбавляют водой в массовом соотношении 1:4. Для этого в сухой, предварительно взвешенный химический стакан вместимостью 150–200 мл помещают 20 или 40 г концентрата, отвешенного с точностью до 0,01 г, и, не снимая стакана с весов, доводят его содержимое дистиллированной водой до 100 или 200 г.

Смесь тщательно перемешивают стеклянной палочкой до полного растворения навески и с помощью пикнометра определяют относительную плотность раствора при 20 °С.

Относительную плотность ККС ( $d$ ), вычисляют с точностью до четвертого знака после запятой по формуле

$$d = (m_3 - m_1) / (m_2 - m_1),$$

где  $m_1$  – масса пустого пикнометра, г;  $m_2$  – масса пикнометра с водой, г;  $m_3$  – масса пикнометра с разведенным концентратом квасного сусла, г.

По рассчитанной относительной плотности в табл. 12 находят массовую долю СВ в исследуемом растворе, а умножением полученной величины на пять определяют массовую долю СВ в концентрате.

#### *Определение массовой доли сухих веществ ККС сахаромером*

Ход анализа. Концентрат квасного сусла разбавляют водой с температурой  $(20 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$  в массовом соотношении 1:4. Для этого в сухой, предварительно взвешенный химический стакан вместимостью 700–800 мл помещают 100 г концентрата, взвешенного с точно-

стью до 0,01 г, и, не снимая стакана с весов, доводят его содержимое дистиллированной водой до 500 г.

Смесь тщательно перемешивают стеклянной палочкой до полного растворения навески, после чего опускают в нее сухой сахаромер. Через 2–3 мин производят отсчет по верхнему краю мениска.

Затем измеряют температуру раствора и, если она отлична от 20 °С, вносят соответствующую поправку к показаниям сахаромера на температуру, пользуясь табл. 19.

Умножением полученной величины на пять определяют массовую долю сухих веществ в ККС.

Вычисления проводят с точностью до второго знака после запятой с последующим округлением.

Таблица 19

**Поправки к показанию сахаромера**

| Температура,<br>°С | Массовая доля сухих веществ, %    |      |      |      |      |
|--------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|
|                    | 5                                 | 10   | 15   | 20   | 25   |
|                    | Из показания сахаромера вычитают  |      |      |      |      |
| 15                 | 0,21                              | 0,24 | 0,26 | 0,28 | 0,30 |
| 16                 | 0,18                              | 0,19 | 0,21 | 0,23 | 0,24 |
| 17                 | 0,13                              | 0,15 | 0,16 | 0,17 | 0,18 |
| 18                 | 0,09                              | 0,10 | 0,11 | 0,12 | 0,12 |
| 19                 | 0,05                              | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
|                    | К показанию сахаромера прибавляют |      |      |      |      |
| 21                 | 0,05                              | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| 22                 | 0,11                              | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,13 |
| 23                 | 0,16                              | 0,17 | 0,18 | 0,19 | 0,20 |
| 24                 | 0,22                              | 0,23 | 0,24 | 0,26 | 0,26 |
| 25                 | 0,28                              | 0,30 | 0,31 | 0,32 | 0,33 |

*Определение массовой доли сухих веществ в ККС  
рефрактометром*

Массовую долю сухих веществ в концентрате квасного сула определяют рефрактометром ИРФ – 454 Б2М, принцип действия которого основан на явлении полного внутреннего отражения при прохождении светом границы двух сред с разными показателями преломления.

Ход анализа. Перед началом работы следует проверить юстировку рефрактометра. Для этого на чистую полированную поверх-

ность измерительной призмы стеклянной палочкой или пипеткой осторожно, не касаясь призмы, нанести 2–3 капли дистиллированной воды, опустить осветительную призму и прижать ее крючком.

Установить окуляр на отчетливую видимость перекрестия. Поворотом зеркала добиться наилучшей освещенности шкалы. Вращением маховика 1 границу светотени ввести в поле зрения окуляра. Вращением маховика 2 добиться исчезновения окраски граничной линии. Наблюдая в окуляр, маховиком 1 навести границу светотени точно на перекрестие и по шкале показателя преломления снять отсчет. Цена деления шкалы –  $5 \cdot 10^{-4}$ . Целые, десятые, сотые и тысячные доли отсчитывать по шкале, десятитысячные доли оценивать на глаз. С помощью термометра, установленного на рефрактометре, следует определить температуру измерительной призмы и сравнить полученное значение показателя преломления со стандартным, приведенным в табл. 20.

Таблица 20

**Показатель преломления дистиллированной воды  
при различных температурах**

| Температура, °С | Показатель преломления | Температура, °С | Показатель преломления |
|-----------------|------------------------|-----------------|------------------------|
| 15              | 1,3334                 | 21              | 1,3329                 |
| 16              | 1,3333                 | 22              | 1,3328                 |
| 17              | 1,3332                 | 23              | 1,3327                 |
| 18              | 1,3332                 | 24              | 1,3326                 |
| 19              | 1,3331                 | 25              | 1,3325                 |
| 20              | 1,3330                 |                 |                        |

Если средняя величина пятикратных измерений отличается более чем на  $\pm 5 \cdot 10^{-5}$  от табличных данных, то рефрактометр следует подъюстировать (юстировку рефрактометра проводит инженер кафедры).

После проверки юстировки прибора следует чистой мягкой салфеткой или листком фильтровальной бумаги удалить основное количество жидкости с рабочих поверхностей призм и оправ. Полированную грань измерительной призмы следует вытирать без нажима, чтобы не повредить полировку. После этого призмы протирать мягкой салфеткой, смоченной спиртом, до тех пор, пока поверхность призмы не станет блестящей. Рефрактометрический блок после промывки необходимо подержать некоторое время открытым для



просушки. Поверхности призм полагаются чистить после каждого измерения.

Для определения массовой доли растворимых сухих веществ в концентрате квасного сусла (или в другом жидком продукте) его температуру следует довести до значения, отличающегося от температуры призм рефрактометра не более чем на  $\pm 2$  °С. Дальнейшая последовательность действий аналогична определению показателя преломления дистиллированной воды. Отличие заключается в том, что в данном случае измерения проводят по шкале, градуированной в единицах массовой доли сухих веществ (сахарозы).

Необходимо проводить два измерения. Результаты измерения следует приводить к температуре 20 °С согласно таблице температурных поправок 21, при этом полученное значение округлять до первого десятичного знака.

Следует определить массовую долю сухих веществ в концентрате квасного сусла всеми тремя способами (или двумя из них по указанию преподавателя) и сравнить полученные результаты.

### *Определение кислотности ККС*

Ход анализа. В химическом стакане с точностью до 0,01 г взвешивают 5 г концентрата квасного сусла, с помощью дистиллированной воды количественно переносят навеску в мерную колбу вместимостью 100 мл, содержимое колбы доводят до метки и тщательно перемешивают.

Пипеткой переносят по 10 мл полученного раствора в две широкогорлые конические колбы вместимостью 300–500 мл и приливают по 250 мл воды в каждую. В одной из колб ведут титрование раствором NaOH концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup> с индикатором фенолфталеином до появления заметного розового окрашивания, не исчезающего в течение 30 с. Содержимое второй колбы служит эталоном для сравнения окраски.

Кислотность концентрата квасного сусла ( $K_{\text{ККС}}$ ) выражают в к. ед. (кислотная единица, к. ед.: единица кислотности квасного сусла, эквивалентная 1 см<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия концентрацией 1 моль/дм<sup>3</sup> на 100 г концентрата). Расчет производят по формуле

$$K_{\text{ККС}} = V_2 \cdot K \cdot V_1 \cdot 100 / (V_1 \cdot M_{\text{ККС}} \cdot 10).$$

Таблица 21

**Поправки к показателям рефрактометра, для которого установка (юстировка)  
ноль-пункта проводилась при температуре 20 °С**

| t °С  | Поправка к показаниям рефрактометра при значении массовой доли растворимых сухих веществ, % |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|   | 0   | 5    | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   | 55   | 60   | 65   | 70   | 75   | 80   |
| <b>От показания прибора следует вычитать:</b> |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>10</b>                                     | 0,53  | 0,56 | 0,59 | 0,62 | 0,65 | 0,67 | 0,69 | 0,71 | 0,72 | 0,73 | 0,74 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,74 |
| <b>11</b>                                     | 0,49  | 0,52 | 0,54 | 0,57 | 0,59 | 0,61 | 0,63 | 0,64 | 0,65 | 0,66 | 0,67 | 0,68 | 0,68 | 0,68 | 0,68 | 0,67 | 0,67 |
| <b>12</b>                                     | 0,44  | 0,47 | 0,49 | 0,51 | 0,53 | 0,55 | 0,56 | 0,57 | 0,58 | 0,59 | 0,60 | 0,60 | 0,61 | 0,61 | 0,60 | 0,60 | 0,60 |
| <b>13</b>                                     | 0,40  | 0,41 | 0,43 | 0,45 | 0,47 | 0,48 | 0,50 | 0,51 | 0,52 | 0,52 | 0,53 | 0,53 | 0,53 | 0,53 | 0,53 | 0,53 | 0,52 |
| <b>14</b>                                     | 0,34  | 0,36 | 0,38 | 0,39 | 0,40 | 0,42 | 0,43 | 0,44 | 0,44 | 0,45 | 0,45 | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,45 | 0,45 |
| <b>15</b>                                     | 0,29  | 0,31 | 0,32 | 0,33 | 0,34 | 0,35 | 0,36 | 0,37 | 0,37 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,37 |
| <b>16</b>                                     | 0,24  | 0,25 | 0,26 | 0,27 | 0,28 | 0,28 | 0,29 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,30 | 0,30 |
| <b>17</b>                                     | 0,18  | 0,19 | 0,20 | 0,20 | 0,21 | 0,21 | 0,22 | 0,22 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 |
| <b>18</b>                                     | 0,12  | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| <b>19</b>                                     | 0,06  | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| <b>К показанию прибора следует прибавить</b>  |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>21</b>                                     | 0,06  | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| <b>22</b>                                     | 0,13  | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| <b>23</b>                                     | 0,20  | 0,21 | 0,21 | 0,22 | 0,22 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 |
| <b>24</b>                                     | 0,27  | 0,28 | 0,29 | 0,29 | 0,30 | 0,30 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,30 |
| <b>25</b>                                     | 0,34  | 0,35 | 0,36 | 0,37 | 0,38 | 0,38 | 0,39 | 0,39 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,39 | 0,39 | 0,39 | 0,38 |
| <b>26</b>                                     | 0,42  | 0,43 | 0,44 | 0,45 | 0,46 | 0,46 | 0,47 | 0,47 | 0,48 | 0,48 | 0,48 | 0,48 | 0,48 | 0,47 | 0,47 | 0,46 | 0,46 |
| <b>27</b>                                     | 0,50  | 0,51 | 0,52 | 0,53 | 0,54 | 0,55 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,54 | 0,53 |
| <b>28</b>                                     | 0,58  | 0,59 | 0,60 | 0,61 | 0,62 | 0,63 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,65 | 0,65 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,63 | 0,62 | 0,61 |
| <b>29</b>                                     | 0,66  | 0,67 | 0,68 | 0,69 | 0,7  | 0,71 | 0,72 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,72 | 0,72 | 0,71 | 0,70 | 0,69 |
| <b>30</b>                                     | 0,74  | 0,75 | 0,77 | 0,78 | 0,79 | 0,80 | 0,81 | 0,81 | 0,81 | 0,82 | 0,81 | 0,81 | 0,81 | 0,80 | 0,79 | 0,78 | 0,77 |

| t °C   | Поправка к показаниям рефрактометра при значении массовой доли растворимых сухих веществ, % |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|  | 0   | 5    | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   | 55   | 60   | 65   | 70   | 75   | 80   |
| <b>К показанию прибора следует прибавить</b> |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>31</b>                                    | 0,83  | 0,84 | 0,85 | 0,87 | 0,88 | 0,89 | 0,89 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,89 | 0,88 | 0,87 | 0,86 | 0,84 |
| <b>32</b>                                    | 0,91  | 0,93 | 0,94 | 0,95 | 0,96 | 0,97 | 0,98 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,92 |
| <b>33</b>                                    | 1,00  | 1,02 | 1,03 | 1,04 | 1,05 | 1,06 | 1,07 | 1,08 | 10,8 | 10,8 | 1,07 | 1,07 | 1,06 | 1,05 | 1,3  | 1,02 | 1,00 |
| <b>34</b>                                    | 1,10  | 1,11 | 1,12 | 1,13 | 1,15 | 1,15 | 1,16 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,16 | 1,15 | 1,14 | 1,13 | 1,12 | 1,10 | 1,08 |
| <b>35</b>                                    | 1,19  | 1,20 | 1,22 | 1,23 | 1,24 | 1,25 | 1,25 | 1,26 | 1,26 | 1,25 | 1,25 | 1,24 | 1,23 | 1,21 | 1,20 | 1,18 | 1,16 |
| <b>36</b>                                    | 1,29  | 1,30 | 1,31 | 1,32 | 1,33 | 1,34 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,34 | 1,33 | 1,32 | 1,30 | 1,28 | 1,26 | 1,24 |
| <b>37</b>                                    | 1,38  | 1,40 | 1,41 | 1,42 | 1,43 | 1,44 | 1,44 | 1,44 | 1,44 | 1,44 | 1,43 | 1,42 | 1,40 | 1,38 | 1,36 | 1,34 | 1,32 |
| <b>38</b>                                    | 1,48  | 1,50 | 1,51 | 1,52 | 1,53 | 1,53 | 1,54 | 1,54 | 1,53 | 1,53 | 1,52 | 1,51 | 1,49 | 1,47 | 1,45 | 1,42 | 1,39 |
| <b>39</b>                                    | 1,59  | 1,60 | 1,61 | 1,62 | 1,62 | 1,63 | 1,63 | 1,63 | 1,63 | 1,62 | 1,61 | 1,60 | 1,58 | 1,56 | 1,53 | 1,50 | 1,47 |
| <b>40</b>                                    | 1,69  | 1,70 | 1,71 | 1,72 | 1,72 | 1,73 | 1,73 | 1,73 | 1,72 | 1,71 | 1,70 | 1,69 | 1,67 | 1,64 | 1,62 | 1,59 | 1,55 |

где  $V$  – количество раствора NaOH концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, пошедшего на титрование, мл;  $K$  – поправочный коэффициент раствора щелочи;  $V_1$  – вместимость колбы, в которой разводили концентрат, мл;  $V_2$  – объем раствора концентрата, взятого для титрования, мл;  $M_{\text{ккс}}$  – навеска концентрата, г; 10 – коэффициент пересчета раствора NaOH концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup> на раствор NaOH концентрацией 1 моль/дм<sup>3</sup>.

### *Определение растворимости и величины осадка ККС*

Ход анализа. В химическом стакане с точностью до 0,01 г взвешивают 2 г концентрата квасного сусла и растворяют его в небольшом количестве воды. Раствор количественно переносят в измерительный цилиндр вместимостью 100 мл, доливают до верхней метки дистиллированной водой, тщательно перемешивают и оставляют на 2 ч при температуре 18–20 °С. Отстоявшийся раствор концентрата квасного сусла рассматривают в проходящем свете и определяют величину образовавшегося осадка.

Результаты определения качественных показателей концентрата квасного сусла заносят в таблицу, форма которой приведена в табл. 22.

Таблица 22

#### **Показатели качества концентрата квасного сусла**

| Наименование показателей ККС   | Характеристика, числовое значение |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| Внешний вид                    |                                   |
| Вкус                           |                                   |
| Аромат                         |                                   |
| Цвет                           |                                   |
| Массовая доля сухих веществ, % |                                   |
| Кислотность, к.ед.             |                                   |
| Величина осадка, % по объему   |                                   |

### 1.2. Приготовление квасного сусла

При изготовлении квасного сусла 70 % ККС расходуют на процесс брожения, 30 % – добавляют при купажировании кваса.

Массовая доля сухих веществ в квасном сусле (до внесения сахарного сиропа) для хлебного кваса должна составлять 1,4 %, для

окрошечного – 1,0 %. Рассчитывают массу ККС, необходимого для приготовления заданного объема квасного сусли по формуле

$$M_{\text{ККС}} = V_{\text{КС}} \rho_{\text{КС}} \text{СВ}_{\text{КС}} / \text{СВ}_{\text{ККС}},$$

где  $M_{\text{ККС}}$  – масса ККС, г;  $V_{\text{КС}}$  – объем квасного сусли мл;  $\text{СВ}_{\text{КС}}$  – массовая доля сухих веществ квасного сусли, %;  $\text{СВ}_{\text{ККС}}$  – массовая доля сухих веществ ККС, %;  $\rho_{\text{КС}}$  – плотность квасного сусли (табл. 23), г/см<sup>3</sup>.

Объем (массу) воды  $V_{\text{В}}$ , мл (г), необходимой для приготовления квасного сусли, рассчитывают по формуле

$$V_{\text{В}} = V_{\text{КС}} \rho_{\text{КС}} - M_{\text{ККС}}.$$

В цилиндр наливают рассчитанное количество воды с температурой 30 – 35 °С. В стаканчике взвешивают необходимое количество ККС и теплой водой из цилиндра с помощью стеклянной палочки количественно переносят концентрат квасного сусли в колбу для приготовления сусли, затем туда же выливают оставшуюся воду.

Таблица 23

**Соотношение между массовой долей сухих веществ, плотностью и концентрацией сахара в растворах**

| Массовая доля СВ, % | Плотность, г/см <sup>3</sup> | Концентрация сахара, г/л | Массовая доля СВ, % | Плотность, г/см <sup>3</sup> | Концентрация сахара, г/л |
|---------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|--------------------------|
| 0,2                 | 1,0008                       | 1,99                     | 3,4                 | 1,0133                       | 34,39                    |
| 0,4                 | 1,0016                       | 3,99                     | 3,6                 | 1,0141                       | 36,44                    |
| 0,6                 | 1,0023                       | 6,00                     | 3,8                 | 1,0149                       | 38,49                    |
| 0,8                 | 1,0031                       | 8,00                     | 4,0                 | 1,0157                       | 40,55                    |
| 1,0                 | 1,0039                       | 10,00                    | 4,2                 | 1,0165                       | 42,61                    |
| 1,2                 | 1,0047                       | 12,03                    | 4,4                 | 1,0173                       | 44,68                    |
| 1,4                 | 1,0055                       | 14,05                    | 4,6                 | 1,0181                       | 46,74                    |
| 1,6                 | 1,0062                       | 16,07                    | 4,8                 | 1,0189                       | 48,81                    |
| 1,8                 | 1,0070                       | 18,09                    | 5,0                 | 1,0197                       | 50,89                    |
| 2,0                 | 1,0078                       | 20,12                    | 5,2                 | 1,0205                       | 52,96                    |
| 2,2                 | 1,0086                       | 22,14                    | 5,4                 | 1,0213                       | 55,05                    |
| 2,4                 | 1,0094                       | 24,18                    | 5,6                 | 1,0221                       | 57,18                    |
| 2,6                 | 1,0102                       | 26,21                    | 5,8                 | 1,0229                       | 59,22                    |
| 2,8                 | 1,0109                       | 28,25                    | 6,0                 | 1,0237                       | 61,31                    |
| 3,0                 | 1,0117                       | 30,28                    | 6,2                 | 1,0245                       | 63,40                    |
| 3,2                 | 1,0125                       | 32,34                    | 6,4                 | 1,0253                       | 65,50                    |

### 1.3. Приготовление сахарного сиропа

Сахарный сироп представляет собой концентрированный водный раствор сахара. Массовая доля сухих веществ в нем должна быть в пределах 60–65 %. В табл. 24 указана плотность сахарного сиропа в зависимости от содержания в нем сухих веществ.

Таблица 24

#### Плотность сахарного сиропа с различным содержанием сухих веществ

| Массовая доля СВ в сахарном сиропе, %         | 60     | 61     | 62     | 63     | 64     | 65     |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Плотность сахарного сиропа, г/см <sup>3</sup> | 1,2894 | 1,2950 | 1,3010 | 1,3058 | 1,3102 | 1,3190 |

Из двух возможных способов приготовления сахарного сиропа (холодного и горячего) в данной работе предлагается выбрать холодный, так как сироп используется сразу же после приготовления.

Пример 1. Рассчитать расход сахара и воды на приготовление 100 см<sup>3</sup> сиропа, содержащего 65 % сухих веществ.

1. Масса 100 см<sup>3</sup> сиропа составляет:

$$M_{\text{сир}} = 100 \cdot 1,3190 = 131,9 \text{ г},$$

где 1,3190 – плотность сиропа, г/см<sup>3</sup>.

2. Масса сахара в сиропе:

$$M_{\text{сах}} = 131,9 \cdot 65 / 100 = 85,74 \text{ г},$$

а с учетом влажности товарного сахара:

$$M_{\text{сах..вл}} = 85,74 \cdot 100 / 99,86 = 85,85 \text{ г},$$

где 99,86 – содержание СВ в товарном сахаре, %.

3. Расход воды на приготовление сиропа:

$$M_{\text{в}} = 131,90 - 85,85 = 46,05 \text{ г (мл)}.$$

Приготовленный сахарный сироп необходимо внести в квасное сусло из расчета 25 % сахара, предусмотренного рецептурой.

Пример 2. Рассчитать какое количество сахарного сиропа, содержащего 65 % СВ, необходимо внести в квасное сусло для приготовления хлебного кваса (масса концентрата квасного сусла с содержанием СВ 70 % при смешении его с водой составила 20 г).

1. Так как на процесс брожения при изготовлении квасного сусла идет 70 % ККС, общее количество концентрата квасного сусла составляет:

$$M_{\text{ккс}} = 20 \cdot 100 / 70 = 28,6 \text{ г.}$$

2. Масса сахара, которая в соответствии с рецептурой (табл. 21) приходится на это количество ККС:

$$M_{\text{сах.реп}} = 28,6 \cdot 50 / 29,4 = 48,6 \text{ г.}$$

3. Масса сахара, вносимого в квасное сусло до брожения составляет (25 %):

$$M_{\text{сах.бр}} = 48,6 \cdot 25 / 100 = 12,2 \text{ г.}$$

4. Объем сиропа, который следует добавить к квасному суслу:

$$V_{\text{сир}} = 12,2 \cdot 100 / 85,74 = 14,2 \text{ см}^3,$$

где 85,74 – масса сахара в 100 см<sup>3</sup> сиропа (см. п. 2 примера 1).

Сусло с сахарным сиропом тщательно перемешивают, нагревают до кипения, кипятят в течение 10 мин, охлаждают до температуры 20 °С и определяют содержание в нем сухих веществ с помощью рефрактометра.

Массовая доля сухих веществ в сусле для хлебного кваса должна составлять 2,5 %, для окрошечного – 1,6 %.

#### 1.4. Сбраживание квасного сусла

С целью накопления ароматических, вкусовых веществ и диоксида углерода квасное сусло сбраживают молочнокислыми бактериями и дрожжами.

Для получения кваса используют суспензии прессовых хлебопекарных дрожжей и молочнокислых бактерий. Расчет ведут исходя из концентрации суспензии микроорганизмов и расхода каждого из них согласно рецептуре.

Пример 3. Определить расход суспензии хлебопекарных дрожжей концентрацией 1 г на 100 мл воды для приготовления 0,5 л кваса.

Согласно рецептуре, расход дрожжей для сбраживания 1000 л кваса составляет 0,15 кг.

1. Расход дрожжей для сбраживания 0,5 л квасного сусла:

$$M_{др} = 0,5 \cdot 0,15 \cdot 1000 / 1000 = 0,075 \text{ г.}$$

2. Расход суспензии дрожжей:

$$V_{др} = 100 \cdot 0,075 / 1 = 7,5 \text{ мл.}$$

После внесения микроорганизмов содержимое колб тщательно перемешивают, определяют начальное (перед брожением) содержание сухих веществ и переливают в стеклянные бутылки емкостью 1 л.

Бутылки закрывают марлей и ставят на брожение при температуре 18–20 °С на 4 суток, а затем укупоривают завинчивающимися крышками и выдерживают в холодильнике при температуре 4–6 °С в течение 2–3 суток.

По истечении этого времени содержание сухих веществ сусла должно уменьшиться на 0,6–1,0 %, а кислотность должна достигнуть 2,0–2,5 к. ед. (кислотная единица, к. ед.: единица кислотности кваса, эквивалентная 1 см<sup>3</sup> раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм<sup>3</sup> на 100 см<sup>3</sup> кваса).

#### *Определение массовой доли сухих веществ в молодом квасе*

Ход анализа. Квас предварительно фильтруют через слой ваты, затем из него удаляют спирт. Для этого мерную колбу вместимостью 100 мл заполняют квасом, при 20 °С доводят объем до метки. Содержимое колбы переносят в чашку для упаривания. Мерную колбу опо-



ласкивают 10–15 мл дистиллированной воды и промывные воды присоединяют к квасу.

Напиток упаривают до 1/3 первоначального объема. Остаток после упаривания количественно переносят в ту же мерную колбу и ее содержимое доводят дистиллированной водой до метки при 20 °С. В дальнейшем ход анализа аналогичен определению массовой доли сухих веществ в сусле.

### *Определение общей кислотности кваса*

Ход анализа. Из средней пробы напитка, освобожденного от диоксида углерода взбалтыванием, пипеткой отбирают 10 мл в коническую колбу, содержащую 50–100 мл (в зависимости от интенсивности цвета напитка) дистиллированной воды. В раствор добавляют 4–5 капель 1 %-го раствора фенолфталеина и титруют раствором NaOH концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup> до получения розового цвета, не исчезающего в течение 30 с. Общую кислотность кваса  $K_k$  выражают в к. ед. (см<sup>3</sup> 1 н. раствора NaOH на 100 см<sup>3</sup> напитка) и вычисляют по формуле

$$K_k = V \cdot K \cdot 10/A,$$

где  $V$  – объем раствора NaOH концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, израсходованного на титрование 10 мл кваса, мл;  $K$  – поправочный коэффициент раствора гидроксида натрия;  $A$  – объем напитка, взятый на определение см<sup>3</sup>.

### 1.5. Купажирование сброженного сусла

В сброженное квасное сусло добавляют оставшийся (75 %) сахар в виде сахарного сиропа и оставшийся (30 %) ККС.

Количество добавляемого сахарного сиропа, необходимое для получения кваса со стандартным содержанием сухих веществ  $V_{\text{сир.ст}}$ , рассчитывают по формуле

$$V_{\text{сир.ст}} = V_k [CB_k - (CB_{\text{МК}} + C_{\text{ККС}})] / CB_{\text{сир}},$$

где  $V_k$  – объем купажируемого кваса, л;  $CB_k$  – концентрация СВ в готовом квасе, г/л;  $CB_{\text{МК}}$  – концентрация СВ в молодом квасе до его ку-

пажирования, г/л;  $СВ_{сир}$  – концентрация сахара в сахарном сиропе, г/л;  $С_{ккс}$  – концентрация СВ ККС в квасе, г/л, рассчитывается по формуле

$$С_{ккс} = M_{ккс} СВ_{ккс} / (100 V_{к}),$$

здесь  $M_{ккс}$  – расход ККС на купаживание, г;  $СВ_{ккс}$  – массовая доля сухих веществ в ККС, %.

Пример 4. Рассчитать объем сахарного сиропа, содержащего 65 % СВ, необходимый для получения готового кваса со стандартным содержанием сухих веществ (5,6 %). Для купаживания используется 0,5 л молодого кваса с 1,6 % СВ и 6 г ККС с 70 % СВ.

По табл. 25 определяют концентрацию СВ в растворах, г/л:

$$СВ_{к} = 57,18 \text{ г/л},$$

$$СВ_{мк} = 16,07 \text{ г/л}.$$

Рассчитывают концентрацию СВ ККС в квасе:

$$С_{ккс} = 6 \cdot 70 / (100 \cdot 0,5) = 8,4 \text{ г/л},$$

$$СВ_{сир} = 857,4 \text{ г/л (см. пример 1)}.$$

Затем рассчитывают объем сахарного сиропа  $V_{сир.ст}$ , необходимый для получения стандартного кваса:

$$V_{сир.ст} = 0,5 [57,18 - (16,07 + 8,4)] / 857,4 = 0,02 \text{ л}.$$

После внесения в сброженное сусло сахарного сиропа (предварительно прокипяченного в течение 10 мин и охлажденного до температуры суслы) и ККС купаж тщательно перемешивают.

## 2. Анализ готового кваса

В готовом квасе определяют массовую долю сухих веществ, кислотность (по методикам, изложенным выше), содержание спирта, оценивают его органолептические показатели.

## 2.1. Определение органолептических показателей кваса

Температура кваса при определении его органолептических показателей должна составлять 12 °С. При этом необходимо оценить его внешний вид, цвет, вкус и аромат. Результаты органолептической оценки продукта следует представить в виде таблицы, форма которой приведена ниже.

Таблица 25

### Органолептические показатели кваса

| Наименование кваса | Внешний вид | Цвет | Вкус | Аромат |
|--------------------|-------------|------|------|--------|
|                    |             |      |      |        |

## 2.2. Определение содержания спирта в квасе

Метод оценки содержания спирта в квасе основан на отгонке спирта из навески кваса и определении относительной плотности дистиллята, доведенного дистиллированной водой до начальной массы.

Установка для отгонки спирта состоит из перегонной плоскодонной колбы вместимостью 300–500 мл, холодильника, каплеуловителя и приемника для дистиллята – колбы на 250 мл. Приемную колбу погружают в чашку со льдом или охлажденной водой.

Ход анализа. Квас, предназначенный для анализа, освобождают от диоксида углерода взбалтыванием.

Перед анализом колбу для перегонки и приемную колбу взвешивают с точностью до 0,1 г. В перегонную колбу отвешивают 100 г кваса, освобожденного от диоксида углерода. Напиток нейтрализуют 1 н раствором NaOH до нейтральной реакции по лакмусу. В приемную колбу наливают 10–15 мл воды. Колбу для перегонки при помощи резиновой трубки через каплеуловитель соединяют с холодильником.

Квас медленно нагревают до кипения. Образовавшиеся пары (в том числе спирта) проходят через холодильник, охлаждаются, конденсируются и стекают в охлаждаемый приемник. Отгоняют не менее 2/3 объема жидкости, приемную колбу отделяют от холодильника, ополаскивают наконечник и доводят содержимое колбы дистиллированной водой до массы 100 г. Затем дистиллят перемешивают,

определяют в нем пикнометром относительную плотность при 20 °С ( $d$ ), рассчитывая ее по формуле

$$d = (m_3 - m_1) / (m_2 - m_1),$$

где  $m_1$  – масса пустого пикнометра, г;  $m_2$  – масса пикнометра с водой, г;  $m_3$  – масса пикнометра с дистиллятом, г.

Зная относительную плотность дистиллята, по табл. 26 находят соответствующее ей содержание спирта в квасе.

Полученные результаты опытов по изучению физико-химических показателей кваса необходимо свести в таблицу и сравнить их с требованиями стандарта (табл. 27).

Таблица 26

**Соотношение между относительной плотностью и массовой долей спирта в растворах**

| $d_{20}^{20}$ | Содержание спирта, % | $d_{20}^{20}$ | Содержание спирта, % | $d_{20}^{20}$ | Содержание спирта, % |
|---------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------|----------------------|
| 0,9997        | 0,165                | 0,9976        | 1,285                | 0,9955        | 2,450                |
| 0,9996        | 0,220                | 0,9975        | 1,345                | 0,9954        | 2,505                |
| 0,9995        | 0,270                | 0,9974        | 1,400                | 0,9953        | 2,560                |
| 0,9994        | 0,325                | 0,9973        | 1,455                | 0,9952        | 2,620                |
| 0,9993        | 0,380                | 0,9972        | 1,510                | 0,9951        | 2,675                |
| 0,9992        | 0,435                | 0,9971        | 1,565                | 0,9950        | 2,730                |
| 0,9991        | 0,485                | 0,9970        | 1,620                | 0,9949        | 2,790                |
| 0,9990        | 0,540                | 0,9969        | 1,675                | 0,9948        | 2,850                |
| 0,9989        | 0,590                | 0,9968        | 1,730                | 0,9947        | 2,910                |
| 0,9988        | 0,645                | 0,9967        | 1,785                | 0,9946        | 2,970                |
| 0,9987        | 0,700                | 0,9966        | 1,840                | 0,9945        | 3,030                |
| 0,9986        | 0,750                | 0,9965        | 1,890                | 0,9944        | 3,090                |
| 0,9985        | 0,805                | 0,9964        | 1,950                | 0,9943        | 3,150                |
| 0,9984        | 0,855                | 0,9963        | 2,005                | 0,9942        | 3,205                |
| 0,9983        | 0,910                | 0,9962        | 2,060                | 0,9941        | 3,265                |
| 0,9982        | 0,960                | 0,9961        | 2,120                | 0,9940        | 3,320                |
| 0,9981        | 1,015                | 0,9960        | 2,170                | 0,9939        | 3,375                |
| 0,9980        | 1,070                | 0,9959        | 2,225                | 0,9938        | 3,435                |
| 0,9979        | 1,125                | 0,9958        | 2,280                | 0,9937        | 3,490                |
| 0,9978        | 1,180                | 0,9957        | 2,335                | 0,9936        | 3,550                |
| 0,9977        | 1,235                | 0,9956        | 2,390                | 0,9935        | 3,610                |

**Физико-химические показатели кваса**

| Наименование показателя        | Норма        |                 | Опыт |
|--------------------------------|--------------|-----------------|------|
|                                | Хлебный квас | Окрошечный квас |      |
| Массовая доля сухих веществ, % | 5,4 – 5,8    | 3,0 – 3,2       |      |
| Массовая доля спирта, %        | 0,4 – 0,6    | 0,4 – 0,6       |      |
| Кислотность, к.ед.             | 2,0 – 4,0    | 2,0 – 4,0       |      |

**Порядок оформления работы**

Отчет о работе должен содержать цель работы, краткое описание методик экспериментов, необходимые расчеты, отчетные таблицы, анализ данных и выводы.

## **ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ**

При изучении дисциплины «Основы биотехнологии пищевых продуктов» студентам заочной формы обучения следует руководствоваться учебной программой и вопросами для самопроверки; весьма полезно конспектировать наиболее важные моменты из учебных пособий по дисциплине. Более основательному изучению курса будут способствовать установочные и заключительные лекции по основным разделам курса.

Каждым студентом-заочником должен быть выполнен курс лабораторных работ и практических занятий согласно программе. Студент представляет контрольную работу, номер варианта которой выбирается по последней цифре номера зачетной книжки студента. Варианты контрольной работы по дисциплине «Основы биотехнологии пищевых продуктов» приведены ниже.

### **ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

#### **Вариант 1**

1. Теоретические основы холодильной обработки пищевых продуктов.

2. Сепарирование молока. Факторы, влияющие на эффективность процесса.

3. Выполнить расчет нормализации молока смешением. Исходные данные: масса нормализованного молока с массовой долей жира 6 % – 4000 кг; массовая доля жира в заготавливаемом молоке – 3,5 %; массовая доля жира в сливках – 25 %.

Расчет произвести тремя способами: по уравнению жиробаланса, по квадрату и по треугольнику.

#### **Вариант 2**

1. Технология пивоваренного солода.

2. Состав и свойства молока.

3. Выполнить расчет нормализации молочного сырья. Исход-

ные данные: масса исходных сливок с массовой долей жира 23 % – 3000 кг; массовая доля жира в нормализованных сливках 20,5 %, массовая доля жира в обезжиренном молоке – 0,05 %.

Расчет произвести тремя способами: по уравнению жиробаланса, по квадрату и по треугольнику.

### **Вариант 3**

1. Теоретические основы посола мяса теплокровных животных, рыбы и птиц.

2. Требования к молоку как сырью для молочной промышленности.

3. Выполнить расчет нормализации молока смешением. Исходные данные: масса исходного молока массовой долей жира 3,5 % – 5000 кг; массовая доля жира в нормализованном молоке – 2,5 %; массовая доля жира в обезжиренном молоке – 0,05 %.

Расчет произвести тремя способами: по уравнению жиробаланса, по квадрату и по треугольнику.

### **Вариант 4**

1. Технологическая схема получения пива.

2. Брожение молочного сахара. Сущность процессов при различных способах коагуляции белков молока.

3. Выполнить расчет нормализации молока смешением. Исходные данные: масса нормализованного молока с массовой долей жира 4 % составляет 4000 кг; массовая доля жира в заготавливаемом молоке – 3,4 %; массовая доля жира в сливках 20 %.

Расчет произвести тремя способами: по уравнению жиробаланса, по квадрату и по треугольнику.

### **Вариант 5**

1. Схема технологического процесса производства хлеба.

2. Гомогенизация молока. Факторы, влияющие на ее эффективность.

3. Выполнить расчет нормализации молока смешением. Исходные данные: масса исходного молока массовой долей жира 3,5 %

составляет 6000 кг; массовая доля жира в нормализованном молоке – 2,0 %; массовая доля жира в обезжиренном молоке – 0,05 %.

Расчет произвести тремя способами: по уравнению жиробаланса, по квадрату и по треугольнику.

### **Вариант 6**

1. Технологическая схема получения квасов с использованием процесса брожения.

2. Виды холодильной обработки мяса и мясопродуктов. Сущность происходящих процессов, технические средства охлаждения и замораживания.

3. Выполнить расчет нормализации молока смешением. Исходные данные: масса исходного молока массовой долей жира 3,5 % составляет 6000 кг; массовая доля жира в нормализованном молоке – 2,5 %; массовая доля жира в обезжиренном молоке – 0,05 %.

Расчет произвести тремя способами: по уравнению жиробаланса, по квадрату и по треугольнику.

### **Вариант 7**

1. Теоретические основы производства копченой продукции. Способы копчения.

2. Химико-морфологический состав мяса. Физико-химические свойства мяса и мясопродуктов.

3. Выполнить расчет нормализации молочного сырья. Исходные данные: масса исходных сливок с массовой долей жира 17 % составляет 3500 кг; массовая доля жира в нормализованных сливках – 15,5 %; массовая доля жира в обезжиренном молоке – 0,05 %.

Расчет произвести тремя способами: по уравнению жиробаланса, по квадрату и по треугольнику.

### **Вариант 8**

1. Теоретические основы производства стерилизованных консервов.

2. Сущность и назначение основных технологических операций при производстве колбасных изделий.



3. Выполнить расчет нормализации смешением. Исходные данные: масса исходного молока массовой долей жира 3,6 % составляет 4000 кг; массовая доля жира в нормализованном молоке – 1,5 %; массовая доля жира в обезжиренном молоке – 0,05 %.

Расчет произвести тремя способами: по уравнению жиробаланса, по квадрату и по треугольнику.

### **Вариант 9**

1. Технологическая схема получения лимонной кислоты.

2. Виды холодильной обработки рыбной продукции. Сущность происходящих процессов, технические средства охлаждения и замораживания.

3. Выполнить расчет нормализации смешением. Исходные данные: масса исходных сливок с массовой долей жира 22 % составляет 2000 кг; массовая доля жира в нормализованных сливках – 20,5 %; массовая доля жира в обезжиренном молоке – 0,05 %.

Расчет произвести тремя способами: по уравнению жиробаланса, по квадрату и по треугольнику.

### **Вариант 10**

1. Основные группы микроорганизмов, используемых в пищевой промышленности. Факторы, регулирующие обмен веществ микроорганизмов. Типы энергетического обмена у микроорганизмов.

2. Виды тепловой обработки молока. Влияние тепловой обработки молока на компоненты молока и его свойства.

3. Выполнить расчет нормализации смешением. Исходные данные: масса нормализованных сливок с массовой долей жира 15,5 % составляет 2200 кг; массовая доля жира в исходных сливках – 17 %; массовая доля жира в обезжиренном молоке – 0,05 %.

Расчет произвести тремя способами: по уравнению жиробаланса, по квадрату и по треугольнику.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Евстигнеева Т.Н., Брусенцев А.А., Забодалова Л.А.** Основные принципы переработки сырья растительного, животного, микробиологического происхождения и рыбы: Учебное пособие. – СПб.: СПбГУНИиПТ, 2010. – 370 с.
2. **Новокшанова А.Л.** Биохимия для технологов: Учебник и практикум для академического бакалавриата. – М.: Юрайт, 2016. – 508 с.
3. Биотехнология мяса и мясопродуктов: Курс лекций: Учеб. пособие для вузов /И.А. Рогов, А.И. Жаринов, Л.А. Текутьева, Т.А. Шепель. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 294 с.
4. **Данилова Н.С.** Физико-химические основы производства мяса и мясных продуктов: Учеб. пособие для вузов. – М.: КолосС, 2008. – 277 с.
5. **Бредихина О.В., Новикова М.В., Бредихин С.А.** Научные основы производства рыбопродуктов: Учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2016. – 232 с.
6. Теория и практика переработки мяса /Ф.Б. Лисицын, Н.Н. Липатов, Л.С. Кудряшов и др.: Под общ. ред. А.Б. Лисицына. – М.: Эдиториал сервис, 2008. – 305 с.
7. **Красникова Л.В.** Микробиология продуктов животного происхождения: Учеб. пособие. – СПб.: Троицкий мост, 2016. – 296 с.
8. **Забодалова Л.А., Евстигнеева Т.Н.** Технология цельномолочных продуктов и мороженого: Учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2016. – 352 с.
9. **Горбатова К.К.** Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 350 с.
10. **Шалыгина А.М., Калинина Л.В.** Общая технология молока и молочных продуктов. – М.: КолосС, 2006. – 199 с.
11. Процессы и аппараты пищевых производств: Учеб. для вузов в двух книгах /Остриков А.Н., ред./ СПб.: ГИОРД. Кн. 1. – 2007. – 700 с. Кн. 2. – 2007. – 599 с.
12. **Ауэрман Л.Я.** Технология хлебопекарного производства: Учеб. для вузов. – СПб.: Профессия, 2005. – 415 с.
13. **Васюкова А.Т.** Современные технологии хлебопечения: Учеб.-практическое пособие – М.: Дашков и Ко, 2008. – 223 с.

14. **Фараджеева Е.Д., Болотов Н.А.** Производство хлебопекарных дрожжей: Практическое руководство. – СПб.: Профессия, 2002. – 167 с.

15. **Хозиев О.А., Хозиев А.М., Цугкиева В.Б.** Технология пивоварения: Учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2012. – 560 с.

16. **Помозова В.А.** Производство кваса и безалкогольных напитков: Учеб. пособие для вузов. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 192 с.

### Интернет-ресурс

#### *Электронные библиотечные системы:*

1. Электронные ресурсы открытого доступа библиотеки Университета ИТМО:

[http://lib.ifmo.ru/free\\_res/Free\\_Electronic\\_Resources.htm](http://lib.ifmo.ru/free_res/Free_Electronic_Resources.htm).

2. Электронный каталог ИХиБТ Университета ИТМО:

[http://lib.ifmo.ru/cat\\_ihbt/cat\\_ihbt.htm](http://lib.ifmo.ru/cat_ihbt/cat_ihbt.htm).

3. Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru>.

4. Библиотека. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: <http://window.edu.ru>.

5. Российская электронная библиотека: <http://www.elbib.ru>.

6. Публичная Интернет-библиотека: <http://www.public.ru>.

7. Электронная библиотека издательства «Лань»:

<http://e.lanbook.com/>

#### *Электронные ресурсы:*

1. Все ГОСТы – [vsegost.com](http://vsegost.com).

2. Электронные книги по пищевой промышленности –

<http://mppnik.ru/>

<http://www.twirpx.com/files/food/quality/>

3. Сайт ИнтерКонсалт – <http://www.iksystems.ru>

4. Ресурс для скачивания: <http://www.ukazka.ru/product-book7>

## Приложение 1

### Форма задания на курсовую работу

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет  
информационных технологий, механики и оптики»

Кафедра прикладной биотехнологии

### ЗАДАНИЕ

на курсовую работу по дисциплине  
«Основы биотехнологии пищевых продуктов»

студенту группы \_\_\_\_\_  
(ФИО полностью)

1. Тема: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Срок сдачи студентом курсовой работы \_\_\_\_\_

3. Содержание пояснительной записки: \_\_\_\_\_  
Согласно методическим указаниям по выполнению КР

4. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных  
чертежей):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Дата выдачи задания: \_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(подпись) (должность, ФИО)

Задание к исполнению принял \_\_\_\_\_  
(дата)

Студент \_\_\_\_\_  
(подпись)

**Приложение 2**  
**Форма отчета по лабораторной работе**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

Кафедра прикладной биотехнологии

Учебная группа \_\_\_\_\_

Ф.И.О. студента \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ г.

**О Т Ч Е Т**

по лабораторной работе

\_\_\_\_\_

(наименование работы)

\_\_\_\_\_

**Перечень используемого оборудования и приборов, сырья**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Задание**

## Полученные результаты

## Выводы

Работу выполнил

«\_\_» \_\_\_\_\_ г.

(подпись)

Работу принял

«\_\_» \_\_\_\_\_ г.

(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 3  |
| Организация самостоятельной работы студентов.....                                    | 3  |
| Методические указания по выполнению курсовой работы.....                             | 20 |
| Методические указания к лабораторным работам.....                                    | 27 |
| Правила техники безопасности при работе в лаборатории.....                           | 28 |
| Лабораторная работа № 1. Определение качественных показателей молока.....            | 29 |
| Лабораторная работа № 2. Сепарирование молока.....                                   | 43 |
| Лабораторная работа № 3. Анализ качества солода.....                                 | 49 |
| Лабораторная работа № 4. Оценка качества дрожжей.....                                | 56 |
| Лабораторная работа № 5. Изучение технологии кваса.....                              | 66 |
| Особенности организации самостоятельной работы студентов заочной формы обучения..... | 85 |
| Варианты контрольной работы.....   | 85 |
| Список литературы.....   | 89 |
| Приложение 1 – Форма задания на курсовую работу.....                                 | 91 |
| Приложение 2 – Форма отчета по лабораторной работе.....                              | 92 |

**Миссия университета** – генерация передовых знаний, внедрение инновационных разработок и подготовка элитных кадров, способных действовать в условиях быстро меняющегося мира и обеспечивать опережающее развитие науки, технологий и других областей для содействия решению актуальных задач.

---

## **КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ**

Кафедра технологии молока и молочных продуктов была организована в 1931 году и является одной из старейших выпускающих кафедр университета. С 2007 года – кафедра технологии молока и пищевой биотехнологии, а в настоящее время кафедра прикладной биотехнологии.

Создание кафедры связано с именем известного ученого в области молочного дела профессора Семена Васильевича Парашука, руководившего кафедрой со дня ее основания до 1949 года. В настоящее время кафедрой руководит профессор Л.А. Забодалова.

История кафедры, ее традиции и достижения неразрывно связаны с именами высококвалифицированных преподавателей и ученых, замечательных людей, преданных своему делу, работавших на кафедре в различные периоды времени. Это профессора С.В. Парашук, М.С. Коваленко, М.М. Казанский, А.М. Маслов, А.Д. Грищенко, Г.В. Твердохлеб, Т.А. Кудрявцева; доценты А.И. Желтаков, Н.Г. Алексеев, А.Н. Королев, Н.А. Новоселов, А.И. Воробьев, Г.М. Паткуль, В.В. Глазачев, А.К. Аввакумов, В.Л. Гуляев; старшие преподаватели Л.А. Качтова, В.Д. Гудков и др. Имена и труды многих из них известны не только в нашей стране, но и за рубежом.

В настоящее время на кафедре сформировался высокопрофессиональный педагогический коллектив, достойно продолжающий дело, начатое 86 лет назад. Сотрудники кафедры, понимая всю важность подготовки квалифицированных специалистов для перерабатывающих отраслей промышленности и, в первую очередь, для молочной, выполняли и выполняют большую учебно-методическую работу по созданию учебной литературы, разработке новых учебных планов и программ, созданию технической базы для проведения лабораторных и практических занятий, внедрению современных технологий обучения, воспитанию обучающейся молодежи.



Евстигнеева Татьяна Николаевна

## **Основы биотехнологии пищевых продуктов**

**Учебно-методическое пособие**

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Подписано к печати

Заказ №

Тираж

Отпечатано на ризографе

Редакционно-издательский отдел  
Университета ИТМО  
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49