

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Т.Н. Евстигнеева, Е.П. Сучкова

ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

РЕКОМЕНДОВАНО К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В УНИВЕРСИТЕТЕ ИТМО
по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология» в качестве учебно-
-методического пособия для реализации основных профессиональных
образовательных программ высшего образования бакалавриата

Санкт-Петербург

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

2018

Евстигнеева Т.Н., Сучкова Е.П. Пищевая биотехнология: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2018. – 131 с.

Рецензент: Колодязная В.С., д.т.н., проф.

Представлены методические указания к самостоятельной работе студентов, выполнению домашнего задания, лабораторных работ по дисциплине «Пищевая биотехнология», варианты контрольных работ для студентов заочной формы обучения.

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



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, 2018

© Евстигнеева Т.Н., Сучкова Е.П., 2018

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Пищевая биотехнология» 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 биотехнологических 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. По каждой теме имеются ссылки на литературные источники, приведены вопросы для самопроверки.

При изучении дисциплины студентам заочной формы обучения следует руководствоваться учебной программой и вопросами для самопроверки; весьма полезно конспектировать наиболее важные моменты из учебных пособий по дисциплине. Студент представляет контрольную работу, номер варианта которой выбирается по последней цифре номера зачетной книжки студента. Варианты контрольной работы по дисциплине приведены ниже.

Раздел 1. Биотехнология продуктов из зернового сырья

Введение. Цель и задачи дисциплины. Современное состояние и перспективы развития хлебопекарной промышленности. Ассортимент хлебобулочных изделий. Пищевая ценность хлеба, пути ее повышения.

Основное и дополнительное сырье хлебопекарного производства. Виды и характеристика дрожжей, применяемых в хлебопекарном производстве. Подготовка сырья к производству в хлебопечении.

Способы приготовления пшеничного теста. Основные этапы приготовления хлеба из пшеничной муки.

Способы приготовления ржаного теста. Основные технологические операции приготовления хлеба из ржаной муки.

Дефекты хлебобулочных изделий, вызываемых нарушением технологического процесса, пути их предупреждения.

Черствение хлеба. Способы сохранения свежести хлеба. Картофельная болезнь хлеба. Способы предотвращения.

Характеристика видов солода, используемых в пивоварении. Характеристика зерна ячменя как сырья для производства солода. Технологическая схема производства солода. Характеристика подготовительных операций (приемка, очистка, сортирование и хранение ячменя) к процессу проращивания ячменя.

Замачивание ячменя, факторы, влияющие на процесс замачивания. Способы замачивания, применяемое оборудование.

Солодоращение, факторы, влияющие на процесс проращивания зерна. Применение активаторов и ингибиторов роста при солодоращении. Способы солодоращения.

Сушка солода, процессы, протекающие в солоде при сушке. Типы сушилок.

Самостоятельная работа студентов – 20,0 ч:

– работа по теме с литературой – [5,9,16,18,21], лекционным материалом;

– подготовка к лабораторной работе № 1 «Исследование качества клейковины» и оформление отчета;

– подготовка к лабораторной работе № 2 «Изучение влияния компонентов рецептуры на качество хлеба» и оформление отчета.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы перспективы развития хлебопекарной промышленности в РФ?

2. Охарактеризуйте понятие «качество» хлеба. Какие показатели формируют «качество» хлеба?

3. Охарактеризуйте понятие пищевой ценности хлеба. От каких факторов она зависит?

4. Назовите основное и дополнительное сырье хлебопекарного производства.

5. Какие виды дрожжей используют хлебопекарные предприятия?

6. Как осуществляется подготовка муки к производству хлеба?

7. Дайте сравнительную оценку опарных и безопарного способов приготовления пшеничного теста.

8. Охарактеризуйте способы приготовления ржаного теста.

9. Назовите основные операции технологического процесса производства хлеба.

10. Как влияют компоненты рецептуры и условия технологического режима на свойства теста и качество хлеба?

11. Укажите дефекты хлеба, вызванные неправильным проведением технологического процесса.

12. Какие болезни хлеба вам известны? Как их можно предотвратить?

13. В чем сущность процесса черствения хлеба? Каковы способы замедления черствения хлеба?

14. Назовите способы передачи тепла выпекаемой тестовой заготовки в пекарной камере.

15. Что такое выход хлеба? Какие факторы влияют на выход хлеба?

16. Какие технологические мероприятия способствуют повышению качества хлебобулочных изделий?

17. Охарактеризуйте зерно ячменя как сырье для производства солода.

18. Назовите основные операции технологического процесса производства солода.

19. Укажите типы сушилок и режимы сушки солода.

20. Дайте характеристику солоду как основному сырью в пивоварении.

Раздел 2. Биотехнология алкогольных, слабо-алкогольных и безалкогольных напитков

Характеристика сырья для пивоваренного производства. Характеристика и свойства микроорганизмов, применяемых в производстве пива и кваса.

Классификация пива. Общие технические требования к пиву, его пищевая ценность. Способы повышения стойкости пива. Технологическая

схема производства пива. Характеристика и назначение технологических процессов в пивоварении.

Характеристика, ассортимент и технология квасов, вырабатываемых методом брожения.

Характеристика, ассортимент и технология квасов бутылочного розлива и квасных напитков на хлебном сырье. Технология фруктово-ягодных квасов и квасов из виноградного сырья.

Сырье для производства спирта. Технология получения спирта из крахмалсодержащего сырья.

Классификация и химический состав виноградных вин. Общая технологическая схема производства виноградных вин. Технология получения суслу из винограда. Характеристика основных способов обработки вина в период его созревания. Характеристика основных дефектов вин и способов их устранения.

Классификация и характеристика природных минеральных вод. Добыча и технология промышленного розлива минеральных вод. Производство искусственно минерализованных вод.

Производство газированных безалкогольных напитков. Производство настоев и отваров из растительного сырья.

Самостоятельная работа студентов – 28,0 ч:

– работа по теме с литературой – [4,5,9,20,24], лекционным материалом;

– подготовка к лабораторной работе № 3 «Оценка качества пива» и оформление отчета;

– подготовка к лабораторной работе № 4 «Изучение технологии кваса» и оформление отчета.

Вопросы для самопроверки

1. Какое сырье применяют в пивоварении?
2. По каким показателям оценивают качество пива?
3. В чем сущность основных технологических операций производства пива?
4. В чем сущность технологии квасов, вырабатываемых методом брожения?
5. Назовите основные технологические операции получения спирта из крахмалсодержащего сырья.
6. В чем сущность основных технологических операций производства виноградных вин?
7. Укажите основные дефекты виноградных вин и способы их устранения.

8. Приведите классификацию и дайте характеристику природных минеральных вод.

9. Как производят искусственно минерализованные воды?

10. В чем сущность технологии газированных безалкогольных напитков?

11. Как производят настои и отвары из растительного сырья?

Раздел 3. Биотехнология продуктов из плодоовощного сырья

Технологическая схема производства сырого и сухого картофельного крахмала. Назначение и сущность технологических операций производства глюкозно-фруктозных сиропов и крахмальной патоки.

Классификация модифицированных крахмалов. Получение и применение расщепленных и замещенных крахмалов.

Производство овощных натуральных консервов (зеленый горошек, консервированные огурцы и томаты) и овощных закусочных консервов (фаршированный перец, икра баклажанная и кабачковая).

Маринование овощей и плодов. Особенности производства слабокислых и кислых овощных маринадов. Производство концентрированных томатопродуктов. Технология производства квашеной капусты.

Соление огурцов и томатов. Хранение соленой продукции.

Мочение яблок. Требования к качеству сырья. Хранение моченой продукции.

Производство неосветлённых и осветленных плодовых и ягодных соков. Производство томатного сока.

Производство варенья из различных видов сырья.

Самостоятельная работа студентов – 16,0 ч:

– работа по теме с литературой – [14], лекционным материалом;

– подготовка к лабораторной работе № 5 «Оценка качества картофельного крахмала» и оформление отчета.

Вопросы для самопроверки

1. В чем сущность основных технологических операций производства сухого картофельного крахмала?

2. Приведите классификацию модифицированных крахмалов.

3. Как получают замещенные и расщепленные крахмалы?

4. Назовите основные технологические операции производства овощных натуральных и закусочных консервов.

5. В чем особенности производства слабокислых и кислых овощных маринадов?

6. Как производят концентрированные томатопродукты?

7. В чем сущность технологии производства квашеной капусты?

8. Охарактеризуйте процесс производства соленой продукции из огурцов и томатов.

9. Укажите основные технологические операции производства неосветленных и осветленных плодовых и ягодных соков.

10. Как производят варенье из различных видов сырья?

Раздел 4. Основы технологии чая

Ассортимент чая. Характеристика чайного сырья и новые тенденции в технологии переработки и формировании ассортимента чая.

Влияние технологии производства на качество чая.

Самостоятельная работа студентов – 8,0 ч:

– работа по теме с лекционным материалом, источниками сети Интернет.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте характеристику чайного сырья.

2. Каковы новые тенденции в технологии переработки и формировании ассортимента чая?

3. По каким показателям оценивают качество чая?

3. В чем сущность технологических операций производства чая?

4. Какие факторы влияют на качество чая?

Раздел 5. Биотехнология продуктов на молочной основе

Пищевые и диетические свойства кисломолочных продуктов. Ассортимент кисломолочных напитков. Способы производства кисломолочных напитков и их сравнительная оценка. Общая технологическая схема производства кисломолочных напитков. Обоснование режимов тепловой и механической обработки. Технология кефира, влияние технологических факторов на органолептические и физико-химические показатели продукта. Технология кисломолочных напитков на примере ряженки и йогурта. Современные способы увеличения сроков годности кисломолочных напитков.

Схема технологического процесса производства сметаны. Факторы, влияющие на формирование качество сметаны. Особенности технологии сметанных продуктов.

Классификация способов производства творога. Общая технологическая схема производства творога. Производство творога с применением различного технологического оборудования. Технология мягкого диетического творога.

Классификация сыров. Требования к качеству сырья в сыроделии. Сыропригодность молока. Основные операции и режимы технологического процесса производства полутвердых сычужных сыров. Технология мягких сыров на примере сыра Рокфор.

Технология кисломолочного масла методом сбивания сливок. Технология кисломолочного масла методом преобразования высокожирных сливок.

Химический состав, физические свойства и биологическая ценность вторичного молочного сырья. Основные направления переработки вторичного молочного сырья с применением биотехнологических методов.

Технологическая схема производства лактулозы. Биотехнология этилового спирта из сыворотки. Технология казеината натрия пищевого, сыворотки молочной обогащенной. Основные технологические операции производства молочной кислоты из сыворотки.

Самостоятельная работа студентов – 30,0 ч:

- работа по теме с литературой – [1,3,7,8,9,10,11,12,13,25], лекционным материалом;
- подготовка к лабораторной работе № 6 «Изучение технологии кисломолочных напитков» и оформление отчета;
- подготовка к лабораторной работе № 7 «Изучение технологии творога» и оформление отчета;
- подготовка к лабораторной работе № 8 «Производство Голландского сыра» и оформление отчета.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте сравнительную оценку способов производства кисломолочных напитков.
2. Каковы основные операции технологического процесса производства кисломолочных напитков?
3. В чем особенности технологического процесса производства кефира?
4. Какие Вам известны современные способы увеличения сроков годности кисломолочных напитков?

5. В чем назначение и сущность основных операций технологического процесса производства сметаны?
6. По каким показателям оценивают качество кисломолочных напитков, сметаны и творога?
7. Приведите классификацию способов производства творога.
8. В чем назначение и сущность основных операций технологического процесса производства творога?
9. В чем особенности аппаратурного оформления различных способов производства творога?
10. Приведите классификацию сыров.
11. Что понимают под сыропригодностью молока?
12. В чем назначение и сущность основных операций технологического процесса производства полутвердых сычужных сыров?
13. Проведите сравнительную оценку способов производства кисломолочного масла.
14. Каковы основные направления переработки вторичного молочного сырья с применением биотехнологических методов?
15. В чем назначение и сущность основных операций технологического процесса производства лактулозы?

Раздел 6. Биотехнология мяса и мясопродуктов

Технология и техника охлаждения и хранения охлажденного мяса. Современные пути увеличения сроков хранения охлажденного мяса.

Технология и техника замораживания мяса. Режимы и допустимые сроки хранения. Классификация методов размораживания мяса, их характеристика и технологическая оценка.

Технология и организация производства крупнокусковых и натуральных полуфабрикатов.

Основное и вспомогательное сырье для производства колбасных изделий. Характеристика, особенности подготовки.

Приготовление мясных эмульсий. Физико-химическая сущность процесса. Факторы, влияющие на стабильность мясных эмульсий.

Технологическая схема производства вареных колбас. Технология производства сырокопченых колбас. Направленное использование микрофлоры в колбасном производстве. Производство сыровяленых колбасных изделий.

Самостоятельная работа студентов – 20 ч:

- работа по теме с литературой – [1,2,7,15,18], лекционным материалом;
- подготовка к лабораторной работе № 9 «Определение качества мясных полуфабрикатов» и оформление отчета;

– подготовка к лабораторной работе № 10 «Технология рубленых полуфабрикатов, обогащенных функциональными компонентами» и оформление отчета.

Вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте технологию и технику охлаждения мяса.
2. Каковы современные пути увеличения сроков хранения охлажденного мяса?
3. Дайте сравнительную оценку способов размораживания мяса?
4. Укажите основное и вспомогательное сырье для производства колбасных изделий?
5. Какие факторы влияют на стабильность мясных эмульсий?
6. В чем назначение и сущность основных операций технологического процесса производства вареных колбас?
7. Каковы особенности технологии сырокопченых и сыровяленых колбасных изделий?

Раздел 7. Биотехнология продуктов из гидробионтов

Технология и техника охлаждения и хранения охлажденной рыбы. Технология и техника замораживания рыбы.

Технологическая схема и характеристика основных операций производства рыбных консервов в масле, натуральных рыбных консервов и рыбных пресервов.

Технология производства рыбы горячего копчения, режимы хранения продукции. Технология производства рыбы холодного копчения, режимы хранения продукции.

Технология производства соленой рыбы. Способы посола. Технология производства пряно-соленой и маринованной рыбной продукции.

Технология производства вяленой и сушеной рыбы.

Производство белковых продуктов из гидробионтов. Характеристика эмульсионных и пастообразных продуктов из гидробионтов.

Самостоятельная работа студентов – 16,0 ч:

– работа по теме с литературой – [1,6,9,15], лекционным материалом;

– подготовка к лабораторной работе № 11 «Изучение факторов, влияющих на влагоудерживающую способность рыбных фаршей» и оформление отчета.

Вопросы для самопроверки

1. Какие виды сырья применяют в рыбной отрасли?
2. Охарактеризуйте технологию и технику охлаждения и замораживания рыбы.
3. Укажите основные технологические операции процесса производства натуральных рыбных консервов и натуральных рыбных консервов с добавлением масла.
4. В чем сущность технологии рыбы горячего и холодного копчения?
5. Какие способы посола рыбы Вам известны?
6. Как производят пряно-соленую и маринованную рыбную продукцию?
7. Дайте характеристику эмульсионных и пастообразных продуктов из гидробионтов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ

Каждый студент выполняет один из предлагаемых 10 вариантов домашнего задания в 6 и 7 учебных семестрах. В каждом варианте предусматривается составление технологической и аппаратурно-технологической схем производства двух пищевых продуктов.

Технологическая схема и описание аппаратурно-технологической схемы представляются в печатной форме. Аппаратурно-технологическая схема выполняется с применением компьютерных графических программ или чертежных инструментов по желанию студента. Варианты домашних заданий по семестрам представлены ниже.

6-й семестр

Вариант 1

1. Солод пивоваренный ячменный светлый.
2. Пиво светлое пастеризованное фильтрованное.

Вариант 2

1. Солод пивоваренный ячменный темный.
2. Пиво темное пастеризованное нефильтованное осветленное.

Вариант 3

1. Солод пивоваренный ячменный карамельный.
2. Пиво светлое пастеризованное нефильтованное неосветленное.

Вариант 4

1. Солод пивоваренный ячменный жженный.
2. Пиво светлое непастеризованное фильтрованное.

Вариант 5

1. Хлеб формовой из пшеничной муки.
2. Квас пастеризованный нефильтованный неосветленный.

Вариант 6

1. Хлеб подовый из пшеничной муки.
2. Квас холодной стерилизации фильтрованный.

Вариант 7

1. Хлеб подовый из ржаной муки.
2. Квас пастеризованный фильтрованный.

Вариант 8

1. Хлеб формовой из ржаной муки

2. Безалкогольный напиток на растительном сырье.

Вариант 9

1. Хлеб подовый из ржаной муки.
2. Безалкогольный напиток с использованием минеральной воды.

Вариант 10

1. Батон нарезной из пшеничной муки.
2. Вино столовое сухое.

7-й семестр

Вариант 1

1. Кефир массовой долей жира 1,5 %.
2. Сметана массовой долей жира 15 %.

Вариант 2

1. Йогурт плодово-ягодный массовой долей жира 1,0 %.
2. Биосметана массовой долей жира 10 %.

Вариант 3

1. Ряженка массовой долей жира 4 %.
2. Творог мягкий диетический обезжиренный.

Вариант 4

1. Ацидофилин сладкий массовой долей жира 3,2 %.
2. Творог массовой долей жира 9 %, выработанный на линии А-ТЛ.

Вариант 5

1. Биоюгурт массовой долей жира 2,5 %.
2. Сыр Российский.

Вариант 6

1. Варенец массовой долей жира 2,5 %.
2. Сыр Голландский.

Вариант 7

1. Биокефир обезжиренный.
3. Творог массовой долей жира 5 %, выработанный на оборудовании ТИ-4000.

Вариант 8

1. Ацидолакт витаминизированный массовой долей жира 1,5 %.

2. Сыр Русский камамбер.

Вариант 9

1. Хлеб подовый из ржаной муки.
2. Безалкогольный напиток с использованием минеральной воды.

Вариант 10

1. Кефир витаминизированный массовой долей жира 1 %.
2. Творог массовой долей жира 5 %, выработанный на линии Я9-ОПТ.

В технологической схеме указываются не только названия операций и вид оборудования, на котором они производятся, но и все технологические параметры процесса. Например: режимы обработки сырья, полуфабрикатов и готового продукта (температура пастеризации, выдержка, температура и давление гомогенизации, кислотность в конце сквашивания и т. п.), количество вносимых добавок и т. д. В качестве примера на рис. 1 приведена технологическая схема процесса производства йогурта резервуарным способом.

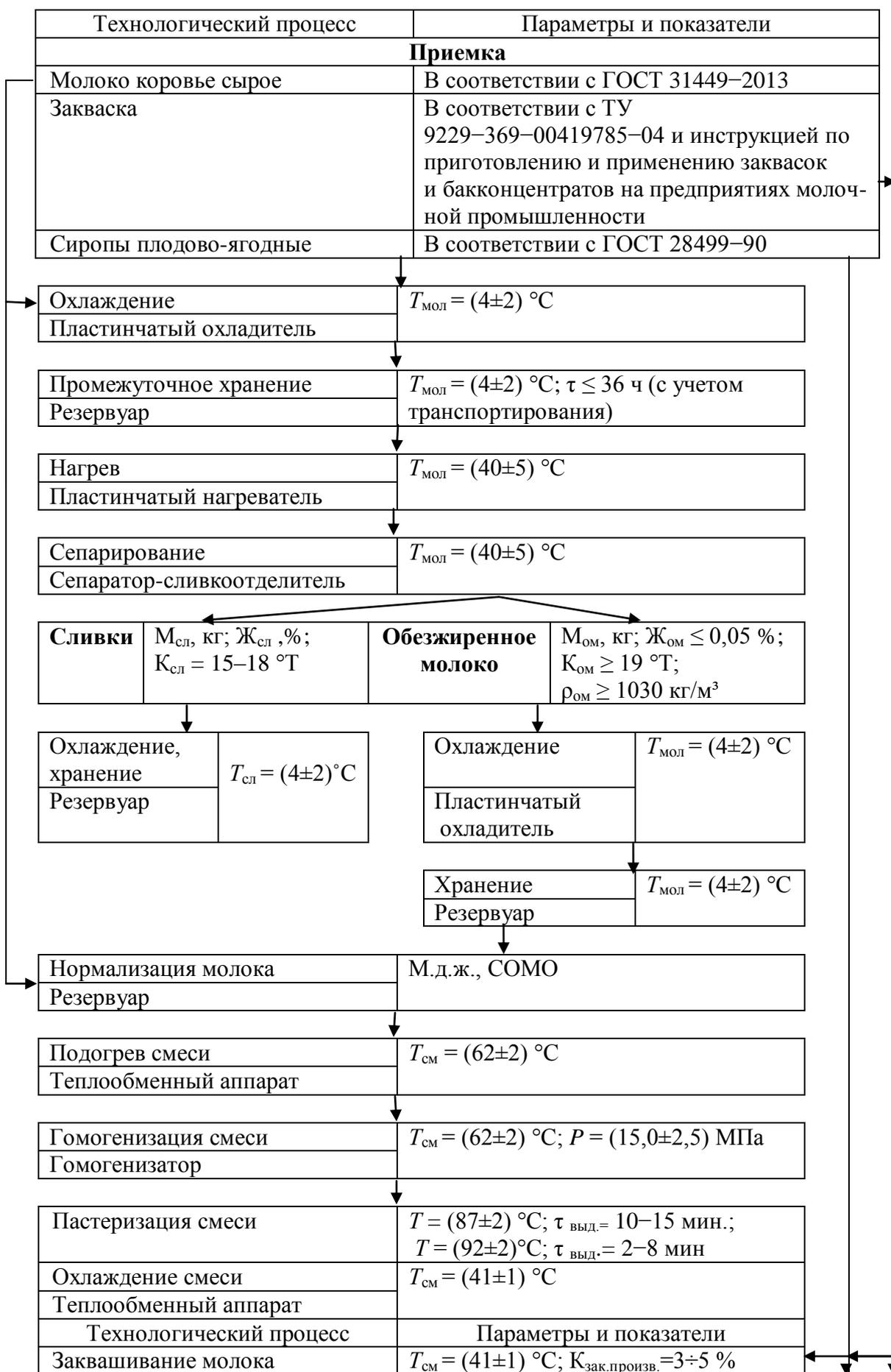
Аппаратурно-технологическую схему производства продуктов выполняют в произвольном масштабе, но с обязательным соблюдением пропорциональности в изображении машин и аппаратов. При изображении оборудования следует руководствоваться специальной литературой (учебниками по технологическому оборудованию, каталогами оборудования и т. п.).

Схема должна наглядно показывать взаимосвязь технологического оборудования, движение сырья, полуфабрикатов и готовой продукции от момента приемки сырья (автомолцистерна, насос, весы или счетная установка, ...) до выпуска готовой продукции (оборудование для фасования готового продукта).

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

Рекомендуется следующий принцип обозначений (например, при выполнении технологической схемы производства йогурта):

29 – молоко заготавливаемое, 30 – молоко обезжиренное, 31 – молоко нормализованное, 32 – молоко очищенное, 33 – молоко гомогенизированное, 34 – молоко пастеризованное, 35 – молоко пастеризованное охлажденное, 36 – закваска, 37 – йогурт.



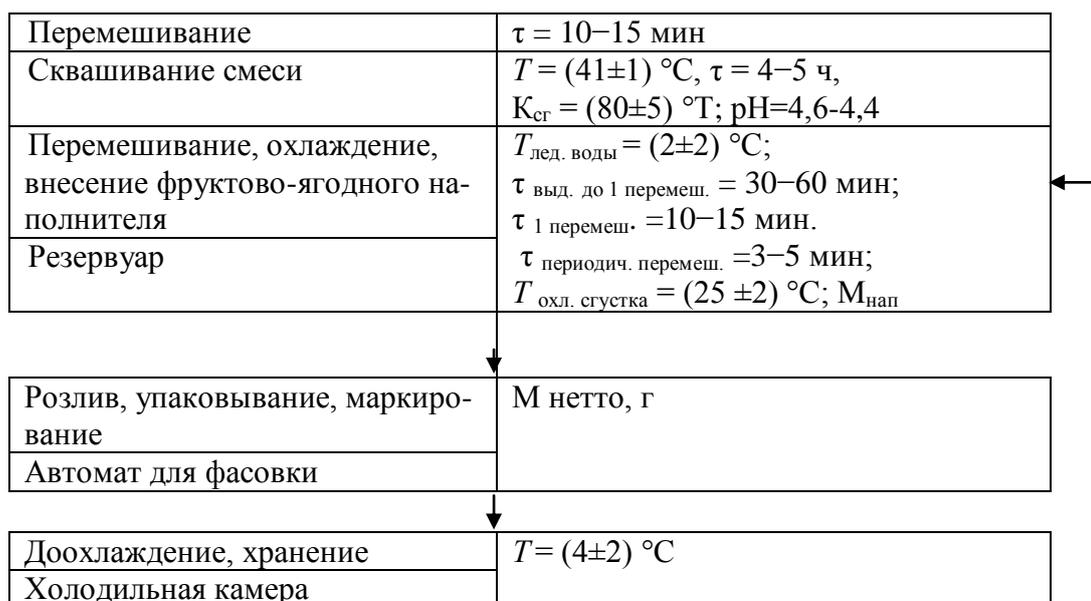


Рис. 1. Технологическая схема производства йогурта

На аппаратурно-технологической схеме следует проставить над потоками движения молока и продуктов условные обозначения тех показателей технологического и микробиологического контроля, по которым следует провести анализ на данном этапе.

Рекомендуемые условные обозначения контролируемых показателей

Т – температура	Эг – эффективность гомогенизации
Тз – температура замерзания	Р – редуктазная проба
К – титруемая кислотность	Ф – проба на фосфатазу
П – плотность	БГКП – бактерии группы кишечных палочек
Ж – массовая доля жира	КМАФАнМ – количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов
В – массовая доля влаги	МКБ – количество молочнокислых микроорганизмов
С – массовая доля сахара	ДР – количество дрожжей
СВ – массовая доля сухих веществ	ПЛ – количество плесеней
Б – массовая доля белка	А – активность закваски
Тр – термоустойчивость	МКП – микроскопический препарат
Ч – группа чистоты	СК – количество соматических клеток
Рст – растворимость	
М – масса	
О – органолептические показатели	
Д – давление гомогенизации	

Аппаратурно-технологическая схема может быть выполнена с применением компьютерных графических программ, а также с помощью карандаша.

Описание технологической схемы необходимо совместить с описанием аппаратурно-технологической схемы, т. е. с указанием номеров оборудования, на котором будут осуществляться данные процессы. Например: «Доброкачественное молоко через счетную установку 1 поступает на пластинчатый охладитель 2, где охлаждается до температуры (4 ± 2) °С и направляется в резервуары для хранения молока 3. Для производства йогурта молоко центробежным насосом 4 из резервуара 3 подается на».

Технологическая схема и ее описание представляются в печатной форме.

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). 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. При воспламенении горючих жидкостей (бензин, эфир, спирт и др.) следует быстро погасить горелки, выключить электронагревательные приборы и принять меры к тушению пожара.
10. По окончании работы привести в порядок рабочее место (вымыть посуду, поставить на рабочее место реактивы, приборы и т. п.).

Лабораторная работа № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА СЫРОЙ КЛЕЙКОВИНЫ И ЕЁ МАССОВОЙ ДОЛИ

Цель работы – приобретение практических навыков оценки количества и качества клейковины.

Ход работы:

Выполняются задания:

Задание 1. Замесить тесто и отмыть клейковину.

Задание 2. Оценить количество и качество клейковины.

Под «силой» муки понимают способность муки образовывать тесто, обладающее после замеса, в ходе брожения и расстойки определенными реологическими (структурно-механическими) свойствами. По этому показателю пшеничная мука делится на три группы: сильная, средняя и слабая.

«Сильной» считают муку, которая при замесе из нее теста нормальной консистенции способна поглотить большее количество воды, а также образовать тесто, устойчиво сохраняющее свои реологические свойства (вязкость, упругость, эластичность) и сухость на ощупь в процессе замеса и брожения. «Сильная» мука обладает большей газодерживающей способностью.

«Слабой» называют муку, которая при замесе теста нормальной консистенции поглощает мало воды. Реологические свойства теста из такой муки в процессе замеса и брожения быстро изменяются так, что в конце брожения тесто становится «слабым», малоэластичным, липким и мажущимся. Газодерживающая способность «слабой» муки низкая.

«Средняя по силе» мука занимает промежуточное положение. Основными признаками, влияющими на «силу» муки, являются содержание и свойства высокомолекулярных белковых веществ, протеолитических ферментов, активаторов и ингибиторов протеолиза, входящих в состав белково-протеиназного комплекса. Немаловажная роль принадлежит ее углеводному комплексу, гидролитическим ферментам, липидам и т. д.

Нерастворимые в воде высокомолекулярные белковые вещества зерна пшеницы и муки из нее обладают способностью при замесе теста из муки и воды образовывать связную, упругую и эластичную массу, называемую клейковиной. От количества и свойств клейковинных белков в значительной степени зависит способность муки поглощать воду при замесе, формировать тесто, задерживать диоксид углерода при его

образовании.

Клейковине принадлежит решающая роль в определении реологических свойств теста, или «силы» муки. Различают сырую клейковину, получаемую путем отмывания теста вместе с поглощенной ею водой, и сухую клейковину после ее высушивания. На «силу» муки существенное влияние оказывают не только содержание в ней клейковины, но и ее свойства (качество). Количество сырой клейковины в муке определяют, отмывая ее из теста, замешенного из муки и воды.

Аппаратура, сырье и материалы: весы технические, цилиндр мерный вместимостью 25 см³, ступка фарфоровая, шпатель или пестик, термометр, часы сигнальные, чашки лабораторные, таз вместимостью 5 дм³, сито из шелковой или полиамидной ткани № 27, полотенце, раствор йода, часовое стекло, стакан стеклянный, линейка, измеритель деформации клейковины ИДК-3М, аналитические весы, проба муки, водопроводная вода.

Получение клейковины и оценка ее качества

Навеску муки массой 25 г, взятой с точностью до 0,1 г, помещают в фарфоровую ступку, добавляют 13 см³ водопроводной воды, температура которой (18±2) °С, и шпателем замешивают тесто до однородной консистенции. Приставшие к шпателю частички теста присоединяют к куску теста.

По окончании замеса полученное тесто хорошо проминают руками, скатывают в шарик, помещают в чашку, закрывают крышкой или часовым стеклом (для предотвращения заветривания) и оставляют на 20 мин для отлежки. По истечении 20 мин начинают отмывание клейковины под слабой струей воды с температурой (18±2) °С над ситом из шелковой или полиамидной ткани.

Вначале отмывание ведут осторожно, разминая тесто пальцами, чтобы вместе с крахмалом не оторвались кусочки теста или клейковины. Когда большая часть крахмала и оболочек удалена, отмывание ведут энергичнее между обеими ладонями. Оторвавшиеся кусочки клейковины тщательно собирают с сита и присоединяют к общей массе клейковины.

Допускается отмывание клейковины в емкости с 2 – 3 дм³ воды. Для этого тесто опускают в воду на ладони и разминают его пальцами. В процессе отмывания клейковины воду меняют не менее трех-четырёх раз, процеживая через сито. Отмывание ведут до тех пор, пока оболочки не будут почти полностью отмыты, и вода, стекающая при отжимании клейковины, не будет прозрачной (без мути).

Для установления полноты отмывания клейковины применяют следующие методы:

а) к капле воды, выжатой из отмытой клейковины, добавляют каплю раствора йода – отсутствие синего окрашивания указывает на полное удаление крахмала;

б) в чистую воду, налитую в хорошо вымытый стакан, выжимают из клейковины две-три капли промывной воды – отсутствие помутнения указывает на полноту удаления крахмала.

Отмытую клейковину отжимают прессованием между ладонями, вытирая их сухим полотенцем. При этом клейковину несколько раз выворачивают и снова отжимают между ладонями, пока она не начнет слегка прилипать к рукам. Отжатую клейковину взвешивают с точностью до второго десятичного знака, затем еще раз промывают в течение 5 мин, вновь отжимают и взвешивают. Если разница между двумя взвешиваниями не превышает 0,1 г, отмывание считают законченным. Полученное количество клейковины выражают в процентах к массе муки [5, 21].

Для качественной оценки клейковины ее оценивают органолептически (цвет) и по физическим свойствам (растяжимость, эластичность, способность оказывать сопротивление деформирующей нагрузке сжатия).

Клейковина хорошего качества имеет серый цвет с желтоватым оттенком, не липнет к рукам, мало расплывается; плохого – темная с сероватым оттенком, липнет к рукам, расплывается. Для определения качества клейковины из окончательно отмытой, отжатой и взвешенной клейковины выделяют навеску массой 4 г, обминают три-четыре раза пальцами, придавая ей шарообразную форму с гладкой, без разрывов поверхностью. Шарик клейковины помещают для отлежки в чашку с водой, температура которой (18 ± 2) °С, на 15 мин, после чего определяют растяжимость и эластичность.

Растяжимость клейковины – это свойство ее растягиваться в длину. Для определения растяжимости 4 г клейковины берут тремя пальцами обеих рук и над линейкой в течение 10 с равномерно, без подкручивания, растягивают до разрыва. В момент разрыва клейковины отмечают длину, на которую она растянулась. Клейковина считается слабой при растяжимости свыше 18 см, хорошей по силе – при растяжимости 14 – 16 см, крепкой – ниже 12 см.

Эластичностью клейковины называют ее свойство восстанавливать первоначальную форму после снятия растягивающего усилия. Кусочек клейковины тремя пальцами обеих рук растягивают примерно на 2 см и отпускают или кусочек клейковины сдавливают двумя пальцами. По степени и скорости восстановления первоначальной длины или формы кусочка клейковины судят о ее эластичности. Хорошая по эластичности клейковина растягивается достаточно хорошо и постепенно почти полностью восстанавливает первоначальную длину или форму. Чем более растяжима клейковина из муки нормального качества, тем она менее

эластична.

Эластичность клейковины определяют по степени и скорости восстановления первоначальной длины или формы данного кусочка. Хорошая по эластичности клейковина растягивается достаточно сильно при обязательном почти полном последующем постепенном восстановлении первоначальной формы после снятия растягивающего усилия или надавливания пальцами. Клейковина неудовлетворительной эластичности или совсем не восстанавливается после снятия растягивающего усилия, или немного растягивается с частичными разрывами отдельных слоев и после снятия растягивающего усилия быстро сжимается (упругая, неэластичная).

Клейковина удовлетворительной эластичности занимает промежуточное положение между хорошей и неудовлетворительной эластичностью. В зависимости от эластичности и растяжимости клейковину подразделяют на три группы: I – хорошей эластичности, по растяжимости – длинная и средняя; II – хорошей эластичности, по растяжимости – короткая; удовлетворительной эластичности, по растяжимости – короткая, средняя или длинная; III – малоэластичная, сильно тянущаяся, провисающая при растягивании, разрывающаяся под тяжестью собственного веса, плывущая, а также неэластичная, крошащаяся.

Упругие свойства клейковины измеряют на приборе ИДК-3М. Этот прибор предназначен для определения способности клейковины оказывать сопротивление деформирующей нагрузке сжатия. Результаты измерений упругих свойств клейковины выражают в условных единицах прибора. Чем выше указанная способность образца, тем меньше он сожмется и тем меньшая величина будет зафиксирована прибором.

Шарик сырой клейковины массой 4 г после 15-минутной отлежки вынимают из чашки, помещают его в центр опорного столика и нажимают кнопку «Пуск». Пуансон опускается и сжимает клейковину в течение 30 с. При загорании индикатора «Результат» с табло снимают и записывают показания прибора. После автоматического возвращения пуансона в верхнее положение загорается индикатор «Готов», клейковину снимают со столика прибора и вытирают диски пуансона и опорного столика. За показатель качества клейковины принимают среднеарифметическое значение из двух параллельных определений.

В зависимости от показаний прибора, выраженных в условных единицах шкалы прибора, клейковину относят к соответствующей группе качества (табл. 1).

Таблица 1 – Группа качества клейковины

Группа	Показания прибора ИДК
Очень сильная (неудовлетворительная крепкая)	0–15
Сильная (удовлетворительная крепкая)	20–60
Средняя (хорошая)	60–80
Удовлетворительная слабая	80–100
Неудовлетворительная слабая	100–120

Оформление отчета

Отчет должен содержать: цель работы, данные о количестве муки, отмытой клейковины, расчет массовой доля клейковины в муке, %; заключение о качестве клейковины.

Лабораторная работа № 2

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ РЕЦЕПТУРЫ НА КАЧЕСТВО ХЛЕБА

Цель работы – закрепление теоретических знаний о формировании качества хлеба в зависимости от компонентов рецептуры, получение практических навыков определения органолептических и физико-химических показателей готовой продукции.

Ход работы:

Выполняются задания:

Задание 1. Провести пробную лабораторную выпечку хлеба из пшеничной муки высшего сорта при несоблюдении рецептуры теста.

Задание 2. Определить органолептические и физико-химические показатели хлеба, сформулировать заключение о влиянии количества соли или воды на качество хлеба.

Причинами дефектов хлебобулочных изделий могут быть пониженные хлебопекарные свойства муки и низкое качество другого сырья (например, дрожжей), нарушение режимов хранения сырья и его подготовки к производству, несоблюдение рецептуры, параметров технологического процесса приготовления теста, расстойки тестовых

заготовок, выпечки, хранения и транспортирования хлебобулочных изделий.

К основным видам пшеничной муки с пониженными хлебопекарными свойствами относят:

- муку с крепкой клейковиной;
- муку из проросшего зерна;
- муку из зерна, поврежденного клопом-черепашкой;
- муку из свежесмолотого зерна.

Дефекты хлеба могут быть вызваны неправильным приготовлением теста – неправильная или неточная дозировка муки, воды, соли, дрожжей или дополнительного сырья.

Отклонение влажности теста от величины, определенной расчетом с учетом ГОСТ для данного сорта изделия, сказывается на качестве хлеба. Повышенная влажность теста вызывает расплываемость подовых изделий, пониженная влажность теста может привести к получению хлеба малого объема с плотным мякишем.

Отсутствие соли или уменьшение ее количества вызывает образование липкого мякиша и повышенную расплываемость изделий, изменяет вкус. Передозировка соли тормозит микробиологические и биохимические процессы, протекающие при созревании теста, в результате чего хлеб получается с бледно-окрашенной коркой, низкого объема, с излишне соленым вкусом.

Значительное влияние на качество хлеба оказывает интенсивность замеса теста, формовка теста и продолжительность и условия окончательной расстойки кусков теста. Дефекты хлеба могут быть вызваны как недостаточной продолжительностью расстойки, так и избыточной. Большое влияние на качество хлебобулочных изделий оказывают условия выпечки.

Для получения хлебобулочных изделий хорошего качества необходимо соблюдать рецептуру и оптимальные параметры технологического процесса.

Аппаратура, материалы и оборудование: весы торговые, весы технические (аналитические), емкости для взвешивания и подготовки сырья, сито для муки, скребки, шпатели, часы, термометр спиртовой, влагомер, фарфоровая ступка и пестик, мерный цилиндр, дистиллированная вода, раствор фенолфталеина, 0,1 н. раствор гидроксида натрия, емкости для брожения теста, формы и листы для выпечки хлеба, расстойный шкаф, печь хлебопекарная, приспособление для измерения объема хлеба.

Сырье: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, дрожжи прессованные хлебопекарные, соль поваренная пищевая, вода питьевая.

Порядок выполнения работы

В ходе выполнения лабораторной работы необходимо произвести выпечку хлеба с использованием различных рецептов, определить органолептические и физико-химические показатели качества готовой продукции.

Расчет рецептуры теста производят в соответствии с данными, приведенными в табл. 2 с учетом того, что на одну выпечку используется 150 г муки.

На лабораторном занятии студенты выполняют 4 варианта выпечек:

- 1 вариант – контрольный из пшеничной муки высшего сорта;
- 2 вариант – из рецептуры исключается поваренная соль;
- 3 вариант – применяется передозировка соли (4 % к массе муки);
- 4 вариант – повышенная влажность теста (48 – 50 %);

Приготовление теста для всех вариантов осуществляется безопасным способом.

Таблица 2 – Рецептура приготовления теста из пшеничной муки

Наименование сырья	Варианты выпечек			
	1	2	3	4
На 100 г муки				
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, г	100	100	100	100
Дрожжи хлебопекарные прессованные, г	2,5	2,5	2,5	2,5
Соль поваренная пищевая, г	1,5	-	4,0	1,5
Вода, см ³	По расчету			
Влажность, %	44,0	44,0	44,0	48,0
На 150 г муки				
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, г				
Дрожжи хлебопекарные прессованные, г				
Соль поваренная пищевая, г				
Вода, см ³				
Влажность, %				

Определение количества воды, необходимого на замес теста

Количество воды определяют по формуле:

$$G_B = G_C (W_T - W_{CP}) / (100 - W_T), \quad (1)$$

где: G_B – количество воды в тесте, см³; G_C – суммарная масса сырья, идущего на приготовление теста (без воды), г; W_T – влажность теста, %; W_{CP} – средневзвешенная влажность сырья, %.

Средневзвешенную влажность сырья рассчитывают по формуле:

$$W_{CP} = (G_M W_T + G_{СОЛ} W_{СОЛ} + G_D W_D) / G_C, \quad (2)$$

где: G_M , $G_{СОЛ}$, G_D – масса муки, соли, дрожжей, идущая на приготовление теста, г; W_M , $W_{СОЛ}$, W_D – соответственно влажность муки, соли, дрожжей, %; G_C – суммарная масса сырья, идущего на приготовление теста (без воды), г.

Определение температуры воды, идущей на замес теста

Температуру воды, идущей на замес теста, определяют по формуле, при условии, что температура теста будет равна 30 °С:

$$t_B = t_T + C_M G_M (t_T - t_M) / C_B G_B + K, \quad (3)$$

где: t_B – искомая температура воды, °С; t_T – заданная температура теста, (30 °С); C_M – удельная теплоемкость муки, кДж/кг·К (1,257); C_B – удельная теплоемкость воды, кДж/к·К (4,19); G_M – масса муки, г; G_B – количество воды в тесте, г; t_M – температура муки, °С; K – поправочный коэффициент (в летнее время – 0–1, в весеннее и осеннее – 2, в зимнее – 3).

Проведение замеса и брожения теста

Цель замеса – получить однородную во всем объеме массу с оптимальными физическими свойствами для дальнейшей разделки, расстойки и выпечки. Замес теста проводится вручную. Перед замесом предусмотренное по рецептуре количество муки помещают в сосуд, отмеривают нужное количество воды с температурой, необходимой для получения теста после замеса, 30 °С. В части этой воды предварительно растворяют соль, сахар и разводят прессованные дрожжи. Приготовленное для замеса сырье и воду вносят в сосуд с мукой и вначале замешивают со всем количеством муки при помощи шпателя, а затем руками до полного перемешивания составных частей и получения однородной массы.

Замешанное тесто помещают в сосуд для брожения, который устанавливают в термостат. В термостате поддерживают температуру 35 °С. Чтобы тесто не заветривалось, его сверху укрывают влажной тканью. Продолжительность брожения теста составляет 150 мин.

Проведение разделки, окончательной расстойки теста

После брожения кусок теста формируют вручную на столе, т. е. придают ему форму. Тестовую заготовку помещают в смазанную

растительным маслом металлическую форму. Форму с тестом помещают в термостат (температура 35 °С). Продолжительность расстойки всех образцов составляет 60 мин. По окончании расстойки определяют кислотность и влажность теста.

Проведение контроля влажности и кислотности теста

Определение массовой доли влаги экспрессным методом высушивания. Применяют прибор Элекс-7, представляющий собой две массивные металлические плиты прямоугольной формы, между которыми помещается тонкий слой высушиваемого материала. Высушивают тесто в пакетах, которые готовят из газетной бумаги. Бумагу форматом 15x15 см складывают по диагонали, загибая края на 1,5 см. Подготовленные пакеты предварительно сушат в приборе при температуре 160 °С в течение 3 мин, охлаждают 2–3 мин в эксикаторе и взвешивают с погрешностью $\pm 0,01$ г. Во взвешенный пакет берут навеску теста массой 5 г, по возможности распределяя ее равномерно по всей площади пакетика. Пакет закрывают, помещают в прибор и высушивают при температуре 160 °С в течение 5 мин. По истечении времени высушивания пакеты с тестом и охлаждают 1–2 мин в эксикаторе и взвешивают. Из-за гигроскопичности бумаги и навески взвешивать пакеты следует быстро. Массовую долю влаги в тесте рассчитывают по формуле

$$W = (m - m_1) \cdot 100 / m_2, \quad (4)$$

где: W – влажность теста, %; m – масса пакета с навеской до высушивания, г; m_1 – масса пакета с навеской после высушивания, г; m_2 – навеска теста, г.

Определение титруемой кислотности теста. Отвешивают на технических весах 5 г теста. Навеску переносят в фарфоровую ступку и растирают с 50 см³ дистиллированной воды. Сначала, добавляя воду по каплям, доводят навеску теста до состояния суспензии, затем приливают оставшуюся воду. Прибавляют три-пять капель 1 %-го спиртового раствора фенолфталеина. Полученную питательную смесь титруют 0,1 н. раствором NaOH до появления бледно-розового окрашивания, не исчезающего в течение минуты.

Титруемую кислотность теста определяют по формуле

$$K_T = 100 \cdot V \cdot K / G_T \cdot 10, \quad (5)$$

где: K_T – титруемая кислотность теста, град; V – количество 0,1 н. NaOH, затраченной на титрование, см³; G_T – масса теста, г; K – поправочный

коэффициент к титру щелочи; 1/10 – коэффициент приведения 0,1 н. раствора NaOH к нормальному.

Проведение органолептической оценки состояния теста

Состояние поверхности – выпуклая, плоская, осевшая, заветренная, в мелкой сеточке и т.д.; при нормальном брожении тесто имеет выпуклую поверхность;

консистенция – слабая, крепкая, нормальная – и протес;

степень сухости – влажное, сухое, мажущееся, липкое, слизистое; осязаемая, видимая на глаз (в виде мельчайших капелек) влажность теста свидетельствует о его дефективности;

структура теста – наблюдается при раздвигании его руками; при нормально протекающем брожении тесто должно быть хорошо разрыхлено и иметь сетчатую структуру;

аромат – при нормально проходящем процессе брожения – сильно спиртовой.

Выпечка хлеба

Выпечку хлеба проводят в печах при температуре 220 – 230 °С. По окончании выпечки верхнюю корку хлеба смазывают водой и взвешивают, определяя массу горячего хлеба.

Охлаждение и анализ готового хлеба

Анализ готовых изделий проводят не ранее чем через 4 ч после выпечки. Хлеб анализируют по органолептическим показателям, определяют объем хлеба и удельный объем.

Органолептические показатели:

Правильность формы:

- хлеб с куполообразной верхней коркой;
- хлеб с заметно выпуклой верхней коркой;
- хлеб с едва выпуклой верхней коркой;
- хлеб с плоской верхней коркой;
- хлеб с вогнутой верхней коркой.

Состояние поверхности корки (органолептический метод):

- безусловно гладкая, без пузырей, трещин, рубцов и следов подрыва, исключительно глянцевая;
- достаточно гладкая, единичные мелкие пузыри, едва заметные мелкие короткие трещины и подрывы, глянцевая;
- слегка пузырчатая, шероховатая, заметные, но не крупные трещины и подрывы, едва заметные рубцы, глянец слабый;
- заметно пузырчатая, бугорчатая, крупные трещины и подрывы, заметные рубцы, неглянцевая, морщинистая;

– разорванная корка с выплывом мякиша.

Окраска корок:

- от темно-золотистой до коричневой;
- золотистая или интенсивно-коричневая;
- светло-золотистая или темно-коричневая;
- желтая; – бледная или «горелая».

Цвет мякиша, определяемый органолептически:

- очень светлый;
- светлый;
- с сероватым или желтоватым оттенком;
- сероватый или желтоватый;
- серовато- или желтовато-темный.

Структура пористости, определяемая органолептически:

- поры мелкие, тонкостенные, безупречно равномерно распределены по всему пространству среза мякиша;
- поры мелкие и средние или только средние, тонкостенные, распределены достаточно равномерно;
- поры различной величины, средней толщины, распределены неравномерно;
- поры очень мелкие, недоразвитые или крупные, толстостенные, незначительное количество плотных беспористых участков, незначительные пустоты, заметное отслоение мякиша от корки;
- значительное количество плотных (беспористых) участков, мякиш оторван от верхней корки, закал, значительные пустоты.

Структурно-механические свойства мякиша, определяемые органолептически:

- очень мягкий, нежный, эластичный мякиш;
- мягкий, эластичный мякиш;
- удовлетворительно мягкий (немного уплотненный), эластичный мякиш;
- заметно уплотненный, но эластичный или мягкий, заметно заминающийся мякиш;
- сильно заминающийся, влажный на ощупь, липкий мякиш.

Аромат (запах) хлеба, определяемый органолептически:

- интенсивно выраженный, характерный хлебный;
- выраженный, характерный хлебный;
- слабо выраженный, характерный хлебный;
- не выраженный, слегка посторонний, но приемлемый;
- сильноокислый, горьковатый, посторонний, неприятный.

Вкус, определяемый органолептически:

- интенсивно выраженный, характерный хлебный;
- выраженный, характерный хлебный;
- слабо выраженный, характерный хлебный;

- пресноватый, слегка кислый, слегка тестовый;
- совершенно пресный, резко-кислый, пересоленный, посторонний, неприятный.

Разжевываемость мякиша:

- очень нежный, сочный, хорошо разжевывается;
- достаточно нежный, слегка суховатый, хорошо разжевывается;
- немного грубый, суховатый, слегка комкуется;
- заметно грубый, сухой, крошится или слегка мажется, заметно комкуется;
- сильно комкуется, мажется, клейкий.

Объем хлеба, см³. Объем хлеба измеряют с помощью специальных приспособлений или приборов (объемомерников), работающих по принципу вытесненного хлебом объема сыпучего заполнителя (мелкого зерна).

Приспособление для измерения объема хлеба. Это приспособление состоит из железной емкости (цилиндра или прямоугольного ящика), вращающейся на горизонтальной оси и заключенной в емкость больших размеров, на дне которой имеется течка с задвижкой.

Дополнительно к данному приспособлению необходимо иметь два ковша, линейку и два мерных цилиндра вместимостью 1000 см³ каждый. При определении объема хлеба применяют мелкое зерно (просо, сорго, рапс и т. д.). Подготовленным зерном заполняют с избытком первую емкость (цилиндрической формы) приспособления для определения объема хлеба. Избыток зерна, обычно возвышающийся горкой над первой емкостью, ссыпают, сгребая ребром линейки в сосуд, и удаляют через течку, затем первую емкость опрокидывают, поворачивая ее по горизонтальной оси, и зерно собирают в ковш. Это зерно служит для дальнейшего измерения объема хлеба. Небольшое количество зерна из ковша высыплют в первую емкость. На него осторожно, не приминая зерна, кладут пробу хлеба и засыпают его оставшимся в ковше зерном с образованием горки над первой емкостью. Избыток зерна ссыпают во вторую емкость (цилиндрической формы), сгребая его ребром линейки, а затем, открывая задвижку течки, в мерный цилиндр. Объем зерна в цилиндре в миллиметрах равен испытываемой пробе хлеба. При заполнении первой емкости зерно надо засыпать ровной струей с одной и той же высоты (10 см от верха емкости), при этом нельзя допускать смещения аппаратуры, встряхивания и постукивания во избежание уплотнения зерна в сосуде.

Удельный объем хлеба, см³/ 100 г. Удельный объем хлеба определяют путем деления величины объема хлеба V в кубических сантиметрах на его массу m в граммах:

$$V_{уд} = V \cdot 100 / m \quad (6)$$

Объемный выход хлеба определяют по формуле

$$V_{об} = V \cdot G_T \cdot 100 / (G_M \cdot g), \quad (7)$$

где: $V_{об}$ – объемный выход хлеба, см³/100 г муки; V – объем хлеба, см³; G_T – масса всего теста, г; G_M – масса муки, пошедшей на приготовление теста, г; g – масса куска теста для выпечки одного образца хлеба, г.

Оформление отчета

Следует привести расчет рецептуры, необходимого количества и температуры воды, результаты анализа теста, расчет показателей хлеба.

После выполнения пробных выпечек оформляется итоговая табл. 3 по результатам всех вариантов выпечек.

Таблица 3 – Показатели качества готового хлеба

№ образца	Масса, г	Объем, см ³	Удельный объем, см ³ /100 г хлеба	Объемный выход, см ³ /100 г муки	Органолептическая оценка образцов
1					
2					
3					
4					

Следует сформулировать заключение о влиянии количества соли или воды, продолжительности расстойки на качество хлеба по всей серии выпечек.

Лабораторная работа № 3

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИВА

Цель работы – закрепить теоретические знания о качестве пива, приобрести практические навыки оценки его органолептических и физико-химических показателей.

Ход работы:

Выполняются задания:

Задание 1. Изучить показатели качества пива.

Задание 2. Оценить качество пива с помощью органолептического и физико-химических методов: оценки пенообразования, определения содержания спирта и действительного экстракта в пиве дистилляционным методом, содержания сухих веществ в начальном сусле, видимой и действительной степени сбраживания, кислотности пива [4].

Пиво – пенистый напиток, полученный из пивоваренного солода, хмеля и/или хмелепродуктов и воды с применением или без применения зернопродуктов, сахаросодержащих продуктов в результате брожения пивного сусла, содержащий этиловый спирт, образовавшийся в процессе брожения сусла.

В пиве, кроме воды, этилового спирта и диоксида углерода содержится значительное количество питательных и биологически активных веществ: белков, углеводов, микроэлементов и витаминов. По внешнему виду пиво представляет собой прозрачную жидкость без осадка и посторонних включений, должно иметь компактную пену и выделять пузырьки диоксида углерода.

Пиво, в составе сырья которого пшеничный солод составляет не менее 50% от общего количества применяемого солода относят к пшеничному.

Пиво вырабатывают двух типов: светлое и темное, а в зависимости от способа обработки его подразделяют на:

- непастеризованное,
- пастеризованное,
- фильтрованное,
- нефильтованное осветленное,
- нефильтованное неосветленное.

Качество пива должно соответствовать ГОСТ 31711-2012 «Пиво. Общие технические условия».

По органолептическим показателям пиво должно соответствовать требованиям, указанным в табл. 4.

Таблица 4 Органолептические показатели пива

Наименование показателя	Тип пива			
	Фильтрованное пиво		Нефильтрованное пиво (осветленное и неосветленное)	
	светлое	темное	светлое	темное
Прозрачность	Прозрачная пенящаяся жидкость без осадка и посторонних включений, не свойственных пиву. В процессе хранения допускается появление частиц белково-дубильных соединений. Для пшеничного пива допускается опалесценция от слабой до сильной		Непрозрачная или прозрачная с опалесценцией пенящаяся жидкость без посторонних включений, не свойственных пиву. В процессе хранения допускается появление частиц белково-дубильных соединений. Допускается дрожжевой осадок	
Аромат	Чистый, сброженный солодовый, с хмелевым ароматом, без посторонних запахов		Сброженный солодовый, с хмелевым ароматом, допускается дрожжевой оттенок, без посторонних запахов	
Вкус	Чистый, сброженный, солодовый, с хмелевой горечью, без посторонних привкусов. В пшеничном пиве присутствуют пряно-ароматичные тона во вкусе и аромате	Полный солодовый с выраженным привкусом карамельного или жженого солода, без посторонних привкусов	Сброженный солодовый, с хмелевой горечью, допускается дрожжевой привкус. В пшеничном пиве присутствуют пряно-ароматичные тона во вкусе и аромате	Солодовый с выраженным привкусом карамельного или жженого солода, без посторонних привкусов
	В пиве с экстрактивностью начального сусла 15% и выше присутствует винный привкус			

По физико-химическим показателям светлое пиво должно соответствовать требованиям, указанным в таблице 5, темное пиво – в таблице 6, пшеничное пиво – в таблице 7.

Таблица 5 – Физико-химические показатели светлого пива

Наименование показателя	Экстрактивность начального сусла, %															Безалкогольное пиво
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Объемная доля спирта, %, не менее	2,8	3,2	3,6	4,0	4,5	4,7	4,8	5,4	5,8	6,2	6,6	7,1	7,9	8,2	8,6	Не более 0,5
Кислотность, к. ед., не более*	2,5		2,6		3,2		3,6		4,5		5,0					3,0
pH	3,8 – 4,8															-
Цвет, ц. ед.**	0,2 – 2,5															
Цвет, ед. ЕВС***	3,4 – 3,1															
Массовая доля двуокиси углерода, %, не менее	0,40															
Пенообразование: высота пены, мм, не менее пеностойкость, мин, не менее	40															20
	3															2
Пищевая ценность: энергетическая ценность, ккал в 100 г пива углеводы, г в 100 г пива, не более	30	34	38	42	46	50	54	58	62	66	70	74	78	80	82	-
	3,5	3,8	4,2	4,6	4,7	5,3	5,8	6,2	6,6	6,9	7,3	7,5	7,6	7,8	8,0	-

Таблица 6 – Физико-химические показатели темного пива

Наименование показателя	Экстрактивность начального сусла, %												Безалкогольное пиво
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Объемная доля спирта, %, не менее	3,9	4,1	4,4	4,7	4,9	5,2	5,7	5,9	6,0	6,8	7,4	8,0	Не более 0,5
Кислотность, к. ед., не более	2,8	3,2		3,5		4,5		5,5					3,0
pH	3,8 – 4,8												-
Цвет, ц. ед.	Более 2,5												
Цвет, ед. ЕВС	Более 31												
Массовая доля двуокиси углерода, %, не менее	0,4												
Пенообразование: высота пены, мм, не менее пеностойкость, мин, не менее	40												20
	3												2
Пищевая ценность: энергетическая ценность, ккал в 100 г пива	42	46	50	54	58	62	66	71	75	79	82	84	-
углеводы, г в 100 г пива, не более	4,6	5,0	5,7	6,1	6,6	7,2	7,4	8,1	8,8	8,7	8,8	8,9	-

Таблица 7 – Физико-химические показатели пшеничного пива

Наименование показателя	Экстрактивность начального сусла, %				
	11	12	13	14	15
Объемная доля спирта, %, не менее	2,5	3,5	4,5	4,5	5,0
Кислотность, к. ед., не более	1,5 – 3,2				
pH	3,8 – 4,8				
Цвет, ц. ед.	0,6 – 2,0				
Цвет, ед. EBC	9,5 – 26				
Массовая доля двуокси углерода, %, не менее	0,4				
Пенообразование: высота пены, мм, не менее	40				
пеностойкость, мин, не менее	3				
Пищевая ценность: энергетическая ценность, ккал в 100 г пива	43	46	50	54	58
углеводы, г в 100 г пива, не более	6,1	5,6	5,2	6,0	6,2

Примечания к табл.5-7

1. Одна кислотная единица (к. ед.): Единица кислотности пива, эквивалентная 1 см раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 см³ пива.
2. Одна цветовая единица (ц. ед.): Единица цвета пива, соответствующая цвету раствора из 100 см³ воды и 1 см³ раствора йода концентрацией 0,1 моль/дм³.
3. Единица цвета EBC (ед. EBC): Условная единица цвета пива, принятая Европейской пивоваренной конвенцией (European Brewery Convention – EBC) и рассчитываемая на основе измерения оптической плотности пива.
4. Экстрактивность начального сусла в безалкогольном пиве не определяют.
5. Пищевую ценность безалкогольного пива указывают в ТИ на пиво конкретного сорта.
6. Массовую долю двуокси углерода определяют в пиве, разлитом в бутылки и банки.

Материалы и оборудование

1. Пиво светлых и темных сортов.
2. Электрическая плитка.
3. Технические весы.
4. Лабораторный штатив с кольцом.
5. Секундомер.
6. Термометр.
7. Стеклянный холодильник.
8. Водяная баня.
9. Плоскодонная колба на 500 см³.
10. Воронки среднего диаметра.
11. Конические колбы на 150, 250, 500 см³.
12. Каплеуловитель.
13. Пикнометры на 50 см³.
14. Пипетки на 10 см³.
15. Стеклянные бокалы на 150 – 200 см³.
16. Стаканы цилиндрические высотой 105 – 110 мм с внутренним диаметром 70 – 75 мм.
17. Бумажные фильтры.
18. Лед.
19. Линейка.

Реактивы

1. Раствор гидроксида натрия концентрацией 0,1 моль/дм³.
2. Раствор фенолфталеина 1 %-ный спиртовой.
3. Дистиллированная вода

Порядок выполнения работы

Лабораторная работа проводится двумя группами студентов. Задания для групп различаются сортами пива.

Органолептическая оценка качества пива

Основной считается оценка, данная пиву на дегустации, где оно оценивается по 25-балльной системе по следующим органолептическим показателям (в баллах): прозрачность – 3, цвет – 3, вкус – 5, хмелевая горечь – 5, аромат – 4, пенообразование – 5.

Для органолептических испытаний применяют цилиндрические бокалы из бесцветного стекла вместимостью 150 – 200 см³, диаметром 50 – 60 мм. Температура дегустируемого пива должна быть 12 °С.

В первую очередь пробуют светлое пиво по возрастающей концентрации начального сусла, а затем, в том же порядке, темное пиво.

При дегустации определяют прозрачность пива – его просматривают в проходящем свете. Одновременно обращают внимание на выделение пузырьков диоксида углерода и различают обильное или медленное выделение пузырьков. Вкус и аромат оценивают, пробуя пиво небольшими глотками. В первую очередь обращают внимание на то, характерен ли вкус и аромат для данного сорта пива, затем – имеется ли в исследуемом образце посторонний привкус. Нормальный вкус пива характеризуется тем, что ни один из компонентов не выделяется резко среди остальных, т.е. пиво гармонично по вкусу.

Пенообразование характеризуется высотой слоя пены в мм, образовавшегося при выливании пива с определенной высоты в специальный бокал, и стойкостью пены в минутах.

Пенообразование определяют в цилиндрическом стакане высотой 105–110 мм с внутренним диаметром 70–75 мм. Стакан устанавливают на площадку лабораторного штатива, а над стаканом закрепляют кольцо на стойке штатива так, чтобы верхний край кольца находился на расстоянии 25 мм от верхнего края стакана. При наливе пива в стакан горлышко бутылки должно опираться на кольцо штатива так, чтобы пиво медленно наполняло стакан и лилось в центр. Налив прекращают, когда поверхность пены сравняется с краем стакана. Линейкой определяют расстояние от резкой линии раздела «пена – пиво» до верхнего края стакана, устанавливают высоту пены в миллиметрах. С помощью секундомера измеряют время (в минутах) от окончания налива до полного разрушения пены и образования на поверхности пива тонкой пленки (стойкость пены).

По высоте пены и ее стойкости оценивают пенообразование пива в баллах:

пена обильная, компактная, высотой 40 мм, стойкость не менее 4 мин – отлично (5 баллов);

пена компактная, устойчивая, высотой 30 мм, стойкость не менее 3 мин – хорошо (4 балла);

пена высотой не менее 20 мм, стойкость не менее 2 мин – удовлетворительно (3 балла);

пена высотой менее 20 мм, стойкость пены менее 2 мин – неудовлетворительно (2 балла);

без пены – пиво снимается с дегустации.

Результаты органолептических испытаний пива заносят в таблицу, форма которой приведена ниже.

Таблица 8 – Органолептические показатели пива

Сорт пива	Органолептические показатели пива в баллах					
	Прозрачность	Цвет	Вкус	Хмелевая горечь	Аромат	Пенообразование

Определение содержания видимого экстракта

Видимый (кажущийся) экстракт в пиве определяют при наличии в нем спирта и диоксида углерода, а действительный – после удаления спирта и диоксида углерода. Величина видимого экстракта пива всегда меньше действительного.

Пиво, предназначенное для определения видимого экстракта, частично освобождают от диоксида углерода встряхиванием в колбе при комнатной температуре, многократным переливанием из колбы в колбу и фильтрованием через бумажный фильтр. Затем в образце пива при температуре 20 °С с помощью пикнометра определяют относительную плотность, (d), рассчитывая ее по формуле:

$$d = (m_3 - m_1) / (m_2 - m_1), \quad (8)$$

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

Затем, пользуясь табл.9, находят соответствующую величину видимого экстракта (E_v , %).

Определение содержания спирта и действительного экстракта в пиве

Содержание спирта и действительного экстракта в пиве определяют дистилляционным методом (ГОСТ 12787-81), который основан на отгонке спирта из навески пива и определении относительной плотности дистиллята и остатка после отгонки, доведенных дистиллированной водой до начальной массы.

Установка для отгонки спирта состоит из перегонной плоскодонной колбы вместимостью 300 – 500 см³, холодильника, каплеуловителя и приемника для дистиллята – колбы на 250 см³. Приемную колбу погружают в чашку со льдом или охлажденной водой.

Ход анализа. Пиво, предназначенное для анализа, освобождают от диоксида углерода встряхиванием в колбе при комнатной температуре, многократным переливанием из колбы в колбу и фильтрованием через бумажный фильтр.

Таблица 9 – Соотношение между относительной плотностью жидкости и массовой долей экстрактивных веществ

$d \frac{20^{\circ}C}{20^{\circ}C}$	E, %	$d \frac{20^{\circ}C}{20^{\circ}C}$	E, %	$d \frac{20^{\circ}C}{20^{\circ}C}$	E, %	$d \frac{20^{\circ}C}{20^{\circ}C}$	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

Перед анализом колбу для перегонки и приемную колбу взвешивают с точностью до 0,1 г. В перегонную колбу отвешивают 100 г пива, освобожденного от диоксида углерода, добавляют 50 см³ дистиллированной воды. В приемную колбу наливают 10 – 15 см³ воды. Колбу для перегонки при помощи резиновой трубки через каплеуловитель соединяют с холодильником.

Пиво медленно нагревают до кипения. Образовавшиеся пары (в том числе спирта) проходят через холодильник, охлаждаются, конденсируются

и стекают в охлаждаемый приемник. Как только в приемнике накопится 90 – 95 см³ жидкости, перегонку прекращают, 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_1), рассчитывая ее по формуле:

$$d_1 = (m_4 - m_1) / (m_2 - m_1), \quad (9)$$

где m_4 – масса пикнометра с дистиллятом, г.

Зная относительную плотность дистиллята, по табл. 10 находят соответствующее ей содержание спирта в пиве.

Таблица 10 – 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

Если масса дистиллята отличается от массы пробы пива, то результат, определенный по табл. 9, умножают на поправочный коэффициент К:

$$K = m_{\delta}/m_n, \quad (10)$$

где m_{δ} – масса дистиллята, г; m_n – масса пива, г.

Объемную долю спирта (V_c , %) рассчитывают по формуле:

$$V_c = m_c \cdot d / 0,79067, \quad (11)$$

где m_c – массовая доля спирта, %; d – относительная плотность пива, 20°C/20 °C; 0,79067 – относительная плотность безводного спирта при 20 °C.

Для определения действительного экстракта перегонную колбу с остатком после отгонки охлаждают до комнатной температуры и массу содержимого на весах доводят дистиллированной водой до 100 г. После перемешивания определяют пикнометром относительную плотность этой жидкости и по табл.9 находят соответствующее содержание экстрактивных веществ (E , %).

Относительную плотность разбавленного остатка рассчитывают по формуле:

$$d_2 = (m_5 - m_1) / (m_2 - m_1), \quad (12)$$

где m_5 – масса пикнометра с разбавленным остатком после отгонки, г.

Определение массовой доли сухих веществ в начальном сусле

При известном содержании в пиве массовой доли действительного экстракта и спирта можно определить массовую долю сухих веществ начального сусла (CB_c , %) по формуле Боллинга:

$$CB_c = (2,0665 \cdot C + E) \cdot 100 / (100 + 1,0665 \cdot C), \quad (13)$$

где E – массовая доля действительного экстракта в пиве, %; C – массовая доля спирта в пиве, %; 2,0665 – количество экстракта, идущего на получение 1 г спирта, г; 1,0665 – количество веществ, удаляющихся при брожении, с получением 1 г спирта, г.

По приведенной формуле можно точно определить массовую долю сухих веществ начального сусла для пива, изготовленного из сусла экстрактивностью 11 – 13 %. При более высокой экстрактивности сусла эта формула дает несколько завышенные результаты, например, для высокоплотного пива получается завышение экстрактивности начального сусла на 0,2 %.

Определение степени сбраживания

Во время брожения значительная часть экстрактивных веществ сусле превращается в продукты брожения. Степень этого превращения называют степенью сбраживания. Она показывает отношение количества сброженного экстракта к первоначальному экстракту сусле, выраженное в процентах. Различают видимую и действительную степень сбраживания в зависимости от того, по показателю видимого или действительного экстракта рассчитывают степень сбраживания.

Величина видимого экстракта сбраживаемого сусле и пива всегда меньше действительного. Поэтому видимая степень сбраживания ($V_{\text{в}}$, %) всегда больше действительной ($V_{\text{д}}$, %). Приблизительно $V_{\text{д}} = 0,81V_{\text{в}}$ (где 0,81 – опытная величина).

Видимая степень сбраживания в бродильном отделении для светлых сортов пива составляет 58 – 65 %, для темных 50 – 55 %. Видимая степень сбраживания готового пива в отделении дображивания должна быть на 10 – 15 % выше, чем в бродильном отделении и на 2 – 4 % ниже конечной степени сбраживания.

Чтобы пользоваться величиной степени сбраживания для регулирования процесса брожения по стадиям, необходимо знать, какая часть экстрактивных веществ сусле является сбраживаемой. Для этого определяют так называемую конечную, то есть максимально возможную степень сбраживания, которая в производстве не достигается, а определяется в лаборатории. Она должна быть известна до конца главного брожения, на 4 – 6 - й день брожения.

Видимую и действительную степень сбраживания вычисляют по уравнениям:

$$V_{\text{в}} = (CB_{\text{с}} - E_{\text{с}}) \cdot 100 / CB_{\text{с}}, \quad (14)$$

где $V_{\text{в}}$ – видимая степень сбраживания, %; $CB_{\text{с}}$ – массовая доля сухих веществ в начальном сусле, %; $E_{\text{с}}$ – массовая доля видимого экстракта в пиве, %;

$$V_{\text{д}} = (CB_{\text{с}} - E) \cdot 100 / CB_{\text{с}}, \quad (15)$$

где $V_{\text{д}}$ – действительная степень сбраживания, %; E – массовая доля действительного экстракта в пиве, %.

Видимая степень сбраживания для светлых сортов пива составляет 61 – 69 %, а действительная 49 – 56 %, для темных сортов пива несколько ниже.

Определение кислотности пива

Ход анализа. Из средней пробы пива, освобожденного от диоксида углерода, пипеткой отбирают 10 см^3 в коническую колбу, содержащую $50 - 100 \text{ см}^3$ (в зависимости от интенсивности цвета напитка) дистиллированной воды. В раствор добавляют 4 – 5 капель 1 %-го раствора фенолфталеина и титруют раствором NaOH концентрацией $0,1 \text{ моль/дм}^3$ до получения розового цвета, не исчезающего в течение 30 с.

Кислотность пива (K_n) выражают к.ед. (кислотная единица, к. ед.: единица кислотности пива, эквивалентная 1 см^3 раствора гидроксида натрия концентрацией 1 моль/дм^3 на 100 см^3 пива) и вычисляют по формуле:

$$K_n = V \cdot K, \quad (16)$$

где V – объем $0,1 \text{ н.}$ раствора NaOH, израсходованного на титрование 10 см^3 пива, см^3 ; K – поправочный коэффициент щелочи.

Результаты определения физико-химических показателей пива занести в таблицу, форма которой представлена в табл. 11.

Таблица 11 – Физико-химические показатели пива

Сорт пива	С, %	Е, %	СВ _с , %	V _в , %	V _д , %	K _п , мл

Оформление отчета

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

Лабораторная работа № 4

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КВАСА

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

Ход работы:

Выполняются задания:

Задание 1. Изучить основные технологические операции процесса производства кваса.

Задание 2. Приготовить квас.

Задание 3. Определить органолептические и физико-химические показатели кваса: массовую долю сухих веществ, содержание спирта, кислотность.

Согласно ГОСТ 31494-2012 «Квасы. Общие технические условия», квас – это безалкогольный напиток с объемной долей этилового спирта не более 1,2%, изготовленный в результате незавершенного спиртового или спиртового и молочнокислого брожения сусла.

Сусло может быть приготовлено из растительного сырья или продуктов его переработки, сахара, фруктозы, декстрозы, мальтозы, сиропа глюкозы и других натуральных сахаросодержащих веществ с последующим добавлением или без добавления пищевых добавок.

Квас обладает отличными вкусовыми качествами, хорошо утоляет жажду. Квас, как продукт кисломолочного брожения, по действию на организм во многом подобен таким продуктам, как кефир, простокваша, ацидофилин, кумыс. Он регулирует деятельность желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистой системы, улучшает обмен веществ, препятствует развитию болезнетворных микроорганизмов, поднимает тонус.

Квас содержит витамины, свободные аминокислоты, сахара и микроэлементы, обладает высокой энергетической ценностью.

Хлебные квасы брожения – хлебный и крошечный составляют более 90 % общего количества квасов. 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 свежепроросшего 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. Это позволяет увеличить выпуск кваса, особенно в летний период, а также значительно упростить его технологию, снизить удельные потери сырья и электроэнергии.

Согласно требованиям действующей нормативно-технической документации готовый хлебный квас брожения должен содержать от 5,4 до 5,8 % сухих веществ, а окрошечный – 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.

Материалы и оборудование

1. Концентрат квасного сусла (ККС).
2. Сахар.
3. Суспензия дрожжей (5 г на 100 см³ воды).
4. Суспензия молочнокислых микроорганизмов (0,1 г лакто-бактерина на 100 см³ 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 см³.
12. Стеклянные цилиндры на 50, 100, 500 см³.
13. Стеклянные конические колбы на 200–250 см³.
14. Мерные колбы на 100, 500 см³.
15. Стеклянный холодильник.
16. Стеклянные стаканы на 150–200, 700–800 см³.
17. Стеклянная воронка средних размеров.
18. Плоскодонная колба на 500 см³.
19. Конические колбы на 150, 250 см³.
20. Широкогорлые конические колбы на 300–500 см³.
21. Стеклянные широкогорлые бутылки с крышкой на 1 дм³.
22. Каплеуловитель.
23. Пикнометры на 50 см³.
24. Пипетки на 10 см³.
25. Цилиндр мерный на 500 см³.
26. Чашка для упаривания.

27. Вата.
28. Лед.
29. Этиловый спирт.

Реактивы

1. Раствор гидроксида натрия концентрацией 0,1 моль/дм³.
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 крошечный.

1. Приготовление кваса

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

Расход сырья на приготовление кваса различных сортов приведен в табл. 12 (в кг на 1000 л кваса).

Таблица 12 – Расход сырья на приготовление кваса

Наименование сырья	Массовая доля СВ в сырье, %	Квас	
		Хлебный	Окрошечный
Сахар	99,86	50,0	30,0
Концентрат квасного суслу	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 суслу

Качественные показатели концентрата квасного суслу 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 см³ 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

$$d = (m_3 - m_1) / (m_2 - m_1), \quad (17)$$

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.9 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 см³ помещают 100 г концентрата, взвешенного с точностью 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. 13.

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 13 – Поправки к показанию сахаромера

Температура, °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 суслу 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 поверхность 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. 14.

Таблица 14 – 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 полагается 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 ± 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 15.

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

Таблица 15 – 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
От показания прибора следует вычитать:																	
10	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
11	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
12	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
13	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
14	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
15	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
16	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
17	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
18	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
19	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
К показанию прибора следует прибавить																	
21	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
22	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
23	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
24	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
25	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
26	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
27	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
28	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
29	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
30	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
К показанию прибора следует прибавить																	
31	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
32	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
33	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
34	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
35	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
36	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
37	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
38	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
39	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
40	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

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 см³, содержимое колбы доводят до метки и тщательно перемешивают.

Пипеткой переносят по 10 см³ полученного раствора в две широкогорлые конические колбы вместимостью 300 – 500 см³ и приливают по 250 см³ воды в каждую. В одной из колб ведут титрование раствором NaOH концентрацией 0,1 моль/дм³ 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 см³ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 г концентрата). Расчет производят по формуле

$$K_{\text{ккс}} = V \cdot K \cdot V_1 \cdot 100 / (V_2 \cdot M_{\text{ккс}} \cdot 10). \quad (18)$$

где V – количество раствора NaOH концентрацией 0,1 моль/дм³, пошедшего на титрование, см³; K – поправочный коэффициент раствора щелочи; V_1 – вместимость колбы, в которой разводили концентрат, см³; V_2 – объем раствора концентрата, взятого для титрования, см³; $M_{\text{ккс}}$ – навеска концентрата, г; 10 – коэффициент пересчета раствора NaOH концентрацией 0,1 моль/дм³ на раствор NaOH концентрацией 1 моль/дм³.

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 см³, 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. 16.

Таблица 16 – Показатели качества концентрата квасного суслу

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 суслу

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

Массовая доля сухих веществ в квасном суслу (до внесения сахарного сиропа) для хлебного кваса должна составлять 1,4 %, для окрошечного – 1,0 %. Рассчитывают массу ККС, необходимого для приготовления заданного объема квасного суслу по формуле

$$M_{\text{ККС}} = V_{\text{КС}} \rho_{\text{КС}} \text{СВ}_{\text{КС}} / \text{СВ}_{\text{ККС}}, \quad (19)$$

где $M_{\text{ККС}}$ – масса ККС, г; $V_{\text{КС}}$ – объем квасного суслу мл; $\text{СВ}_{\text{КС}}$ – массовая доля сухих веществ квасного суслу, %; $\text{СВ}_{\text{ККС}}$ – массовая доля сухих веществ ККС, %; $\rho_{\text{КС}}$ – плотность квасного суслу (табл. 17), г/см³.

Таблица 17 – Соотношение между массовой долей сухих веществ, плотностью и концентрацией сахара в растворах

Массовая доля СВ, %	Плотность, г/см ³	Конц. сахара, г/л	Массовая доля СВ, %	Плотность, г/см ³	Конц. 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

Объем (массу) воды $V_{\text{в}}$, см^3 (г), необходимой для приготовления квасного суслу, рассчитывают по формуле

$$V_{\text{в}} = V_{\text{кк}} \rho_{\text{кк}} - M_{\text{ккк}}. \quad (20)$$

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 суслу в колбу для приготовления суслу, затем туда же выливают оставшуюся воду.

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. 18 указана плотность сахарного сиропа в зависимости от содержания в нем сухих веществ.

Таблица 18 – Плотность сахарного сиропа с различным содержанием сухих веществ

Массовая доля СВ в сахарном сиропе, %	60	61	62	63	64	65
Плотность сахарного сиропа, $\text{г}/\text{см}^3$	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^3 сиропа, содержащего 65 % сухих веществ.

1. Масса 100 см^3 сиропа составляет:

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

где 1,3190 – плотность сиропа, $\text{г}/\text{см}^3$.

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:

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

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 см³ 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 см³ 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:

$$V_{др} = 100 \cdot 0,075 / 1 = 7,5 \text{ см}^3.$$

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 см³ раствора гидроксида натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 см³ 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 см³ заполняют квасом, при 20 °С доводят объем до метки. Содержимое колбы переносят в чашку для упаривания. Мерную колбу ополаскивают 10 – 15 см³ 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 см³ (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/дм³ до получения розового цвета, не исчезающего в течение 30 с.

Общую кислотность кваса K_k выражают в к. ед. и вычисляют по формуле

$$K_k = V K, \quad (21)$$

где V – объем раствора NaOH концентрацией 0,1 моль/дм³ на 100 см³ кваса, израсходованного на титрование 10 мл кваса, мл; K – поправочный коэффициент.

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

$$V_{\text{сир.ст}} = V_k [СВ_k - (СВ_{\text{МК}} + C_{\text{ККС}})] / СВ_{\text{сир}}, \quad (22)$$

где V_k – объем купажируемого кваса, л; $СВ_k$ – концентрация СВ в готовом квасе, г/л; $СВ_{\text{МК}}$ – концентрация СВ в молодом квасе до его купаживания, г/л; $СВ_{\text{сир}}$ – концентрация сахара в сахарном сиропе, г/л; $C_{\text{ККС}}$ – концентрация СВ ККС в квасе, г/л, рассчитывается по формуле

$$C_{\text{ККС}} = M_{\text{ККС}} СВ_{\text{ККС}} / (100 V_k), \quad (23)$$

здесь $M_{\text{ККС}}$ – расход ККС на купаживание, г; $СВ_{\text{ККС}}$ – 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. 17 определяют концентрацию СВ в растворах, г/л:

$$СВ_{\text{к}} = 57,18 \text{ г/л,}$$

$$СВ_{\text{МК}} = 16,07 \text{ г/л.}$$

Рассчитывают концентрацию СВ ККС в квасе:

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

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

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

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

После внесения в сброженное сусло сахарного сиропа (предварительно прокипяченного в течение 10 мин и охлажденного до температуры сусла) 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 19 – 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 см³, холодильника, каплеуловителя и приемника для дистиллята – колбы на 250 см³. 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 см³ 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

$$d = (m_3 - m_1) / (m_2 - m_1), \quad (24)$$

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. 10 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. 20).

Таблица 20 – 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	

Оформление отчета

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

Лабораторная работа № 5

Оценка качества картофельного крахмала

Цель работы – закрепить теоретические знания о качестве картофельного крахмала, приобрести практические навыки оценки его органолептических и физико-химических показателей.

Ход работы:

Выполняются задания:

Задание 1. Изучить показатели качества картофельного крахмала.

Задание 2. Оценить качество крахмала с помощью органолептического и физико-химических методов: определения содержания влаги, общей золы в крахмале, его кислотности.

Крахмалом называют растительный полисахарид, получаемый из крахмалсодержащего сырья: картофеля, кукурузы, пшеницы, риса и других растений.

Требования к качеству сухого картофельного и кукурузного крахмала обусловлены соответственно ГОСТ 7699 и 7697. По органолептическим показателям картофельный крахмал должен соответствовать требованиям, указанным в табл. 21.

Таблица 21 – Органолептические показатели картофельного крахмала

	Характеристика сорта			
	Экстра	Высший	Первый	Второй
Внешний вид	Однородный порошкообразный продукт			
Цвет	Белый			Белый с сероватым оттенком
Запах	Свойственный крахмалу, без постороннего запаха			

По физико-химическим показателям картофельный крахмал должен соответствовать требованиям и нормам, указанным в табл. 22.

По внешнему виду крахмал представляет собой сыпучий порошок, состоящий из мельчайших зерен. Размер крахмальных зерен колеблется от

2 до 150 мкм. Форма, строение и размеры зерен крахмала различны и характерны для каждого вида сырья. Поэтому по их виду при микроскопическом исследовании можно определить природу крахмала.

Форма, химический состав и свойства крахмальных зерен в значительной мере зависят от окружающей среды и других условий произрастания крахмалсодержащих растений.

Таблица 22 – Физико-химические показатели картофельного крахмала

Наименование показателя	Характеристика показателей сорта			
	Экстра	Высший	Первый	Второй
Массовая доля влаги, %	17–20			
Массовая доля общей золы в пересчете на сухое вещество, %, не более	0,30	0,35	0,50	1,0
в том числе: золы (песка) нерастворимой в 10%-ной соляной кислоте, %, не более	0,03	0,05	0,10	0,3
Кислотность – объем раствора гидроокиси натрия концентрацией 0,1 моль/дм ³ на нейтрализацию кислот и кислых солей, содержащихся в 100 г сухого вещества крахмала, см ³ , не более	6,0	10,0	14,0	20,0
Присутствие металломагнитных примесей	Не допускается			

Химическая структура крахмала характеризуется общей формулой, имеющей вид $(C_6H_{10}O_5)_n$. Эта химическая эмпирическая формула свидетельствует о том, что основой крахмала является глюкозный остаток $C_6H_{10}O_5$. Крахмал используют в натуральном виде (нативный крахмал) и в виде продуктов его различной обработки.

Путем физической, химической, биохимической или комбинированной обработки крахмала получают модифицированный крахмал и декстрин.

Кислотность крахмала, число крапин, содержание диоксида серы относятся к важным физико-химическим показателям в определении его сортности. От сорта выпускаемого крахмала в конечном счете зависят технико-экономические показатели работы предприятия.

Материалы и оборудование

1. Крахмал различных сортов.
2. Масло кукурузное или подсолнечное.
3. Сушильный шкаф.

4. Печь муфельная.
5. Технические весы.
6. Электрическая плитка.
7. Металлические бюксы.
8. Эксикатор.
9. Тигли фарфоровые.
10. Стекланные пластинки размером 10×15 см и 13×18 см.
11. Фарфоровая чаша.
12. Бюретка вместимостью на 50 см^3 .
13. Конические колбы на 250 см^3 .

Реактивы

1. Раствор гидроксида натрия концентрацией $0,1 \text{ моль/дм}^3$.
2. Раствор фенолфталеина 1 %-ный спиртовой.
3. Спирт этиловый ректификованный с массовой долей 95%.
4. Дистиллированная вода.

Порядок выполнения работы

Лабораторная работа проводится двумя группами студентов. Задания для групп различаются сортами крахмала.

Органолептическая оценка качества крахмала

Органолептические показатели крахмала определяют в последовательности: вначале – внешний вид, затем – цвет и запах.

Для определения внешнего вида и цвета часть средней пробы крахмала помещают на пластинку бесцветного стекла размером 13×18 см. Поверхность крахмала покрывают второй пластинкой из такого же стекла размером 10×15 см. Прижимая пальцем верхнюю пластинку к нижней, добиваются образования гладкой поверхности пробы крахмала и определяют внешний вид и цвет при рассеянном дневном свете.

Для определения запаха в фарфоровую чашку или стакан взвешивают навеску крахмала массой около 20 г, заливают теплой водой при температуре $50 \text{ }^\circ\text{C}$, перемешивают и оставляют в покое. По истечении 0,5 мин воду сливают и определяют запах сырого осадка.

Определение содержания влаги в крахмале

Сущность метода заключается в высушивании навески крахмала при температуре $(105 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ до постоянной массы.

Ход анализа. В предварительно высушенную до постоянной массы и взвешенную бюксу взвешивают навеску крахмала массой около 2 г. При достижении в сушильном шкафу температуры 105 °С открытую бюксу с навеской и крышку помещают в шкаф и сушат в течение 3 ч. Началом сушки считают момент достижения вновь температуры 105 °С после внесения бюксы в шкаф. По истечении 3 ч бюксу закрывают крышкой, вынимают из шкафа и ставят в эксикатор на 30 мин для охлаждения, а затем взвешивают. Зафиксировав первое, охлаждают в эксикаторе и снова взвешивают. Высушивание навески повторяется до тех пор, пока результат последнего взвешивания не начнет изменяться в сторону увеличения. Для вычисления берется последний еще убывающий результат взвешивания.

Массовую долю влаги W , %, вычисляют по формуле

$$W = (m_1 - m_2) \cdot 100 / (m_1 - m), \quad (25)$$

где: m – масса бюксы, г; m_1 – масса бюксы с крахмалом до высушивания, г; m_2 – масса бюксы с крахмалом после высушивания, г.

За окончательный результат принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 0,5%. Вычисление проводят с точностью до целого числа.

Определение общей золы в крахмале

Сущность метода заключается в определении несгораемого остатка крахмала при сжигании его в муфельной печи при температуре 600–650 °С.

Ход анализа. В предварительно накаливаемый до постоянной массы и взвешенный тигель взвешивают навеску крахмала массой около 10 г и обугливают путем нагревания тигля с крахмалом на электрической плитке. Во избежание вспучивания на поверхность навески наносят 5–7 капель растительного масла.

После обугливания тигель помещают в муфельную печь, нагретую до 600–650 °С (темно-вишневое каление), где прокаливают его до полного озоления навески крахмала.

После озоления тигель с золой охлаждают в эксикаторе и взвешивают. После взвешивания тигель с золой повторно прокаливают в течение 30 мин, охлаждают в эксикаторе и вновь взвешивают. Прокаливание повторяют до тех пор, пока результат последнего взвешивания не начнет изменяться в сторону увеличения. Для вычисления берется последний еще убывающий результат взвешивания.

Массовую долю общей золы X_1 , %, в пересчете на сухое вещество вычисляют по формуле

$$X_1 = (m_1 - m) \cdot 100 \cdot 100 / [(m_2 - m) \cdot (100 - W)], \quad (26)$$

где: m – масса тигля, г; m_1 – масса тигля с золой, г; m_2 – масса тигля с крахмалом, г; W – массовая доля влаги в крахмале, %, 100 – коэффициент пересчета в проценты массовой доли золы в крахмале; 100 – коэффициент пересчета в проценты массовой доли золы на сухие вещества крахмала.

За окончательный результат принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 0,05%. Вычисление проводят с точностью до второго десятичного знака.

Определение кислотности крахмала

Кислотность крахмалопродуктов выражают количеством миллилитров 0,1 н. раствора гидроксида натрия, необходимого для нейтрализации кислоты, содержащейся в 100 г исследуемого продукта.

Сущность метода определения кислотности крахмала заключается в нейтрализации кислот и кислых солей, содержащихся в 100 г сухого вещества крахмала, раствором гидроксида натрия концентрацией 0,1 моль/дм³ (0,1 н.) в присутствии индикатора фенолфталеина.

Ход анализа. В коническую колбу взвешивают навеску крахмала массой 20 г, приливают цилиндром 100 см³ дистиллированной воды, прибавляют 5–8 капель раствора фенолфталеина и титруют раствором гидроксида натрия до заметной розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин. Так как крахмал адсорбирует фенолфталеин, то перед концом титрования добавляют еще 5–6 капель фенолфталеина.

Кислотность X_2 , см³, раствора гидроксида натрия молярной концентрации 0,1 моль/дм³ (0,1 н.), в пересчете на 100 г сухого вещества крахмала вычисляют по формуле

$$X_2 = V \cdot 100 \cdot 100 / [m_0 \cdot (100 - W)], \quad (27)$$

где: V – объем раствора гидроксида натрия молярной концентрации 0,1 моль/дм³ (0,1 н.), израсходованный на титрование, см³; m_0 – масса навески крахмала, г; W – массовая доля влаги в крахмале, %.

За окончательный результат принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 1 см³. Вычисления проводят с точностью до первого десятичного знака.

Оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Краткое описание выполнения работы.
3. Результаты исследования образцов, необходимые расчеты, отчетные таблицы.
4. Анализ полученных результатов и выводы.

Лабораторная работа № 6

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ

Цель работы – практически ознакомиться с технологическим процессом производства кисломолочных напитков, изучить влияние технологических режимов производства на качественные показатели кисломолочных напитков.

Ход работы:

Выполняются задания:

Задание 1. Изучить основные технологические операции процесса производства кисломолочных напитков.

Кисломолочные напитки должны иметь чистые кисломолочные вкус и запах, без посторонних привкусов и запахов, со специфическими особенностями в зависимости от вида вырабатываемого продукта и требований документации: с выраженным привкусом пастеризации – для ряженки и варенца; со слегка острым, дрожжевым привкусом – для кефира; привкусом внесенного наполнителя – для молочных составных продуктов; в меру сладкий – при выработке продукта с сахаром или подсластителем; с соответствующим вкусом и ароматом внесенного компонента – при выработке продукта со вкусоароматическими пищевыми добавками и вкусовыми ароматизаторами.

Консистенция должна быть однородной, с нарушенным или ненарушенным сгустком в зависимости от способа производства (резервуарного или термостатного); для простокваши характерна плотная консистенция без газообразования, для кефира допускается газообразование, вызванное действием микрофлоры кефирных грибков, для продуктов с наполнителями допускается наличие мелких частиц плодов и ягод. Продукты, выработанные с применением стабилизаторов, могут иметь желеобразную или кремообразную консистенцию.

Цвет жидких кисломолочных продуктов: молочно-белый,

равномерный по всей массе – для кефира и простокваши; светло-кремовый, равномерный по всей массе – для ряженки; с цветом внесенного наполнителя – при выработке продуктов со вкусоароматическими пищевыми добавками.

В готовом продукте нормируются массовая доля жира, которая может изменяться от 0,1 до 10,0 %, массовая доля белка; титруемая кислотность: от 85 до 130 °Т – для кефира и простокваши; от 70 до 110 °Т – для ряженки, от 75 до 140 °Т – для йогурта. Температура продукта при выпуске с предприятия должна составлять (4 ± 2) °С. Фосфатаза или пероксидаза в продукте должны отсутствовать.

По микробиологическим показателям кисломолочные напитки должны соответствовать требованиям ТР ТС 033/2013 (Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции»), указанным в табл. 23.

Содержание потенциально опасных веществ (токсичных элементов, микотоксинов, диоксинов, меламина, антибиотиков, пестицидов, радионуклидов в кисломолочных напитках не должно превышать допустимые уровни, установленные ТР ТС 021/2011 (Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции»).

В зависимости от способа организации процесса сквашивания смеси различают резервуарный и термостатный способы производства кисломолочных напитков.

При резервуарном способе заквашивание, сквашивание молока, образование и формирование молочно-белкового сгустка происходит в одной емкости. Затем сгусток с помощью насосов или самотеком подают на фасовку. При этом сгусток подвергается механическому воздействию, нарушается его структура, он становится более жидким. Однако при резервуарном способе производства, по сравнению с термостатным, в 1,5 раза увеличивается количество продукции, получаемой с 1 м² производственной площади, повышается производительность труда, в большей степени гарантируется однородность качества продукта по единицам упаковки.

При производстве кисломолочных напитков термостатным способом заквашенную смесь перемешивают и расфасовывают в потребительскую тару. Расфасованный продукт подвергают сквашиванию в термостатной камере. Охлаждение (при необходимости и созревание) продукта происходит в холодильной камере. При таком способе сквашивания структура сгустка не нарушается, а сам сгусток имеет более вязкую консистенцию.

В настоящее время в промышленности наибольшее распространение получил резервуарный способ как самый экономичный, однако на производстве часто сталкиваются с такими пороками кисломолочных напитков, как «излишне жидкая консистенция», «отделение сыворотки».

Таблица 23 – Микробиологические показатели кисломолочных напитков

Наименование продукта	Содержание заквасочной микрофлоры, КОЕ/г, см ³	Масса продукта (г, см ³), в которой не допускаются			Дрожжи (Д), плесени (П), КОЕ/г, не более
		БГКП (количественные формы)	Патогенные, в том числе сальмонеллы	<i>S.aureus</i>	
Кисломолочные продукты со сроком годности не более 72 ч: без компонентов с компонентами	Молочно-кислых микроорганизмов не менее $1 \cdot 10^7$	0,01	25	1,0	–
	То же	0,01	25	1,0	–
Кисломолочные продукты со сроком годности более 72 ч: без компонентов с компонентами обогащенные бифидобактериями и другими пробиотическими микроорганизмами и	Молочно-кислых микроорганизмов не менее $1 \cdot 10^7$	0,1	25	1,0	Д–50*, П–50
	То же	0,01	25	1,0	Д–50*, П–50
	Бифидобактерий и (или) других пробиотических микроорганизмов не менее $1 \cdot 10^6$ в сумме	0,1	25	1,0	Д–50*, П–50

*Кроме напитков, изготавливаемых с использованием заквасок, содержащих дрожжи.

**Кроме того, в 25 г (см³) продукта должны отсутствовать листерии *L.monocytogenes*.

Основными факторами, оказывающими наибольшее влияние на качество и срок годности этих продуктов, являются:

- состав исходного сырья;
- состав нормализованной смеси;
- режимы гомогенизации и тепловой обработки;
- качество закваски, продолжительность сквашивания;
- способ и продолжительность охлаждения сгустка;
- уровень механического воздействия на сгусток, конструкция технологической линии, фасовочного оборудования.

Состав исходного сырья. Выработать высококачественные кисломолочные напитки трудно без подбора молока-сырья, цель которого – максимальное снижение числа таких факторов риска, как низкое

содержание белка, пониженная термоустойчивость, наличие ингибиторов роста заквасочных культур, фальсификация молока.

Плотность молока должна быть не менее 1027 кг/м^3 , при выработке кефира – не менее 1028 кг/м^3 , титруемая кислотность – не более 19°T . Массовая доля белка в молоке, направляемом на выработку кисломолочных напитков, должна составлять 3 % и более. Состав белка молока также оказывает влияние на качество молочно-белкового сгустка. Соотношение сывороточный белок/казеин в молоке-сырье варьирует от 0,18 до 0,28.

Термостойкость молока-сырья, направляемого на выработку кисломолочных напитков, не должна быть ниже III группы по алкогольной пробе.

Молоко, направляемое на выработку кисломолочных напитков, не должно содержать ингибирующих веществ.

Основными ингибиторами, не разрушающимися при тепловой обработке молока, являются:

- антибиотики;
- остаточное содержание пестицидов, моющих и дезинфицирующих средств;
- радиоактивные вещества (содержание ^{131}I 6–12 кБк/кг вызывает уменьшение количества молочнокислых микроорганизмов);
- кадмий (подавление роста термофильных стрептококков наблюдается при содержании кадмия выше 5 мкг/л);
- жирные кислоты (1000 мг/л оказывают ингибирующее действие);
- бактериофаги (вирусы);
- маститное молоко;
- некоторые виды кормов (заплесневевший силос и т. п.), рацион коров и др.

Качество кисломолочных напитков в большой степени зависит от сезонных изменений молока. Наиболее значительные изменения состава молока происходят в переходный период от зимы к весне и в конце осени. Наблюдается снижение сухих веществ, общего белка и казеина, витаминов и микроэлементов, изменение других составных частей, что сказывается на продолжительности сквашивания молока и качестве готового продукта.

Состав нормализованной смеси. Уровень белка (или содержание сухого обезжиренного молочного остатка – СОМО) в молоке оказывает существенное влияние на консистенцию любого кисломолочного напитка, особенно для нежирного и маложирного продукта, поскольку это практически основной фактор, определяющий качество структуры кисломолочного геля и ее стабильность. Количество добавляемого сухого или сгущенного молока для повышения сухих веществ в нормализованной смеси обуславливается влиянием на вкусовые достоинства продукта, его

однородность, а также экономической целесообразностью. Установлено, что во избежание дефектов вкуса нормализацию смеси предпочтительнее проводить до содержания СОМО 11–12 %.

Количество сахара, вносимого в нормализованное молоко, также оказывает влияние на качество сгустка. Его содержание более 6 % тормозит развитие заквасочной микрофлоры, что связано с осмотическим эффектом и снижением активности воды. Отмечается удлинение клеток, меняется их форма. При этом вязкость продукта снижается. Поэтому рекомендуется добавлять до 5 % сахара к молочной основе, а необходимую сладость достигать путем введения в сквашенное молоко фруктово-ягодных наполнителей или подсластителей.

Обычно сахар вносится с остальными ингредиентами при температуре около 40 °С. Он может быть внесен в виде сахарного сиропа 65–67 %-й концентрации, но при этом молоко нормализуют с учетом дополнительно вносимой воды (35–33 %). Добавление сиропа в сгусток требует более тщательного и длительного перемешивания или специального оборудования для смешивания и может отрицательно влиять на сгусток.

В производстве такого кисломолочного напитка, как йогурт, сложилась практика применения стабилизирующих добавок с целью предотвращения отделения сыворотки, улучшения однородности сгустка, повышения его вязкости, прочности, когда этого нельзя достичь применением других технологических и технических средств. Использование стабилизирующих добавок оказывает определяющее влияние среди прочих факторов при условии учета всех закономерностей и условий формирования консистенции. По схеме технологического процесса производства йогурта предусматривается внесение стабилизаторов в нормализованную смесь перед гомогенизацией. Это способствует более однородному распределению стабилизирующих веществ в молочной смеси и более гомогенной консистенции готового продукта.

Режимы гомогенизации нормализованной смеси. Гомогенизация оказывает существенное влияние на консистенцию продукта посредством диспергирования жировых шариков и последующего включения их в структуру кисломолочного геля: увеличивается прочность геля, уменьшается синерезис из-за повышения гидрофильности и способности связывать воду благодаря взаимодействию казеина и мембран жировых шариков и взаимодействию белок-белок. При этом термостабильность белков уменьшается вследствие изменений в их взаимодействии из-за сдвига солевого баланса и некоторой денатурации белков. Причем чем больше массовая доля сухих веществ или жира в нормализованной смеси, тем большее влияние гомогенизация оказывает на термостабильность. Поэтому необходимо учитывать кислотность гомогенизируемой смеси

и ее состав. При рН ниже 6,6–6,55 (кислотность – более 20 °Т) свойства продукта из гомогенизированного сырья ухудшаются.

Обычно молочную основу для кисломолочных напитков рекомендуется гомогенизировать одноступенчато при температуре 65–70 °Т и давлении (15±2,5) МПа (при этом достигается средний диаметр жировых шариков от 1,38 до 0,69 мкм).

Жировые шарики молока после гомогенизации ведут себя подобно крупным мицеллам казеина, так как их оболочки состоят в основном из него и участвуют в процессе кислотного свертывания молока. Уменьшение диаметра жировых шариков с 1,8 до 1,1 мкм вызывает повышение стойкости продукта при хранении в два раза.

По некоторым данным, гомогенизация молочной основы после тепловой обработки приводит к достижению более высокой стойкости продукта, так как во время образования новых жировых шариков гомогенизатор благодаря действию поверхностно-активных сил вызывает разрывы казеиновых мицелл, и при сквашивании гидрофобные взаимодействия приводят к образованию более стабильной белковой системы. Но в этом случае возникает опасность повторного загрязнения продукта, и для ее исключения необходим асептический гомогенизатор.

Режимы пастеризации нормализованной смеси. Обычно пастеризацию смеси проводят после гомогенизации. Технологическими инструкциями по производству диетических кисломолочных напитков (за исключением варенца и ряженки) рекомендованы следующие режимы тепловой обработки нормализованного молока: 85–87 °С с выдержкой 10–15 мин или 90–92 °С с выдержкой 2–8 мин.

В результате процесса пастеризации происходят:

– разрушение всех вегетативных клеток, кроме спор, большей части ферментов, кроме некоторых термоустойчивых бактериальных протеиназ и липаз, бактериоцинов, лактопероксидазной системы;

– взаимодействие α - и β -глобулинов, β -глобулина и κ -казеина на поверхности казеиновых мицелл и в мембранах жировых шариков и вследствие этого увеличение гидрофильности мицелл казеина и их размера, а также количества белка, связанного с жиром. Последнее приводит к уменьшению отстоя жира, увеличению прочности и стабильности геля, снижению синерезиса;

– перераспределение кальция, фосфора, магния между водной и коллоидными формами, удаление части растворенного кислорода, азота и углекислого газа, что приводит к снижению рН, окислительно-восстановительного потенциала. За счет образования SH-групп появляются антиоксидантные свойства (максимум наблюдается при 90 °С с выдержкой 10 мин), изменяются органолептические показатели, повышается устойчивость жира к окислению.

Изменение структурно-механических свойств, влагоудерживающей способности кисломолочных напитков под действием тепловой обработки находится в прямой связи со степенью денатурации сывороточных белков молока. Для улучшения консистенции кисломолочных напитков рекомендуется проводить тепловую обработку до достижения степени денатурации 70–99 % сывороточных белков. При этом необходимо учитывать термоустойчивость сырья, так как при рН молока менее 6,6 и температуре выше 90 °С сывороточные белки осаждаются не на мицеллы казеина, а непосредственно в межмицеллярную жидкость.

Качество закваски, продолжительность сквашивания. В настоящее время промышленность вырабатывает широкий ассортимент диетических кисломолочных продуктов, которые можно классифицировать по видам применяемых заквасок. Различные комбинации молочнокислых стрептококков и палочек, бифидобактерий, дрожжей создают микробиологическую основу технологии всего разнообразия диетических кисломолочных продуктов.

Основным биохимическим процессом, протекающим при приготовлении кисломолочных продуктов типа простокваши, йогурта, является молочнокислое брожение, а в кисломолочных продуктах типа кефира и кумыса – смешанное молочнокислое и спиртовое брожение.

При молочнокислом брожении на молочный сахар воздействует фермент лактаза (β -галактозидаза), выделяемый молочнокислыми бактериями. На первой стадии брожения молекула лактозы расщепляется на две молекулы моносахаридов – глюкозу и галактозу. Дальнейшим изменениям подвергается глюкоза, галактоза же переходит в нее и таким образом подвергается брожению.

В результате ферментативных превращений из глюкозы вначале образуется пировиноградная кислота, которая под воздействием фермента кодегидразы затем восстанавливается до молочной кислоты.

В результате побочных процессов, протекающих одновременно с молочнокислым брожением, из лактозы образуются некоторые летучие кислоты, углекислый газ и др. Под действием ароматообразующих бактерий молочный сахар разлагается, образуя диацетил, придающий продукту специфический запах.

При смешанном брожении на лактозу воздействуют ферменты молочнокислых бактерий и молочных дрожжей. Молочный сахар вначале также расщепляется на глюкозу и галактозу, из которых образуется пировиноградная кислота. Под действием ферментов молочнокислых бактерий часть пировиноградной кислоты восстанавливается до молочной кислоты, а другая под действием фермента карбоксилазы, содержащегося в клетках молочных дрожжей, расщепляется на уксусный альдегид

и углекислый газ. Уксусный альдегид, в свою очередь, восстанавливается в этиловый спирт.

Под действием образующейся в процессе молочнокислого и смешанного брожения молочной кислоты и падении рН до 5,7–5,8 наблюдается постепенная нейтрализация отрицательно заряженных групп казеина (карбоксильных и гидроксид- ионов фосфорной кислоты), а также удаление из состава казеиновых мицелл коллоидного фосфата кальция. Этот процесс сопровождается дезинтеграцией частиц и распадом на субмицеллы.

При рН 4,6–4,7 казеин переходит в изоэлектрическое состояние, характеризующееся равенством положительных и отрицательных зарядов. Наступает полное разрушение мицеллярной структуры казеина, снижение степени его гидратации и агрегирование гидрофобных частиц. Далее процесс агрегирования частиц преобладает и наступает процесс структурообразования с формированием единой пространственной сетки молочного сгустка (геля), в петли которого захватывается дисперсионная среда с шариками жира и другими составными частями молока.

Качество кисломолочных напитков зависит от направления развития процесса сквашивания, которое определяется микрофлорой, внесенной с закваской, оставшейся в пастеризованном молоке и попавшей в него с оборудования. При сквашивании часть микрофлоры незаквасочного происхождения активизируется, часть подавляется в присутствии микроорганизмов закваски, некоторые, например бактериофаг, подавляют развитие самой закваски. Интенсивность этих процессов и конечное соотношение между различными представителями зависят от качества молока, температуры и длительности сквашивания, а также эффективности охлаждения.

Одним из основных путей уменьшения количества посторонних микроорганизмов является сокращение продолжительности процесса сквашивания.

Снижение температуры сквашивания кисломолочных напитков ниже рекомендуемой технологическими инструкциями замедляет скорость кислотообразования, что приводит к образованию слабого сгустка, склонного к синерезису и развитию посторонней микрофлоры. Низкая кислотность продукта может вызвать рост количества бактерий кишечной палочки и психротрофных бактерий в процессе хранения. Увеличение продолжительности сквашивания термофильными стрептококками свыше 6 ч способствует развитию термоустойчивых молочнокислых палочек. При сквашивании необходимо точное поддержание температуры молока, так как ее колебания, а также перемешивание при рН ниже 5,9 могут привести к образованию неоднородного сгустка.

При производстве йогурта внесение большого количества производственной закваски на термофильном стрептококке и болгарской палочке и применение температуры сквашивания выше 40 °С способствуют активизации болгарской палочки. Излишнее ее развитие вызывает ухудшение органолептических показателей продукта, приводит к выраженному кислому вкусу и иногда даже к появлению горечи.

Одной из основных причин замедления процесса сквашивания молока (а порой и его несквашивания), развития посторонней флоры является присутствие в молоке **бактериофага**. Для предотвращения попадания в молоко бактериофага необходимо ежедневно менять штаммы, использовать закваски прямого внесения (DVS) для получения продукта или производственной закваски, асептические методы для получения заквасок, применять надлежащую термообработку молока, эффективную стерилизацию оборудования и инвентаря, обеспечить очистку воздуха в заквасочной и производственной зонах.

Для улучшения микробиологических показателей готового продукта и повышения сроков его годности процесс сквашивания проводят в асептических резервуарах с избыточным давлением стерильного воздуха (0,005–0,01 МПа). Последующее смешивание с наполнителем, охлаждение и розлив в этом случае также осуществляются в асептических условиях.

Способ и продолжительность охлаждения сгустка. На органолептические, физико-химические и микробиологические показатели кисломолочных напитков оказывают также влияние своевременность прекращения процесса сквашивания, начало перемешивания и условия охлаждения. Правильная оценка свойств сгустка и точное определение момента его готовности к перемешиванию представляют особую важность. Момент готовности сгустка обычно устанавливают визуально по его достаточной прочности и вязкости, а также по кислотности.

Своевременное охлаждение позволяет избежать его переокисления и связанного с ним ухудшения органолептических, реологических и синергических свойств.

Кислотность молочно-белкового сгустка в момент прекращения процесса сквашивания и начала перемешивания оказывает существенное влияние на структурно-механические свойства готового продукта также и в случае выработки его со стабилизаторами. Чем выше кислотность сгустка, тем выше вязкость готового продукта. В то же время для разных видов стабилизаторов степень зависимости вязкости готового продукта от кислотности сгустка различна.

Так как структурно-механические свойства конечной структуры зависят от степени ее предшествующего разрушения, механическое

воздействие на сгусток при перемешивании, перекачивании, розливе должно быть минимальным.

Молочно-белковый сгусток способен набухать и уплотняться, если остается ненарушенным при охлаждении, поэтому для сохранения густой, вязкой консистенции продукта охлаждение проводят в два этапа. Первый (частичное охлаждение до 20 – 25 °С) осуществляется с целью замедления роста кислотности сгустка в резервуаре при щадящем режиме перемешивания.

В настоящее время широко производят кисломолочные продукты с фруктовыми наполнителями. Установлено, что в качестве фруктовых наполнителей для кисломолочных продуктов можно использовать:

- пастеризованные и стерилизованные фрукты с сахаром;
- плоды и ягоды натуральные, в замороженном виде, а также засахаренные;
- цукаты;
- желеобразную массу с кусочками плодов;
- фруктовые сиропы и др.

Содержание сахара в наполнителях должно составлять вместе с фруктозой до 64 %. Это необходимо для получения готового продукта с однородной (без крупинки белка) консистенцией. При использовании фруктовых наполнителей с пониженным содержанием сахара и повышенной кислотностью (рН ниже 3,2) возможно дополнительное свертывание белка в сквашенном продукте за счет подкисления.

Желательно, чтобы кислотность фруктового наполнителя была равна кислотности продукта или немного превышала ее, так как в противном случае могут наблюдаться уменьшение стабильности и выделение сыворотки. Нужно учитывать, что некоторые фруктовые наполнители содержат танины (например, сок грейпфрута), которые реагируют с молочными белками и образуют осадок.

С целью получения готового продукта с плотной консистенцией и равномерным распределением фруктового наполнителя по всему объему молочного продукта рекомендуется использовать стабилизаторы консистенции или белковые обогатители (желатин, модифицированный крахмал, пектин, сухое обезжиренное молоко и др.), вводя их в смесь на стадии ее нормализации. В этом случае фруктовый наполнитель не осаждается на дно резервуара или потребительской тары.

При производстве кисломолочных продуктов с фруктовыми наполнителями важным является выбор способа внесения наполнителя в продукт. Наиболее приемлемый способ – их добавление в сквашенный продукт перед расфасовкой. При внесении наполнителей перед сквашиванием может быть нарушен микробиологический

процесс сквашивания молока. Кроме того, в процессе сквашивания может резко измениться цвет наполнителя или исчезнуть вовсе. Фруктовые наполнители вносят в резервуар с частично охлажденным молочно-белковым сгустком, в потоке с использованием смесительного устройства или с помощью дозатора в расфасовочной машине непосредственно в упаковку с продуктом.

Фруктовые наполнители, вносимые в резервуар, не должны быть слишком вязкими, поскольку это затрудняет их смешивание со сгустком, а излишне длительное перемешивание ведет к отделению сыворотки и уменьшению вязкости продукта.

Для смешивания фруктовых наполнителей и молочно-белкового сгустка используют смесительные устройства, состоящие из дозаторов для наполнителя и сгустка и смесительной камеры. Смесители встраивают в трубопровод технологической линии. Они имеют различную конструкцию, например трубу с приваренными внутри винтовыми лопастями или с вращающимся центральным винтовым поплавком. Фруктовые наполнители дозируются из резервуара в поток сквашенного продукта.

Равномерное распределение наполнителя в сгустке обеспечивается движением лопатками смесителя. При небольших объемах производства могут быть использованы передвижные дозаторы со стационарным смесителем. При больших объемах сгусток и фруктовый наполнитель подаются через общую трубу в смесительную камеру с мешалкой, далее гомогенная смесь поступает в фасовочный автомат. Такие устройства могут быть асептическими.

После внесения наполнителя продукт доохлаждают. Заключительный этап охлаждения продукта с густой консистенцией желательно проводить в холодильной камере. Во время медленного охлаждения до $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ формируется конечная структура и значительно возрастает вязкость продукта.

Продукт «питьевого» типа можно охлаждать в потоке с использованием пластинчатых и трубчатых теплообменников. Пластинчатый теплообменник в этом случае должен иметь большой зазор между пластинами (до 6 мм). Наименьшие потери вязкости продукта наблюдаются в трубчатом охладителе.

При перекачивании разрушение сгустка должно быть минимальным, т. е. необходимо избегать длинных узких трубопроводов с большим количеством задвижек, что может приводить к значительным перепадам давления и кавитации. Следует использовать специальные насосы объемного типа с предохранительными клапанами, расположенные как можно ближе к резервуару.

Для кисломолочного напитка с кусочками фруктов используют объемные роторные насосы кулачкового, лопастного или винтового типа с гибким

колесом или пневматические диафрагменные (мембранные) насосы, что позволяет сохранить целостность кусочков фруктов.

Розлив, холодильное хранение продукта. Для увеличения сроков годности продукты фасуют в герметичную упаковку в модифицированной среде (в присутствии CO₂, N₂), в асептических условиях в стерильной зоне в стерильную тару.

Вязкость готового продукта зависит от температуры розлива. Максимальные ее потери в готовом продукте происходили в случае розлива при 10–20 °С, минимальные – при температуре, находящейся в интервале от температуры сквашивания до 25 °С.

При соблюдении рассмотренных условий производства кисломолочных напитков при холодильном хранении наблюдается улучшение их структурно-механических свойств.

Задание 2. Приготовить простоквашу обыкновенную, ацидофилин и ацидолакт. Выявить влияние температуры пастеризации молока на вкус и консистенцию этих продуктов.

Простоквашу обыкновенную вырабатывают путем сквашивания пастеризованного молока закваской, приготовленной на чистых культурах мезофильных лактококков (*Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis*). Процесс сквашивания проводят при температуре (32±2) °С в течение 6–8 ч до кислотности 75 °Т. Готовый продукт должен иметь плотный, колющийся сгусток, без отделения сыворотки, достаточно выраженные кисломолочные вкус и аромат.

Ацидолакт готовят путем сквашивания пастеризованного молока закваской, приготовленной на чистых культурах вязких и невязких штаммов ацидофильной палочки. Молоко сквашивают при температуре (42±2) °С до кислотности 80 °Т в течение 4–6 ч. Готовый продукт должен иметь чистый кисломолочный вкус и однородную консистенцию, обладать свойственной для данного продукта вязкостью и тягучестью.

Ацидофилин готовят на пастеризованном молоке, сквашивая его закваской, состоящей из ацидофильной палочки, мезофильных лактококков, а также кефирной закваски в равных долях. Сквашивание молока проводят при температуре (33±2) °С в течение 6–8 ч до кислотности 75–80 °Т.

Готовый продукт должен иметь кисломолочный, освежающий, слегка острый вкус, легкий дрожжевой аромат. Консистенцию – однородную, напоминающую жидкую сметану. Допускается газообразование в виде отдельных глазков, вызванное нормальной микрофлорой.

Порядок выполнения работы

Массовую долю жира в продуктах задает преподаватель. Следует определить массовую долю жира в исходном молоке. Рассчитать массовую долю жира в нормализованном молоке с учетом нормы внесения и жирности бактериальной закваски по формуле

$$Ж_{н.м} = (100 Ж_{пр} - K_3 Ж_3) / (100 - K_3), \quad (28)$$

где K_3 – количество закваски, %; $Ж_{н.м}$, $Ж_{пр}$, $Ж_3$ – массовая доля жира в нормализованном молоке, продукте, закваске, соответственно, %.

Закваску, приготовленную на стерилизованном молоке, вносят в количестве 1–3 %, а на пастеризованном – 3–5 %. Если есть необходимость в нормализации, то рассчитать требуемое количество обезжиренного молока или сливок и провести нормализацию.

Нормализованное молоко следует разделить на две части и провести пастеризацию одной из них при температуре 74 °С с выдержкой 15–20 с, а другой – при 92 °С с выдержкой 2–8 мин.

Взять по две чистые бутылки для приготовления каждого вида продукта, пронумеровать их и внести соответствующие бактериальные закваски. После пастеризации молоко каждой партии первоначально охлаждают до температуры (42±2) °С и наливают его в бутылки, предназначенные для приготовления ацидолакта, затем оставшееся молоко доохлаждают до (33±2) °С и наливают его в бутылки, предназначенные для приготовления простокваши и ацидофилина.

Бутылки с заквашенным молоком следует поместить в соответствующие каждому продукту термостаты. После сквашивания молока и охлаждения продуктов до 6 °С оценить их качество. Следует сравнить органолептические показатели продуктов, определить их титруемую кислотность, изучить влагоудерживающую способность сгустков, приготовить и просмотреть микроскопические препараты продуктов.

Задание 3. Изучить влияние температуры сквашивания молока при производстве кефира на его органолептическую оценку и наличие углекислого газа.

Отличительная особенность кефира состоит в том, что при его производстве используют естественную, сложную по микробиологическому составу, симбиотическую закваску, приготовленную на кефирных грибах. Микроорганизмы, входящие в состав кефирной закваски, участвуют в формировании качества продукта и возникновении пороков (табл. 24).

Таблица 24 – Влияние микроорганизмов на качество кефира

Микроорганизмы	Источник попадания	Условия, способствующие размножению	Роль в формировании качества	Порок
Мезофильные лактококки (<i>Lac. lactis</i> , <i>Lac. cremoris</i>)	Закваска	Присутствие дрожжей и уксуснокислых бактерий, некислая реакция среды	Ведут активный процесс сквашивания, формирования сгустка	–
Ароматообразующие микроорганизмы (<i>Leuc. dextranicum</i>)	Закваска	Температура сквашивания 21–25 °С, летнее молоко, присутствие дрожжей	Накопление аромата, газообразование	При избыточном развитии вспучивание
Мезофильные молочно-кислые палочки	Закваска	Длительная выдержка (более двух суток)	Незначительное влияние	–
Термофильные молочно-кислые палочки	Закваска, оборудование	Повышенные температуры, увеличение продолжительности процесса сквашивания	Участвуют в накоплении кислоты	Вызывают избыточную кислотность
Дрожжи	Закваска	Длительная выдержка при повышенных температурах сквашивания и созревания	Образование углекислого газа, специфического вкуса, консистенции	При избыточном развитии вспучивание
Уксуснокислые бактерии	Закваска	То же	Образование специфического вкуса, улучшение консистенции	Излишняя тягучесть, резкий специфический вкус
Бактерии группы кишечной палочки	Оборудование	Температура выше 25 °С	–	Ухудшение микробиологических показателей
Плесневые грибы (<i>Geotrichum candidum</i>)	Оборудование, воздух, закваска	Длительное хранение	–	Плесневение поверхности

Кефир относится к кисломолочным продуктам со смешанным брожением, где наряду с молочной кислотой образуются этиловый спирт и углекислый газ. Возбудителем спиртового брожения являются дрожжи. Способность дрожжей вырабатывать спирт и углекислый газ зависит от многих факторов, из которых наибольшее значение имеют: вид дрожжей, рН среды, температура сквашивания и количество молочного сахара в исходном сырье.

Температура молока при его сквашивании должна быть равна 20–25 °С. Повышение температуры сквашивания молока ускоряет развитие лактококков, в результате чего отстает развитие других микроорганизмов, прежде всего ароматообразующих (меньше накапливается летучих кислот). Поэтому вкус кефира в этом случае невыраженный, напоминающий вкус простокваши. Длительность сквашивания молока при производстве кефира составляет 8–12 ч до образования сгустка кислотностью 80–100 °Т.

В отличие от производства простокваши при выработке кефира недостаточно только сквасить молоко и охладить продукт.

Для приобретения специфических вкусовых качеств необходимо также осуществить процесс созревания (при постепенном охлаждении), в течение которого и происходит накопление углекислоты, летучих кислот и следов спирта. Созревание осуществляют при температуре (14±2) °С. Продолжительность процесса с момента заквашивания молока должна быть не менее 24 ч.

Кефир является напитком, который должен иметь освежающий, слегка острый вкус, однородную консистенцию. Допускается газообразование в виде отдельных глазков, вызванных нормальной микрофлорой. Кислотность продукта от 85 до 130 °Т.

Порядок выполнения работы

Исходное молоко следует нормализовать с учетом массовой доли жира в продукте (задает преподаватель) и дозы вносимой закваски (5 %), приготовленной на обезжиренном молоке.

Нормализованное молоко подвергнуть пастеризации при температуре 92 °С с выдержкой 2–8 мин. В бутылки отмерить рассчитанное количество кефирной грибковой закваски и залить молоком, охлажденным в одном случае до 30 °С, в другом до – 22 °С. Молоко хорошо перемешать с закваской, бутылки закрыть колпачками из фольги, пронумеровать образцы и поставить в соответствующие термостаты. После сквашивания молока и выдержки продукта в холодильнике для созревания провести органолептическую оценку образцов кефира при одинаковой температуре.

Измерить вязкость продуктов, оценить образование углекислого газа в исследуемых образцах, приготовить и просмотреть микроскопические препараты кефира.

Оборудование, приборы и материалы

Для приготовления продуктов применяют следующее сырье:

- молоко коровье, соответствующее ГОСТ 31449;
- молоко обезжиренное по ГОСТ 31658.

Для выполнения работы используют:

- реактивы и аппаратуру для определения титруемой кислотности и массовой доли жира в молоке;
- вискозиметр ВЗ-246;
- микроскоп, материалы и реактивы для приготовления микроскопических препаратов по ГОСТ 53430;
- центрифужные пробирки;
- пробирки диаметром 15–20 мм, стеклянные бутылки, термометры, термостаты.

Методы исследований

Определение физико-химических показателей проводят стандартными и общепринятыми методами:

- **температуры** – по ГОСТ 26754;
- **кислотности** – по ГОСТ 3624. В колбу вместимостью от 100 до 250 см³ отмеривают 20 см³ дистиллированной воды и 10 см³ исследуемого продукта, переносят остатки продукта из пипетки в колбу путем промывания пипетки полученной смесью 3–4 раза, добавляют 3 капли фенолфталеина. Смесью тщательно перемешивают и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин;
- **массовой доли жира** – по ГОСТ 5867. Последовательность операций при заполнении жиромера: отвешивают 11 г продукта в жиромер с отсчетом до 0,005 г, серную кислоту и изоамиловый спирт.
- **условной вязкости** – с помощью вискозиметра ВЗ-246 по продолжительности истечения 100 мл исследуемого продукта через сопло с диаметром 4 или 6 мм при температуре 20 °С;
- **влагоудерживающих свойств** – 10 мл исследуемого продукта помещают в мерную пробирку и центрифугируют в течение 30 мин, определяя через каждые 5 мин объем сыворотки (в %); строят график, характеризующий интенсивность ее выделения;
- **образование углекислого газа** – в пробирку диаметром 15 мм наливают 20 мл продукта, отмечают уровень и помещают в водяную баню

с холодной водой; температуру воды доводят до 90 °С и, вынув пробирку, отмечают уровень сгустка (если продукт содержит углекислый газ, то сгусток становится губчатым и поднимается над сывороткой на высоту от 6 мм до 20–30 мм и более);

– **приготовление и просмотр микроскопических препаратов** – продукт наносят на чистое предметное стекло предварительно прокаленной петлей и распределяют на площади 1–2 см², стараясь сделать мазок возможно более тонким. Препарат высушивают при комнатной температуре или слабом нагревании над пламенем горелки и фиксируют высушенный препарат, медленно проводя его несколько раз через пламя горелки. Затем окрашивают препарат раствором метиленового голубого. Для этого фиксированный мазок заливают краской, выдерживают в ней 0,5–1,0 мин, смывают водой, фильтровальной бумагой удаляют с препарата основную часть воды и окончательно высушивают его над пламенем горелки. Препарат рассматривают под микроскопом с иммерсионной системой.

Оформление отчета

К заданию 2. Описать технологический процесс производства диетических кисломолочных продуктов. Привести расчет нормализации молока. Приложить график, характеризующий влагоудерживающие свойства сгустков. Результаты опытов по изучению влияния температуры пастеризации молока на характеристику кисломолочных продуктов представить в виде таблицы (табл. 25). Зарисовать микроскопические картины приготовленных препаратов.

Таблица 25 – Характеристика кисломолочных продуктов

Температура пастеризации молока, °С	Вид продукта	Титруемая кислотность, °Т	Органолептическая оценка		Условная вязкость, с
			Вкус и аромат	Консистенция	
74	Простокваша				
	Ацидолакт				
	Ацидофилин				
92	Простокваша				
	Ацидолакт				
	Ацидофилин				

Сделать выводы о влиянии температуры пастеризации молока на показатели качества диетических кисломолочных продуктов.

К заданию 3. Составить технологическую схему производства кефира. Результаты опытов по изучению влияния температуры сквашивания молока на качественные показатели продукта представить в виде таблицы (табл. 26). Зарисовать микроскопические картины приготовленных препаратов. Сделать выводы о влиянии температуры сквашивания молока при производстве кефира на его качество.

Таблица 26 – Характеристика кефира

Температура сквашивания, °С	Титруемая кислотность, °Т	Наличие СО ₂ (уровень поднятия сгустка), мм	Продолжительность истечения, с	Органолептическая оценка	
				Вкус и аромат	Консистенция
22					
30					

Лабораторная работа № 7

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТВОРОГА

Цель работы – закрепить теоретические знания технологического процесса производства творога, изучить влияние различных факторов на интенсивность отделения сыворотки творожным сгустком, приобрести практические навыки оценки физико-химических показателей качества продукта.

Ход работы:

Выполняются задания:

Задание 1. Изучить основные технологические операции процесса производства творога.

Задание 2. Изучить влияние технологических факторов (сычужного фермента, хлористого кальция и вязкостных свойств бактериальной закваски) на интенсивность отделения сыворотки из сгустка при производстве творога.

Задание 3. Оценить органолептические и физико-химические показатели творога – титруемую кислотность, массовые доли жира и влаги.

Согласно ТР ТС 033/2013, творог – кисломолочный продукт, изготавливаемый с использованием смеси заквасочных микроорганизмов лактококков или смеси лактококков и термофильных молочнокислых стрептококков при помощи методов кислотной или кислотно-сычужной коагуляции белков с последующим удалением сыворотки

самопрессованием и/или прессованием, и/или центрифугированием, и/или ультрафильтрацией с добавлением или без добавления составных частей молока (до или после сквашивания) в целях нормализации молочных продуктов.

Продукт вырабатывают из цельного молока, нормализованного молока, обезжиренного молока, восстановленного молока или из их смесей.

По органолептическим, микробиологическим и физико-химическим показателям творог должен соответствовать требованиям, указанным в табл. 27, 28 и 29.

Таблица 27 – Органолептические показатели творога (ГОСТ 31453)

Наименование показателя	Характеристика
Консистенция и внешний вид	Мягкая, мажущаяся или рассыпчатая, без ощутимых частиц молочного белка. Для обезжиренного продукта – незначительное выделение сыворотки
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные без посторонних привкусов и запахов. Для продукта из восстановленного молока с привкусом сухого молока
Цвет	Белый или с кремовым оттенком, равномерный по всей массе

Таблица 28 – Микробиологические показатели творога (ТР ТС 033/2013)

Наименование продукта	Количество микроорганизмов, КОЕ/г	Масса продукта (г), в которой не допускаются			Дрожжи (Д), плесени (П), КОЕ/г, не более
		БГКП (колические формы)	Патогенные, в том числе сальмонеллы	<i>S. aureus</i>	
Творог без компонентов (кроме произведенного с использованием ультрафильтрации, сепарирования, зерненого творога) а) со сроком годности не более 72 ч	Молочно-кислых микроорганизмов не менее $1 \cdot 10^6$	0,001	25	0,1	–
б) со сроком годности более 72 ч	То же	0,01	25	0,1	Д-100; П-50

Окончание табл.28					
Наименование продукта	Количество микроорганизмов, КОЕ/г	Масса продукта (г), в которой не допускаются			Дрожжи (Д), плесени (П), КОЕ/г, не более
		БГКП (количества)	Патогенные, в том числе сальмонеллы	<i>S.aureus</i>	
Творог, произведенный с использованием ультраfiltrации, сепарирования: а) со сроком годности не более 72 ч б) со сроком годности более 72 ч	Микрофлора, характерная для творожной закваски, отсутствие посторонней микрофлоры	0,01	25	0,1	–
		0,01	25	0,1	Д-50; П-50
Творог зерненный	То же	0,01	25	0,1	Д-100; П-50
Творог с компонентами, творожная масса, сырки творожные: а) со сроком годности не более 72 ч б) со сроком годности более 72 ч	То же	0,001	25	0,1	–
		0,01	25	0,1	Д-100; П-50
Творожные продукты: а) со сроком годности не более 72ч б) со сроком годности более 72 ч	То же	0,01	25	0,1	–
		0,01	25	0,1	Д-100; П-50

Содержание потенциально опасных веществ (токсичных элементов, микотоксинов, диоксинов, меламина, антибиотиков, пестицидов, радионуклидов в продукте не должно превышать допустимые уровни, установленные ТР ТС 021/2011.

Таблица 29 – Физико-химические показатели творога (ГОСТ 31453)

Наименование показателя	Норма для продукта													
	Не более 1,8 (обезжиренный)	Не менее			Не менее						Не менее			
		2,0	3,0	3,8	4,0	5,0	7,0	9,0	12,0	15,0	18,0	19,0	20,0	23,0
Массовая доля жира, %														
Массовая доля белка, %, не менее	18,0			16,0				14,0						
Массовая доля влаги, %, не более	80,0	76,0			75,0		73,0		70,0		65,0		60,0	
Кислотность, °Т, не более	240		230				220		210				200	
Фосфатаза или пероксидаза	Отсутствует													
Температура при выпуске с предприятия, °С	4 ± 2													

По способу получения продукта со стандартной массовой долей жира различают два способа производства творога: отдельный (из обезжиренного молока с последующим смешиванием молочно-белкового сгустка с высокожирными сливками м.д.ж. 50–55 %), а также из нормализованного молока. В последнем случае молоко нормализуют с целью установления правильного соотношения между массовыми долями жира и белка в нормализованной смеси, обеспечивающего получение стандартного по массовой доле жира и влаги продукта. Нормализация проводится с учетом фактической массовой доли белка в перерабатываемом сырье и коэффициента нормализации.

Коэффициент нормализации устанавливают применительно к конкретным условиям производства, для чего ежеквартально проводят контрольные выработки творога.

Методика определения уточненных коэффициентов пересчета белка на массовую долю жира в смеси состоит в следующем. Проводят три-четыре контрольные выработки творога, в которых массовую долю жира в смеси определяют по фактической массовой доле белка и по коэффициентам пересчета. Далее по данным анализов контрольных выработок рассчитывают поправочный коэффициент массовой доли жира в смеси:

$$K_{\text{ж}} = \frac{Ж_{\text{ст}} (100 - В_{\text{ф}})}{Ж_{\text{ф}} (100 - В_{\text{ст}})}, \quad (29)$$

где $K_{\text{ж}}$ – поправочный коэффициент жирности смеси; $Ж_{\text{ст}}$ – стандартная массовая доля жира в продукте (для творога с м.д.ж. 18,0 % $Ж_{\text{ст}} = 18,5$ %; для творога с м.д.ж. 9,0 % $Ж_{\text{ст}} = 9,5$ %; $В_{\text{ф}}$ – фактическая массовая доля влаги в твороге, полученном в контрольных выработках, %; $Ж_{\text{ф}}$ – фактическая массовая доля жира в твороге, полученном в контрольных выработках, %; $В_{\text{ст}}$ – стандартная массовая доля влаги в продукте (для творога с м.д.ж. 18,0 % $В_{\text{ст}} = 65$ %; для творога с м.д.ж. 9,0 % $В_{\text{ст}} = 73$ %).

Рассчитав $K_{\text{ж}}$, определяют уточненный коэффициент пересчета белка на жирность смеси

$$K_{\text{п}} = K_{\text{ж}} \frac{Ж_{\text{см}}}{Б_{\text{м}}}, \quad (30)$$

где $K_{\text{п}}$ – уточненный коэффициент пересчета белка на жирность смеси; $Ж_{\text{см}}$ – массовая доля жира смеси, используемой в контрольной выработке, %; $Б_{\text{м}}$ – массовая доля белка в молоке, %.

По результатам выработок определяют средний коэффициент пересчета белка на массовую долю жира в смеси по формуле

$$K_{\text{ср}} = (K_{\text{п1}} + K_{\text{п2}} + K_{\text{п3}})/3. \quad (31)$$

Для выработки творога, соответствующего требованиям стандарта, массовую долю жира в смеси определяют по среднему значению коэффициента пересчета и массовой доли белка в молоке, поступающем на переработку

$$Ж_{см} = Б_{м} K_{ср}. \quad (32)$$

Для ориентировочных расчетов (в учебном курсовом и дипломном проектировании) можно пользоваться следующими формулами

$$Ж_{н.см} = Б_{м} + K - \text{для творога с м.д.ж. 18 \%}; \quad (33)$$

$$Ж_{н.см} = Б_{м} K - \text{для творога с м.д.ж. 5 и 9 \%}, \quad (34)$$

где K – коэффициент нормализации, зависящий от вида творога, и способа и условий его производства (табл. 30).

Таблица 30 – Значение коэффициента нормализации при производстве творога на различном оборудовании

Способ производства творога (оборудование)	Массовая доля жира в твороге, %					
	5,0		9,0		18,0	
	Весна–лето	Осень–зима	Весна–лето	Осень–зима	Весна–лето	Осень–зима
БК-2,5	0,20–0,28		0,40–0,50	0,50–0,55	0,15–0,30	0,30–0,40
ТИ-4000	0,15–0,25	0,25–0,35	0,40–0,47	0,47–0,55	0,20–0,28	
Я9-ОПТ	0,28		0,50	0,53	–	–
Линии с ваннами-сетками	0,25–0,29	0,30–0,32	0,50	0,52	–	–

Нормализованное очищенное или обезжиренное (в случае производства обезжиренного творога) молоко пастеризуют.

При производстве творога принято пастеризовать молоко при температуре $(78 \pm 2)^\circ\text{C}$ с выдержкой 20–30 с. При температуре пастеризации молока выше 80°C увеличивается степень гидратации казеина, что приводит к получению сгустка, плохо отделяющего сыворотку. Обезвоживание такого сгустка затрудняется, вследствие чего затягивается производственный процесс и могут наблюдаться случаи получения творога высокой кислотности с повышенным содержанием влаги. Кроме того, повышение температуры пастеризации приводит к получению сгустка, прочного по структурно-механическим свойствам. При разрезке он сильно дробится, и образуется большое количество белковой пыли, затрудняющей процесс прессования.

Понижение температуры пастеризации (до $71\text{--}75^\circ\text{C}$) улучшает способность сгустка к отделению сыворотки, но при этом не используются растворимые белки (альбумин, глобулин), которые не денатурируют при

низких температурах и удаляются вместе с сывороткой, вследствие чего уменьшается выход творога.

Кроме того, при низких температурах пастеризации в большей степени сохраняется остаточная микрофлора – молочнокислые стрептококки, являющиеся причиной перекипания творога, а также фермент липаза, способствующий прогорканию жира в процессе хранения продукта.

После пастеризации молоко охлаждают до температуры сквашивания и вносят бактериальную закваску или бактериальный концентрат. Для изготовления творога применяют закваски и бактериальные концентраты (обозначение концентрата указано в скобках):

Л_т (КЛ) – *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetilactis* с добавлением или без добавления *Lactococcus lactis subsp. cremoris*;

Л_д – *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetilactis* с добавлением или без добавления *Leuconostoc mesenteroides subsp. dextranicum*;

КД – *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetilactis*;

ЛТ_т (КЛТ) – *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetilactis*, *Streptococcus thermophilus* с добавлением или без добавления *Lactococcus lactis subsp. cremoris*.

Для производства творога специально подбирают бактериальные закваски, которые способны образовывать сгусток, хорошо отделяющий сыворотку. Не допускается использование чистых культур лактококков, образующих вязкий или слизистый сгусток, так как это приводит к замедлению синерезиса. При этом настолько ухудшается отделение сыворотки, что становится невозможным получение творога, стандартного по влажности.

Температура сквашивания составляет: при использовании Л_т, Л_д, КД – (28±2) °С; КЛ – (30±2) °С; ЛТ_т, КЛТ – (32±2) °С.

По методу образования сгустка различают два способа производства творога: кислотный и кислотно-сычужный. Первый основывается только на кислотной коагуляции белков путем сквашивания молока молочнокислыми бактериями с последующим нагреванием сгустка для удаления излишней сыворотки. Пространственная структура сгустков кислотной коагуляции белков менее прочная, формируется слабыми связями между мелкими частицами казеина и хуже выделяет сыворотку. Поэтому для интенсификации отделения сыворотки требуется подогрев сгустка. Таким способом изготавливают творог обезжиренный и пониженной жирности, так как при нагревании сгустка происходят значительные потери жира с сывороткой. Кроме того, кислотный способ

обеспечивает выработку обезжиренного творога более нежной консистенции.

При кислотно-сычужном способе производства творога после внесения бактериальной закваски добавляют хлористый кальций из расчета 400 г безводной соли на 1000 кг заквашиваемой смеси. Хлористый кальций вносят в виде водного раствора с концентрацией соли от 30 до 40 %. Пастеризованное молоко, вследствие уменьшения в нем количества ионов кальция, хуже свертывается сычужным ферментом, чем сырое. Добавление хлористого кальция восстанавливает его свертываемость, приближает скорость синерезиса к характерной для сырого молока.

После введения хлористого кальция в смесь вносят сычужный порошок, или пепсин пищевой, или ферментный препарат ВНИИМС в виде раствора с массовой долей фермента не более 1 %. Доза фермента активностью 100000 ед. на 1000 кг заквашиваемой смеси равна 1 г.

Сычужный порошок или ферментный препарат ВНИИМС растворяют в питьевой воде, предварительно подогретой до температуры $(36 \pm 3)^\circ\text{C}$, пепсин растворяют в свежей профильтрованной сыворотке, подогретой до такой же температуры. Объем воды или сыворотки определяют по формуле

$$V = M_{\text{ф}} \cdot 100, \quad (35)$$

где V – объем воды или сыворотки, см^3 ; $M_{\text{ф}}$ – масса фермента, г; 100 – объем воды или сыворотки для растворения 1 г фермента, см^3 .

В зависимости от активности фермента делают расчет массы фермента по формуле

$$M_{\text{ф}} = 100000 M_{\text{а.ф}} M_{\text{з.см}} / (A_{\text{ф}} \cdot 1000), \quad (36)$$

где $M_{\text{ф}}$ – масса фермента, г; $M_{\text{а.ф}}$ – масса фермента нормальной активности на 1000 кг молока, г; $M_{\text{з.см}}$ – масса заквашиваемой смеси, кг; $A_{\text{ф}}$ – активность применяемого фермента, ед.; 1000 – масса заквашиваемой смеси, кг.

При сычужной коагуляции под действием сычужного фермента в молекуле казеина происходит гидролиз фосфоамидной связи без отщепления фосфорной кислоты. При этом сычужная коагуляция белков молока протекает в две стадии: на первой стадии – ферментативной – α -казеин под действием сычужного фермента переходит в пара- α -казеин; на второй – коагуляционной – из пара- α -казеина образуется сгусток.

При кислотно-сычужном способе производства творога частичное превращение α -казеина в пара- α -казеин под влиянием сычужного фермента, по существу, предшествует кислотной коагуляции. Поскольку при переходе α -казеина в пара- α -казеин изоэлектрическая точка

смещается с рН 4,6 до 5,2, образование сгустка происходит при более низкой титруемой кислотности, чем при чисто кислотном осаждении, что, в конечном счете, приводит к меньшей кислотности получаемого творога. Кроме того, в образовании структуры сгустка при кислотно-сычужном способе осаждения участвуют кальциевые мостики, образующиеся между частицами пара- α -казеина. Наличие этих мостиков упрочняет структуру сгустка, приводит к образованию более плотного сгустка, что в свою очередь предупреждает его распыление при механическом дроблении, благоприятно отражаясь на повышении выхода творога. Такие сгустки лучше отделяют сыворотку, чем кислотные, так как в них быстрее происходит уплотнение пространственной структуры белка. Поэтому подогрев сгустка для интенсификации отделения сыворотки не требуется.

Окончанием сквашивания принято считать момент, когда сгусток приобретает оптимальные для выработки из него творога кислотность и прочность. Обычно окончание сквашивания устанавливают по излому сгустка и виду сыворотки. При изломе сгустка должен образоваться ровный край с блестящей гладкой поверхностью. Сыворотка, выделяющаяся на месте излома сгустка, должна быть прозрачной и иметь зеленоватый цвет.

При кислотной коагуляции в конце сквашивания сгусток (при производстве творога в ваннах ВК-2,5 и творогоизготовителях марки ТИ-4000) должен иметь кислотность:

- (75 ± 5) °Т – для творога с м.д.ж. 7,0; 9,0 %;
- (80 ± 5) °Т – для творога с м.д.ж. 5,0; 4,0; 3,8; 3,0; 2,0 %;
- (85 ± 5) °Т – для творога обезжиренного.

При кислотно-сычужной коагуляции в конце сквашивания сгусток (при производстве творога на том же оборудовании) должен иметь кислотность:

- (58 ± 5) °Т – для творога с м.д.ж. 23,0 %;
- (61 ± 5) °Т – для творога с м.д.ж. 20,0; 19,0; 18,0; 15,0; 12,0; 9,0 %;
- (65 ± 5) °Т – для творога с м.д.ж. 7,0; 5,0; 4,0 %;
- (68 ± 5) °Т – для творога с м.д.ж. 3,8; 3,0; 2,0 %;
- (71 ± 5) °Т – для творога обезжиренного.

Разницу в кислотности сгустков продукта различной жирности можно объяснить тем, что творог с м.д.ж. 9 и 18 % прессуется долго и набухание белка происходит в процессе прессования. Если же обезжиренный творог разрезать по достижении им той же кислотности, как и для творога с м.д.ж. 9 и 18 %, то он быстро прессуется, набухания не происходит, продукт приобретает крупитчатую консистенцию.

При излишней кислотности сгустка образуется мажущая консистенция творога. Продукт имеет кислый вкус и повышенную влажность. При недостаточной кислотности сгустка формируется крупитчатая, крошливая, грубая, резинистая консистенция творога, слабовыраженные

кисломолочные вкус и запах. Увеличиваются потери белка, так как его часть переходит в сыворотку. Во избежание повышения кислотности готовый сгусток необходимо быстро обезводить.

Интенсивность отделения сыворотки может зависеть от ряда причин: способа производства творога, температуры пастеризации молока, кислотности сгустка, бактериальной закваски, температуры сгустка во время выделения из него сыворотки.

Оборудование, приборы и материалы

Для приготовления опытных образцов применяют следующее сырье:

- молоко коровье, соответствующее ГОСТ 31449;
- молоко обезжиренное, соответствующее ГОСТ 31658;
- 40 %-й раствор хлористого кальция;
- 1 %-ный раствор сычужного фермента;
- закваску для творога;
- закваску для сметаны с вязкой консистенцией.

Для выполнения работы используют:

- реактивы и аппаратуру для определения титруемой кислотности;
- прибор Элекс-7 для определения массовой доли влаги в пищевых продуктах;
- стеклянные емкости вместимостью 1 л, воронки, лавсановые мешки, термометры, термостат.

Методы исследования

Определение физико-химических показателей проводят стандартными и общепринятыми методами:

- **температуры** – по ГОСТ 26754;
- **кислотности** – по ГОСТ 3624. В фарфоровую ступку вносят 5 г продукта, тщательно перемешивают и растирают пестиком. Затем прибавляют небольшими порциями 50 мл воды, нагретой до 35–40 °С, и три капли фенолфталеина. Смесь перемешивают и титруют раствором щелочи до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

– **массовой доли жира** – по ГОСТ 5867. Последовательность операций при заполнении жиромера: отвешивают 5 г творога с отсчетом до 0,005 г, добавляют 5 см³ воды, 10 см³ серной кислоты и 1 см³ изоамилового спирта; серную кислоту в жиромер с водой добавляют осторожно, слегка наклонив жиромер; подогревание жиромеров с исследуемой смесью перед центрифугированием проводят в

водяной бане при температуре $(65 \pm 2)^\circ\text{C}$ при частом встряхивании до полного растворения белка;

– **массовой доли влаги в твороге** – по ГОСТ 3626. Метод основан на выпаривании влаги из тонкослойного образца продукта, находящегося между нагретыми до рабочей температуры плитами нагревательного устройства. В качестве нагревательного устройства применяют прибор Элекс-7.

Для определения массовой доли влаги в продукте пакеты (одно- или двухслойные) из газетной бумаги размером 150x150 мм складывают по диагонали, загибают углы и края примерно на 15 мм. Пакет вкладывают в листок пергамента несколько большего размера, чем пакет, не загибая краев. Готовые пакеты высушивают в приборе в течение 3 мин при температуре 150–152 °С, после чего их охлаждают и хранят в эксикаторе.

Подготовленный пакет взвешивают с погрешностью не более 0,01 г, отвешивают в него 5 г исследуемого продукта с погрешностью не более 0,01 г, распределяя равномерно по всей внутренней поверхности пакета. Пакет с навеской закрывают, помещают в прибор между плитами, нагретыми до температуры 150–152 °С, и выдерживают 5 мин. В начале сушки во избежание разрыва пакета верхнюю плиту прибора приподнимают и поддерживают в таком положении до прекращения обильного выделения пара. Затем плиту опускают и продолжают высушивание. Пакеты с высушенными пробами охлаждают в эксикаторе 3–5 мин и взвешивают. Массовую долю влаги в твороге вычисляют по формуле (4).

Порядок выполнения работы

В соответствии с массой цельного молока, указанной преподавателем, производят необходимые расчеты массы закваски, сычужного фермента и хлористого кальция.

Заданное количество цельного молока пастеризуют при 80 °С с выдержкой 20–30 с, охлаждают до 32 °С, разливают в стеклянные емкости по 0,5 л. В молоко вносят по 1 % бактериальной закваски: в емкости № 1, 2 и 3 – закваску для творога, придающую сгустку сквашенного молока колющуюся консистенцию, в емкость № 4 – закваску, придающую сгустку вязкую консистенцию.

Затем в емкости № 2 и 3 добавляют 1%-ный раствор сычужного фермента из расчета 1 г сухого порошка на 1 т молока. В емкость № 3 вносят 40 %-ный раствор CaCl_2 из расчета 400 г сухой соли на 1 т молока. После перемешивания содержимого все образцы заквашенного молока помещают в термостат с температурой 30 °С, где они должны находиться до появления сгустка и достижения кислотности 60–65 °Т.

Затем мерные цилиндры с воронками нумеруют и кладут в каждую воронку лавсановый мешочек. Полученные образцы сквашенного молока разрезают таким образом, чтобы на поверхности сгустка получились квадраты со стороной 1 см. Выдержав образцы в покое в течение 30 мин, соблюдая нумерацию стаканов и цилиндров, переносят сгустки в лавсановые мешочки. Отмечают время начала фильтрации сыворотки и через каждые 5 мин записывают ее количество в мерных цилиндрах. После прекращения самопроизвольного отделения сыворотки творог, находящийся в лавсановых мешочках, подпрессовывают, извлекают из них и оценивают по органолептическим и физико-показателям (определяют массовые доли жира, влаги, титруемую кислотность).

Оформление отчета

Составить технологические схемы производства творога кислотным и кислотно-сычужным способами. Результаты наблюдений за процессом синерезиса творожных сгустков представить по форме, приведенной в табл. 31, а также в графическом виде.

Таблица 31 – Динамика отделения сыворотки из творожных сгустков

№ образца	Внесено, см ³			Продолжительность наблюдения, мин											
	за-кваски	CaCl ₂	сычужного фермента	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
				Количество выделившейся сыворотки, см ³											
1															
2															
3															
4															

Данные по определению показателей качества творога привести по форме, представленной в табл. 32.

Таблица 32 – Характеристика опытных образцов творога

№ образца	Титруемая кислотность, °Т	Массовая доля, %		Органолептические показатели	
		влаги	жира	Вкус и аромат	Консистенция
1					
2					
3					
4					

В заключение отчета сделать выводы по работе в целом.

Лабораторная работа № 8

ПРОИЗВОДСТВО ГОЛЛАНДСКОГО СЫРА

Цель работы – закрепить теоретические знания технологического процесса производства полутвердых сыров с низкой температурой второго нагревания (на примере Голландского сыра).

Ход работы:

Задание 1. Определить показатели молока: кислотность и массовую долю жира. Провести нормализацию молока по жиру.

Задание 2. Выработать Голландский сыр (закончить работу на стадии прессования сыра).

Приборы и материалы

Стаканы термостойкие емкостью 200 см³, стаканы на 50 см³ и 200 см³, пипетки на 1, 5, 10 см³, водяная баня, электроплитка, шпатель, секундомер, термометр 0–100 °С, наборы реактивов для определения кислотности и содержания жира в молоке; 1 %-ный раствор сычужного фермента, 40 %-ный раствор хлорида кальция, закваски чистых культур молочнокислых бактерий; молочная посуда, режущие инструменты, серпьянки, формы.

Характеристика производимой продукции и способы производства

Сыр Голландский брусковый ГОСТ 32260-2013 имеет форму прямоугольного бруска со слегка округлыми гранями и выпуклыми боковыми поверхностями. Длина 24–30 см, ширина 12–15 см, высота 9–12 см. Масса 2,5–6 кг.

Органолептические показатели сыра:

- вкус и запах: выраженный сырный, слегка кисловатый;
- консистенция: эластичная, слегка ломкая на изгибе, однородная во всей массе;
- внешний вид: корка ровная, тонкая, без повреждений и толстого подкоркового слоя, покрытая парафиновыми, полимерными, комбинированными составами или полимерными материалами;
- рисунок: на разрезе сыр имеет рисунок, состоящий из глазков круглой, овальной или угловатой формы;
- цвет теста: от белого до светло-желтого, равномерный по всей массе.

Основные показатели технологического процесса производства «Голландского» сыра следующие:

Содержание жира в сухом веществе, %, не менее	45
Температура второго нагревания, °С	39–41
Влажность зрелого сыра, %, не более	44
рН сыра после пресса	5,6–5,8
рН зрелого сыра	5,25–5,45
Содержание поваренной соли в зрелом сыре, %	1,5–3,0
Продолжительность созревания, сут.	60

Условия хранения: при температуре от минус 4°С до 0°С и относительной влажности воздуха 85–90 %, срок годности – 4,5 месяца.

Голландский сыр вырабатывают из пастеризованного и нормализованного по жирности молока высшего и первого сортов, кислотностью не выше 20 °Т. Количество вносимой бактериальной закваски молочнокислых и ароматобразующих стрептококков составляет 0,5–0,8 %.

Порядок выполнения работы

Каждое звено студентов получает молоко и осуществляет его подготовку к свертыванию, определяет кислотность, массовую долю жира в молоке и проводит нормализацию молока по жиру с учетом массовой доли белка в нем.

При выработке Голландского сыра и других с низкой температурой второго нагревания оптимальным режимом пастеризации молока является его нагревание до 71–72 °С с выдержкой в течение 20–25 с.

В охлажденную до температуры свертывания смесь (32–34 °С) вносят бактериальную закваску в количестве 0,5–0,8 % и 40%-ный раствор хлористого кальция из расчета 40 г безводной соли на 100 кг молока. Хлористый кальций необходимо вносить для восстановления солевого равновесия с целью достижения нормальной продолжительности свертывания и улучшения свойств сычужного сгустка.

Затем в молоко вносят 1%-ный раствор сычужного порошка или ферментного препарата ВНИИМС, необходимое количество которых для свертывания смеси определяют при помощи прибора для сычужной пробы. Время свертывания устанавливают в пределах 25–30 мин. При отсутствии прибора количество сычужного фермента, необходимое для свертывания молока в заданное время (принимается, что действие фермента строго пропорционально его количеству), определяется по формуле

$$X = (10 \cdot M \cdot P) : (6 \cdot B), \quad (37)$$

где X – количество 1%-ного раствора сычужного фермента, мл; M – количество молока, л; B – принятое время свертывания молока, мин; P – продолжительность свертывания 100 см³ подогретого до температуры свертывания молока 10 см³ раствора фермента (отсчет ведут от момента добавления раствора до образования нормального сгустка), с.

Ориентировочно, для свертывания 100 кг молока в течение 25–30 мин доза сычужного фермента составляет 2,5 г препарата стандартной активности.

После внесения раствора сычужного фермента смесь тщательно перемешивают и оставляют в покое до появления сгустка.

Готовность сгустка к разрезке определяют пробой на излом. Для этого шпателем на поверхности сгустка делают надрез, плоской частью шпателя слегка его приподнимают по направлению разреза. Готовый сгусток дает трещину с острыми краями и глянцевой поверхностью, выделяя прозрачную сыворотку.

Готовый сгусток разрезают специальными режущими инструментами на кубики размером 7–8 мм. Разрезку сгустка и постановку зерна ведут 5–10 минут. Скорость зависит от прочности сгустка: нежный сгусток режут медленнее, чтобы не образовывалась сырная пыль, более плотный сгусток режут быстрее. С момента разрезки и до процесса формования зерно должно постоянно перемешиваться во избежание склеивания.

После разрезки и постановки отбирают 30 % сыворотки (от массы перерабатываемого молока). В сыворотке определяют титруемую кислотность. Результат записывают.

Сырное зерно вымешивают 15–20 мин. Зерно становится более плотным, упругим и округлым. Перед вторым нагреванием отбирают еще 20–30 % сыворотки. В сыворотке определяют титруемую кислотность. Результат записывают.

Для предупреждения развития излишне высокой активной кислотности сыра, обусловленной повышенной первоначальной влажностью или активным развитием молочнокислого процесса, перед вторым нагреванием в смесь сыворотки с зерном вносят 10–15 % пастеризованной воды, температура воды 50–60 °С.

Температура второго нагревания для голландского сыра устанавливается в пределах 39–41 °С в зависимости от качества молока и свойств сырного зерна. Продолжительность нагревания 10–15 мин. Интенсивность нагрева составляет 1 °С в 1 мин. Цель второго нагревания – интенсифицировать процесс выделения сыворотки из зерна.

Для улучшения консистенции сыра и сокращения продолжительности операции посолка, производится частичная посолка сыра в зерне. Соль сорта «Экстра» растворяют в воде, пастеризованной при температуре 80–85 °С и охлаждают до 50–60 °С. Раствор фильтруют и вносят в ванну в конце второго нагревания в виде концентрированного раствора из расчета 200–300 г соли на 100 кг нормализованной смеси молока.

По достижении температуры 41 °С продолжают вымешивание при этой температуре 25–35 мин в зависимости от свойств молока и способности зерна к обезвоживанию. Зерно приобретает округлую форму и уменьшается в размере.

Для получения высококачественного сыра необходимо правильно определить окончание обсушки и готовность сырного зерна к формованию. Зерно должно быть упругим. Если зерно недостаточно обработано, то сыр получается слишком мягким и предрасположен к вспучиванию. При пересушке зерна оно теряет клейкость, сыр плохо формуется, медленно созревает и имеет твердую консистенцию.

Готовность зерна к формованию определяют следующим образом: отбирают из ванны горсть зерна и при сжатии (не очень сильном) в руке зерна должны образовывать комок, который при легком встряхивании должен разламываться, а при легком растирании между ладонями разъединяться на отдельные зерна. Также при пережевывании готового зерна ощущается легкое похрустывание на зубах.

Если зерно готово, отбирают пробу сыворотки для определения ее кислотности. Определяют кислотность и результат записывают.

После обсушки сырного зерна приступают к формованию, которое представляет собой процесс объединения сырных зерен в монолит. Соединение зерен достигается путем их слипания и удаления сыворотки, находящейся между зернами. Голландский сыр формируют из пласта. Для этого прекращают перемешивание и зерно свободно оседает на дно ванны. Специальной пластиной зерно сдвигают к одному краю и поверхность под слоем сыворотки выравнивают. Высота пласта в производственных условиях соответствует высоте бруска сыра +2 см. В лабораторной выработке высоту устанавливают произвольно, ориентируясь на площадь доньшка формы для сыра. После получения пласта сыворотку сливают, сырный пласт вынимают и укладывают в подготовленную форму. При подготовке формы внутрь укладываются две серпянки (кусочек марли или любого другого дренирующего материала) крест-накрест, помещается сырный пласт и серпянки аккуратно заворачиваются, без образования грубых складок и заломов. Формы закрывают крышками и сыры выдерживают в формах в течение 30 мин для самопрессования. После самопрессования сыры вынимают из форм, переворачивают и снова

закладывают в формы, маркируют, заворачивают салфетки и накрывают крышками.

Маркировка всех сыров, кроме советского, производится в центре полотна казеиновыми или пластмассовыми цифрами. Дату изготовления обозначают дробью: в числителе – число, в знаменателе – месяц. Номер выработки указывают справа от даты изготовления.

В период самопрессования продолжается развитие молочнокислого процесса в сырной массе и дальнейшее ее обезвоживание. Исключение стадии самопрессования или недостаточная ее продолжительность затрудняет в дальнейшем при прессовании удаление из сырной массы межзерновой сыворотки. Это происходит вследствие образования при прессовании сыра уплотненного замкнутого поверхностного слоя. Поэтому предварительное самопрессование, а затем и прессование с постепенным увеличением давления до требуемого, способствуют более полному удалению сыворотки из сырной массы.

После самопрессования сыры прессуют под давлением 10 кг в начале и 40 кг на 1 кг сырной массы в конце прессования. Продолжительность прессования сыра 1,5 – 2 часа. Температура в помещении, где производят прессование, должна быть 18–20 °С. Это необходимо вследствие того, что процесс синерезиса прекращается при 16 °С, и для его поддержания при прессовании нужно обеспечивать соответствующий температурный режим.

По окончании прессования, для округления острых граней, сыр без салфеток помещают в формы и выдерживают 20–30 мин.

Оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Характеристику сыра «Голландского» согласно требованиям ГОСТ 32260-2013.
3. Технологическую схему производства сыра «Голландского» с указанием режимов.
4. Технологический журнал контроля производства сыра.

Лабораторная работа № 9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Цель работы – закрепить теоретические знания о качестве мясных и мясосодержащих полуфабрикатов, приобрести практические навыки оценки их органолептических и физико-химических показателей.

Ход работы:

Выполняются задания:

Задание 1. Изучить показатели качества мясных и мясосодержащих полуфабрикатов.

Задание 2. Оценить качество мясных и мясосодержащих полуфабрикатов с помощью органолептического и физико-химических методов: определения содержания влаги и жира, хлорида натрия, наличия растительных компонентов.

Мясной (мясосодержащий) полуфабрикат: Мясной (мясосодержащий) продукт, изготовленный из мяса на кости или бескостного мяса в виде кусков или фарша (из фарша), с добавлением или без добавления (с добавлением) немясных ингредиентов, требующий перед употреблением тепловой обработки до кулинарной готовности с массовой долей мясных ингредиентов более 60,0% (более 5,0% до 60,0% включительно). Мясной (мясосодержащий) полуфабрикат может быть изготовлен с использованием соуса, маринада, декоративной обсыпки, покрытый панировочным ингредиентом или смесью панировочных ингредиентов, или декоративной смесью пряностей, тестом и др.

Полуфабрикаты подразделяют на:

группы в зависимости от содержания мясного сырья в рецептуре: мясные (более 60 %), мясосодержащие (более 5,0% до 60,0% включительно);

виды в зависимости от технологии изготовления: кусковые, рубленые, в тесте;

подвиды в зависимости от технологии изготовления:

- бескостные, мясокостные (кусковые полуфабрикаты);
- крупнокусковые, порционные, мелкокусковые (кусковые полуфабрикаты);
- фаршированные, нефаршированные;
- формованные, неформованные;
- панированные, непанированные;
- весовые, фасованные;

категории в зависимости от массовой доли мышечной ткани в рецептуре:
 – А (более 80 %), Б (более 60,0% до 80,0% включительно), В (более 40,0% до 60,0% включительно), Г (более 20,0% до 40,0% включительно), Д (20 % и менее) – мясные полуфабрикаты;
 – В, Г, Д – мясосодержащие полуфабрикаты;
 д) по термическому состоянию: охлажденные, замороженные.

По органолептическим показателям полуфабрикаты должны соответствовать требованиям, указанным в ГОСТ 32951-2014 (для полуфабрикатов рубленых и в тесте органолептические показатели приведены в табл.33).

Таблица 33 – Органолептические показатели полуфабрикатов рубленых и в тесте

Наименование показателя	Характеристика полуфабрикатов			
	рубленые			в тесте
	формованные	панированные	фаршированные	
Внешний вид	Измельченная однородная масса без костей, хрящей сухожилий, грубой соединительной ткани, кровяных сгустков и пленок, равномерно перемешана, различной формы и массы в зависимости от наименования полуфабриката	без разорванных и ломаных краев равномерно покрыта панировочным ингредиентом, смесью панировочных ингредиентов или декоративной смесью пряностей	наполненная или завернутая в мясной ингредиент, либо покрывающая ингредиент или смесь ингредиентов рецептуры	Изделия разнообразной формы и массы в зависимости от наименования полуфабриката, неслипшиеся, недеформированные, края хорошо заделаны, фарш не выступает, поверхность сухая
Вид на срезе	Фарш хорошо перемешан, масса однородная с включением ингредиентов рецептуры		На срезе изделия видно начинку, состоящую из одного или смеси ингредиентов, окруженную оболочкой или покрытием из одного ингредиента	На срезе изделия видно тестовую оболочку, окружающую начинку в виде фарша, или куска (кусочков) мяса, или смеси мясных и немясных ингредиентов различного измельчения
Цвет, запах, вкус*	Свойственные данному наименованию полуфабриката, с учетом используемых рецептурных компонентов, без посторонних привкуса и запаха			

*Вкус полуфабриката оценивают после тепловой обработки

По физико-химическим показателям полуфабрикаты должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 34.

Таблица 34 – Физико-химические показатели полуфабрикатов

Наименование показателя	Значение показателя для полуфабрикатов							
	мясные				мясосодержащие			
	категория							
	А	Б	В	Г	Д	В	Г	Д
Мас. доля белка, %, не менее	16,0	12,0	10,0	8,0	6,0	9,0	7,0	5,0
Мас. доля жира, %, не более	18,0	35,0	50,0	Регламентируется в документе, в соответствии с которым полуфабрикаты изготовлены		35,0	Регламентируется в документе, в соответствии с которым полуфабрикаты изготовлены	
Мас. доля крахмала, %, не более	2,0	4,0	5,0			6,0		
Мас. доля хлористого натрия, %, не более: -при использовании хлористого натрия - без использования хлористого натрия	1,8 0,2							
Мас. доля общего фосфора (в пересчете на P ₂ O ₅), %, не более: -при использовании пищевых фосфатов -без применения пищевых фосфатов	0,8 0,5							
Мас. доля хлеба, %	При использовании хлеба регламентируется в документе, в соответствии с которым полуфабрикаты изготовлены							
Мас. доля начинки или покрытия, %	Регламентируется в документе, в соответствии с которым полуфабрикаты изготовлены							
Температура продукта, °С -для охлажденных -для замороженных -для замороженных (фаршированные, в тесте)	От минус 1,5 до 6 включит. Не выше минус 8 Не выше минус 18							

Порядок выполнения работы

Лабораторная работа проводится двумя группами студентов. Задания для групп различаются видами исследуемых полуфабрикатов.

Материалы и оборудование

1. Сливочные жиromeры.
2. Термометр.
3. Электрическая плитка.
4. Технические весы.
5. Водяная баня.
6. Сушильный шкаф.
7. Эксикатор.
8. Металлические бюксы.
9. Фарфоровые чашки.
10. Бумажные фильтры.

Реактивы

1. Раствор Люголя.
2. Дистиллированная вода.
3. Серная кислота плотностью 1500 кг/м³.
4. Изоамиловый спирт.
5. 0,05 М раствор нитрита натрия.
6. 0,5 %-ный раствор хромата калия.

Органолептические исследования

При органолептических исследованиях полуфабрикатов обращают внимание на внешний вид, форму, толщину, цвет, запах, вкус, консистенцию (для рубленых и пельменей).

Натуральные полуфабрикаты. Цвет и запах полуфабрикатов должны быть характерными для доброкачественного мяса.

Пельмени. Внешний вид полуфабриката определяют в мороженом состоянии. Пельмени должны быть не размороженными и при встряхивании пачки издавать ясный звук. Они должны иметь определенную форму. Толщина тестовой оболочки должна быть равномерной. Для ее определения отбирают 20 шт. пельменей из пачки. Толщину теста измеряют линейкой на поперечном разрезе замороженных

пельменей и вычисляют среднюю арифметическую величину, она не должна превышать 2 мм.

Для определения содержания мясного фарша в пельменях 20 шт. замороженных пельменей взвешивают с точностью до 1 г, затем отделяют фарш от теста и тоже взвешивают. Полученный результат выражают в процентах.

Вкус и аромат проверяют в вареном виде. Пельмени варят до готовности (3–4 мин кипячения после их всплытия) при соотношении пельменей и воды 1:4. Соль добавляют по вкусу. Вареные пельмени должны иметь хороший вкус и аромат, свойственные заложенному сырью, фарш сочный, в меру соленный.

Натуральные и рубленые полуфабрикаты в случае сомнения в их свежести подвергают комплексу исследований, предусмотренных для оценки свежести мяса (лабораторная работа №2 при изучении дисциплины «Биотехнологические основы переработки продовольственного сырья»).

При оценке качества рубленых изделий определяют содержание влаги и жира. В шницелях, котлетах дополнительно определяют содержание хлорида натрия, хлеба в котлетах, в пельменях – содержание жира и хлорида натрия в фарше.

Определение содержания влаги

В зависимости от вида полуфабрикатов содержание в них влаги не должно превышать 60–68 %.

Ход анализа. Навеску (5 г), взвешенную с точностью до 0,01 г, распределяют тонким слоем на дне бюксы и высушивают в сушильном шкафу при 130 °С в течение 80 мин, после чего бюксы охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Содержание влаги определяют по формуле

$$W = (m_1 - m_2) \cdot 100 / (m_1 - m), \quad (38)$$

где W – содержание влаги, %; m_1 – масса бюксы с навеской до высушивания, г; m_2 – масса бюксы с навеской после высушивания, г; m – масса бюксы.

Допускаемое расхождение в параллельных определениях не должно превышать $\pm 0,5$ %.

Определение массовой доли жира в полуфабрикатах

В лабораторной работе используется ускоренный метод определения массовой доли с использованием жиросомера.

Ход анализа. 1–3 г фарша, взвешенного с точностью до 0,01 г, помещают в фарфоровую чашку и обливают 5 мл серной кислоты. Содержимое чашки нагревают 5–10 мин на небольшом огне, не допуская кипения, до образования однородной массы. Массу переносят количественно через воронку в жиромер, куда предварительно помещают 5 мл серной кислоты, смывая остатки из чашки 5 мл серной кислоты небольшими порциями. Затем в жиромер помещают 2–4 мл изоамилового спирта, закрывают резиновой пробкой. Смесь тщательно перемешивают, перевертывая жиромер 2–3 раза, и помещают на 10 мин пробкой вниз в водяную баню (70–75 °С), затем центрифугируют в течение 5 мин. После центрифугирования снова помещают жиромер в водяную баню при 65–75 °С на 5 мин, отмечают на шкале число делений, занимаемых жиром. Взбалтывание, нагрев и центрифугирование повторяют до тех пор, пока высота столбика жира не останется неизменной. Содержание жира определяют по формуле

$$X = 0,01133 a - 100/m, \quad (39)$$

где X – содержание жира, %; 0,01133 – количество жира, соответствующее одному малому делению жиромера, г; a – высота столбика жира по шкале жиромера, малые деления; m – масса навески, г.

Допускаемое расхождение в параллельных определениях не должно превышать $\pm 0,5$ %.

Определение содержания хлорида натрия

Содержание хлорида натрия определяют методом Мора.

Ход анализа. К измельченной навеске фарша (5 г), взвешенной с точностью до 0,01 г, добавляют 100 см³ воды. Через 40 мин настаивания водную вытяжку фильтруют через бумажный фильтр. 5–10 см³ фильтрата оттитровывают раствором нитрита серебра в присутствии 0,5 см³ раствора хромата калия до появления оранжевого окрашивания.

Содержание хлорида натрия определяют по формуле

$$x = 0,0029 V_1 K \cdot 100 - 100/(m V), \quad (40)$$

где x – содержание хлорида натрия, %; 0,0029 – количество хлорида натрия, эквивалентное 1 см³ 0,05 М раствора нитрита серебра, г; V_1 – объем 0,05 М раствора нитрита серебра, израсходованный на титрование испытуемого раствора, см³; K – коэффициент пересчета на точно 0,05 М раствор нитрита серебра; m – масса навески, г; V – объем вытяжки, взятой для титрования, см³.

Качественное определение растительных наполнителей

При производстве рубленых полуфабрикатов наряду с хлебом можно вводить такие наполнители, как картофель. Для обнаружения растительных наполнителей можно использовать цветную реакцию с раствором Люголя. Метод основан на взаимодействии раствора Люголя с растительными наполнителями и появлении определенной окраски.

Ход анализа. Навеску (5 г), взвешенную с точностью до 0,01 г, помещают в коническую колбу, заливают 100 см³ дистиллированной воды, доводят до кипения, охлаждают и фильтруют. 1 см³ вытяжки помещают в пробирку, разбавляют 10-кратным количеством воды и добавляют 2–3 капли раствора Люголя. При наличии в рубленых полуфабрикатах хлеба вытяжка приобретает интенсивно-синий цвет, переходящий при избытке раствора Люголя в зеленый, при содержании картофеля – в лиловый.

Для приготовления раствора Люголя в химический стакан вместимостью 100 см³ вносят 2 г иодида калия, 15 см³ дистиллированной воды и 1,27 г металлического йода. Все тщательно перемешивают и после растворения иодида калия переносят раствор в мерную колбу вместимостью 100 см³. Объем доводят до метки дистиллированной водой. Раствор хранят в темном месте в колбе с притертой пробкой.

Оформление отчета

В отчете необходимо привести краткое описание выполнения работы. Результаты наблюдений и расчетов записать в таблицу по форме, приведенной в табл. 35.

Таблица 35 – Органолептические и физико-химические показатели полуфабрикатов

Показатели	Норма по ГОСТ, ОСТ, ТУ	Опытный образец
Органолептические		
Физико-химические		

На основании полученных результатов следует сделать вывод о соответствии опытных образцов полуфабрикатов предъявляемым требованиям по органолептическим и физико-химическим показателям.

Лабораторная работа № 10

ТЕХНОЛОГИЯ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ, ОБОГАЩЕННЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

Цель работы – закрепление теоретических знаний о технологии производства рубленых полуфабрикатов из мясного сырья, приобретение практических навыков проведения их органолептической оценки.

Ход работы:

Выполняются задания:

Задание 1. Изучить технологию производства рубленых полуфабрикатов с использованием препаратов пищевых волокон.

Задание 2. Выработать опытные образцы полуфабрикатов, провести их органолептическую оценку.

Исследуемые объекты: котлеты «Домашние», препараты пищевых волокон (пшеничная клетчатка, свекольная клетчатка или др.).

Материалы, реактивы, оборудование: измельченное мясное сырье (говядина, свинина), препараты пищевых волокон, основное и вспомогательное сырье в соответствии с принятой рецептурой котлет, масло растительное, весы технические, сковорода, плитка электрическая.

В мясной промышленности пищевые волокна используются при производстве всех групп мясопродуктов, включая продукты детского питания, консервы, полуфабрикаты и деликатесные изделия. С целью обогащения мясных продуктов пищевыми волокнами используются все группы источников пищевых волокон: натуральные продукты, богатые пищевыми волокнами, вторичные продукты переработки растительного сырья и очищенные препараты пищевых волокон.

Использование в технологии комбинированных мясных изделий продуктов переработки зерновых культур позволяет повысить пищевую и биологическую ценность изделий, способствует устойчивому и равномерному распределению ингредиентов, что приводит к созданию продукта стабильного качества.

Основная группа пищевых волокон – это элементы клеточных стенок растений, которые делятся на две группы – структурные и неструктурные компоненты. От соотношения этих соединений, источника пищевых волокон и способов их выделения зависят общие физико-химические характеристики пищевых волокон.

В зависимости от растворимости пищевые волокна делятся на три группы:

– растворимые пищевые волокна, то есть неструктурные полисахариды – пектины, камеди, альгинаты и т.д.;

– нерастворимые пищевые волокна – структурные полисахариды – целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин и т.д.;

– пищевые волокна смешанного типа – отруби.

Основная роль пищевых волокон заключается в регулировании работы желудочно-кишечного тракта.

Растворимые пищевые волокна достигают толстого кишечника в неизменном виде, где гидролизуются ферментами микроорганизмов. Образующиеся продукты гидролиза используются для питания полезной микрофлорой кишечника, прежде всего бифидобактериями, то есть они являются пребиотиками.

Нерастворимые пищевые волокна обладают способностью связывать воду в кишечнике; усиливать раздражающее действие пищи, что приводит к стимуляции перистальтики кишечника и более быстрому транзиту пищи; адсорбировать и выводить токсичные вещества из организма; связывать кислоты, адсорбировать стерины и снижать уровень холестерина, а также участвуют в механизме предупреждения кариеса. Кроме того, в состав волокон входят макро- и микроэлементы, принимающие участие в кроветворении, являющиеся составными частями ряда гормонов, витаминов, ферментов. А достаточное количество волокон в пище приводит к ощущению насыщения и способствует меньшему потреблению энергии с едой [17].

Использование пищевых волокон в пищевой промышленности постоянно растет и охватывает все новые отрасли. К продуктам, обогащаемым пищевыми волокнами, относятся прежде всего хлебобулочные, макаронные, кулинарные и кондитерские изделия, напитки, десерты и закуски. В меньшей степени обогащаются пищевыми волокнами мясные продукты.

Самым простым способом обогащения мясных продуктов пищевыми волокнами является их использование при производстве натуральных продуктов.

Традиционно в колбасном производстве применяют крахмалосодержащее сырье: крупы (пшено, рис, перловую и ячменную) и пшеничную муку. Применение этого сырья способствует в том числе и некоторому повышению водо- и жиросвязывающей способности фаршевой системы.

Натуральную текстурированную муку (пшеничную, овсяную, ячменную и пшеничную) можно использовать взамен соевых белков, крахмала, муки и круп при производстве различных видов мясопродуктов. Текстурированную муку используют после предварительной гидратации, для чего ее заливают холодной водой, перемешивают и выдерживают в течение 15-20 мин и затем используют при фаршесоставлении. Уровень

гидратации в зависимости от вида муки составляет 1:1,5–1:3. Количество гидратированной муки в составе продукта определяется видом и рецептурой мясных изделий и составляет: для вареных колбасных изделий до 15 %, для полукопченых колбас до 25 %, при производстве рубленых полуфабрикатов до 30 %, мясных баночных консервов до 20 %.

Основными источниками пищевых волокон являются злаковые культуры и продукты их переработки – ржаные и пшеничные отруби (53–55 %), овощи (20–24 %), фрукты и другие растительные объекты.

Наибольшее применение в технологии мясных продуктов получили натуральные *водорастворимые фракции пищевых волокон*: каррагинаны, пектины, альгинаты, камеди. К основным технологическим свойствам препаратов данной группы относятся водоудерживающая и жиропоглощающая способности. Благодаря этому препараты растворимых пищевых волокон широко применяются в технологии всего ассортимента мясопродуктов.

Наиболее эффективно для обогащения мясопродуктов использовать препараты *нерастворимых пищевых волокон*, выделенных из различного растительного сырья. Выделяют пищевые волокна из пшеничных и ржаных отрубей, оболочек какао-бобов, соевых бобов, овощей и других видов растительного сырья. Главным представителем нерастворимых пищевых волокон является целлюлоза – клетчатка. Препараты целлюлозы выпускаются в двух модификациях: микрокристаллической или частично гидролизованной целлюлозы и порошкообразной.

Примером первой модификации служит препарат *микрокристаллической целлюлозы (МКЦ)*, которую получают в результате тонкого измельчения и очистки целлюлозы. Ее можно использовать при изготовлении вареных или полукопченых колбас, в сухом виде или в составе белково-жировых эмульсий, что позволяет получить дополнительный технологический эффект – повышение устойчивости системы. Использование МКЦ при производстве вареных колбас позволяет заменять до 1–1,5 % мясного сырья, при этом выход увеличивается на 8–14 %.

Пример второй модификации – клетчатка, выделяемая из различных видов растительного сырья – пшеницы, картофеля, моркови, лимона, сои и предназначенная для производства низкокалорийных мясопродуктов.

Пшеничная клетчатка известна под торговой маркой «Витацель», производимой фирмой «Могунция» (Германия). Это порошок с нейтральным вкусом и запахом, с высоким содержанием целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина, на долю которых приходится 99,0 % состава препарата. Модификации «Витацели» отличаются размерами волокон.

«Витацель» рекомендуется использовать в производстве практически всех групп мясопродуктов. Наиболее перспективным является применение клетчатки «Витацель» в производстве рубленых полуфабрикатов (котлет, гамбургеров, бифштексов) и полуфабрикатов в тесте. В этом случае сухой препарат и воду для его гидратации закладывают в мешалку вместе с мясным сырьем.

Широкое распространение в технологии мясопродуктов получили препараты клетчаток, выделенных из различного растительного сырья, в частности лимонная, свекловичная, морковная, пшеничная и другие виды клетчаток.

Клетчатку можно вносить в рецептуры мясных изделий в сухом виде или после гидратации. Сухую клетчатку вносят на нежирное сырье с добавлением воды на ее гидратацию.

Рекомендуемый уровень введения гидратированной клетчатки в среднем 1,5–3 %. Возможный уровень введения препарата в сухом виде составляет от 1,0 % до 2,0 % к массе сырья в зависимости от вида мясопродуктов.

Технологический процесс производства мясных рубленых полуфабрикатов состоит из следующих технологических операций.

Подготовка сырья, разделка, обвалка и жиловка мяса. Эти операции осуществляются по общей технологической схеме выработки полуфабрикатов.

Приготовление фарша. Мясо котлетное говяжье и свинину жилованную жирную измельчают на волчке через решетку с отверстиями диаметром 2–3 мм. В фаршемешалку последовательно загружают мясное сырье, воду, соль, обводненный белок или хлеб, намоченный в молоке, лук, яйца или меланж, перец, остальные ингредиенты по рецептуре и перемешивают 4–5 мин до образования связанной однородной массы. Для понижения температуры фарша при перемешивании в мешалку добавляют дробленый или чешуйчатый пищевой лед в количестве 20 % от нормы воды, добавляемой в мешалку. Приготовленный фарш должен быть немедленно направлен на формование полуфабрикатов. Температура его должна быть не выше 12°C.

Формование. Приготовленный фарш формуют на котлеты в виде овальной толщиной 2,0–2,5 см, биточки в виде лепешки округло-приплюснутой формы толщиной 1,5–3 см, шницели – в виде лепешки плоско-овальной формы толщиной 1–1,5 см. Сформированные полуфабрикаты укладывают на лотки–вкладыши, равномерно посыпанные тонким слоем панировочных сухарей и панируют поверхность. Охлаждают полуфабрикаты при 0–4°C в холодных камерах, скороморозильных шкафах или другом оборудовании, обеспечивающем необходимый температурный режим, до достижения температуры в толще продукта 0–2 °C.

Полуфабрикаты, предназначенные для реализации в мороженном состоянии, замораживают при температуре не выше минус 18 °С до температуры в толще продукта не выше минус 8 °С в холодильных камерах, скороморозильных шкафах или ином оборудовании, обеспечивающем необходимый температурный режим.

Срок годности охлажденных полуфабрикатов 48 ч при температуре хранения не выше 4°С, мороженых – 3 мес при температуре не выше минус 18°С и 1 мес при температуре не выше минус 12°С.

Характеристика и нормируемые показатели качества мясных рубленых полуфабрикатов в соответствии с ГОСТ 32951–2014 представлены в табл.33 и 34.

Порядок выполнения работы

Объектом исследований являются котлеты «Домашние», для обогащения которых используются препараты пищевых волокон – пшеничная клетчатка «Витацель» или свекольная клетчатка. Рецептура котлет представлена в табл. 36.

Таблица 36 – Рецептура котлет «Домашние» (в кг на 100 кг)

Наименование компонента	Контрольный образец	Опытный образец	
		пшеничная клетчатка	свекольная клетчатка
Мясо котлетное говяжье	28		
Свинина жилованная жирная	29,7		
Препарат пищевых волокон	-		
Хлеб пшеничный	13		
Сухари панировочные	4		
Лук репчатый свежий	2		
Перец черный или белый молотый	0,1		
Меланж или яйца куриные	2		
Соль поваренная	1,2		
Вода питьевая	20		
Итого	100		

В опытных образцах мясное сырье заменено на клетчатку, количество которой составляет 10–50 % от суточной потребности в пищевых волокнах (25–38 г). Необходимо рассчитать уровень замены

мясного сырья клетчаткой для 2-х опытных образцов и внести полученные значения в табл. 36.

Подготовка образцов выполняется по схеме, представленной на рис. 1.



Рис. Схема производства котлет

Проведение органолептической оценки

Оценку рубленых полуфабрикатов проводят по 5-балльной шкале с учетом коэффициента весомости органолептических показателей.

5-балльная шкала по оценке соответствия органолептических показателей: 5 – полное соответствие требованиям; 4 – незначительные несоответствия; 3 – заметные несоответствия; 2 – явные несоответствия; 1 – выраженные несоответствия (грубые); 0 – не подлежит оценке. За выявленные несоответствия проводят снижение балла с учетом выраженности порока.

Коэффициент весомости органолептических показателей составляет:

К = 1 – оценка внешнего вида;

К = 2 – оценка консистенции;

К = 3 – оценка вида и цвета на разрезе;

К = 4 – оценка запаха и вкуса.

Оценку уровня качества продукта с учетом коэффициента весомости каждого органолептического показателя $O_{\text{качества}}$ в баллах определяют по формуле

$$O_{\text{качества}} = \sum(K \cdot Б)/10, \quad 41$$

где К – коэффициент весомости каждого органолептического показателя, Б – оценка каждого показателя, балл.

Оформление отчета

В отчете следует привести рецептуры выработанных продуктов, схему приготовления котлет, результаты их органолептической оценки по форме, приведенной в табл.37.

Таблица 37 – Органолептическая оценка продукта по 5-балльной шкале

Наименование показателя	Контрольный образец	Образец № 1	Образец № 2
Внешний вид			
Вид на разрезе			
Вкус			
Консистенция			
Цвет			
Общая оценка			

Следует сделать вывод о влиянии препаратов пищевых волокон на качество рубленых полуфабрикатов.

Лабораторная работа № 11

ИЗУЧЕНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВОДОУДЕРЖИВАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ РЫБНЫХ ФАРШЕЙ

Цель работы – закрепление теоретических знаний о факторах, влияющих на водоудерживающую способность рыбных фаршей, получение практических навыков определения их физико-химических показателей.

Ход работы:

Выполняются задания:

Задание 1. Приготовить рыбный фарш и обработать его добавками.

Задание 2. Изучить методики работ на приборах.

Задание 3. Определить качественные показатели образцов фарша.

Мышечная ткань рыбы является сложным коллоидным образованием, содержащим до 70–80 % воды, необходимой для нормального течения процессов обмена веществ. Важным фактором, обеспечивающим коллоидно-химическое состояние мяса рыбы, является взаимодействие между белковыми веществами мышечной ткани и содержащейся в ней водой.

Способность мяса рыбы связывать и удерживать воду зависит от многих факторов и в том числе от таких, как посмертное состояние рыбы, температуры хранения, рН мяса рыбы, степень измельчения и др.

Способность мяса рыбы связывать воду можно изменить путем измельчения, добавления стабилизирующих веществ, повышающих влагопоглощаемость и влагоудержание мяса рыбы, путем изменения величины рН. Воду, содержащуюся в мышечной ткани, условно делят на свободную и связанную. Связанная вода во многом отлична от обычной воды. Свободной воды в тканях значительно больше связанной. Свободная вода включает иммобилизованную, механически удерживаемую мицеллярной структурой белков и электростатическим взаимодействием между пептидными цепями, и прочно связанную свободную воду, выделяющуюся под действием даже небольших давлений.

Величину водоудерживающей способности (ВУС) мяса определяет содержание в нем иммобилизованной воды. Сохранение водоудерживающей способности мяса рыбы в процессе переработки на уровне свежей рыбы имеет большое практическое значение, так как позволяет увеличить выход и улучшить качество готовой продукции.

Так при производстве фаршей серьезной проблемой является быстрое изменение его качества, выражающееся в потемнении и заметном изменении белков и липидов. Изменение белков сопровождается потерей

ВУС. Водоудерживающая способность фарша значительно повышается при сдвиге рН в щелочную среду, при этом денатурация белков стабилизируется в процессе хранения фарша. Наиболее широкое применение в качестве стабилизаторов ВУС мяса рыбы и беспозвоночных находят фосфаты.

Влияние фосфатных добавок на свойства рыбных продуктов связано с их способностью изменять рН среды, увеличивать содержание растворимого белка за счет расщепления актомиозинового комплекса, связывать поливалентные катионы. Повышение ВУС мяса рыбы вследствие изменения рН при добавлении фосфатов объясняется влиянием поверхностного заряда молекулы.

Стабилизирующее действие добавок хлористого натрия основано на повышении гидратации белков, увеличении их растворимости. При взаимодействии хлористого натрия на мышечную ткань функциональные группы белков с электростатическими свойствами притягивают диполи воды, повышая гидратацию и ВУС ткани. Ионы хлора, присоединяясь к положительно заряженным группам пептидных цепей белков, поддерживают их в состоянии набухания.

Аппаратура, материалы, реактивы:

1. Весы лабораторные с пределом допускаемой абсолютной погрешности взвешивания не более $\pm 0,01$ г.
2. Прибор «Элекс-7».
3. рН-метр.
4. Мясорубка бытовая.
5. Эксикатор.
6. Гиря массой 1 кг.
7. Пластина (стеклянная, плексигласовая), 100x100 мм или круг диаметром 100–150 мм.
8. Стаканы стеклянные
9. Бумага фильтровальная.
10. Фильтры (средней плотности).
11. Водные растворы однозамещенного фосфата калия и двухзамещенного фосфата натрия.
12. Калий хлористый, насыщенный раствор.

Порядок выполнения работы

Работа выполняется отдельными группами студентов согласно вариантам, выданным преподавателем согласно таблице 38. Например, вариант 2–1: добавки поваренной соли 0,5 % и буферный раствор рН 5; вариант 5–3: добавки – поваренная соль 2 % и буферный раствор рН 8.

В работе рекомендуется использовать рыбу тощую свежую или консервированную холодом.

Приготовление фарша из мяса рыбы. Для приготовления фарша следует взять 1,5–2 кг рыбы, разделить на филе и пропустить его один раз через мясорубку. Фарш тщательно перемешать, хранить в закрытом состоянии.

На технических весах с точностью до 0,1 г взять навески фарша по 10 г. Для каждого варианта согласно таблице 38 рассчитать необходимое количество добавок (поваренная соль, буферный раствор). Для приготовления фосфатного буфера применяются 1/15 мл водные растворы однозамещенного фосфата калия и двухзамещенного фосфата натрия. Фарш смешать с добавками, поместить в склянки на 50 мл с притертой пробкой и выдержать 2 часа в холодильнике (0 °С).

Таблица 38 – Варианты опытных образцов рыбного фарша с добавками

№	Масса фарша, г	NaCl, %	Буферный раствор, мл				Примечание
			pH 5	pH 6	pH 8	pH 9	
			1	2	3	4	
1		0,0					Объем буферного раствора брать из расчета 0,1 мл на 1 кг фарша (10 %)
2		0,5					
3		1,0					
4		1,5					
5		2,0					
6		2,5					
7		3,0					

Следует определить массовую долю влаги в исходном фарше с помощью прибора «Элекс-7». Опыт проводят в следующем порядке.

Навеску образца массой (2±0,01) г помещают в предварительно высушенные и взвешенные бумажные пакеты 15x15 см с вкладышами из фильтровальной бумаги и равномерно распределяют шпателем по внутренней поверхности пакета. Шпатель вытирают о внутреннюю поверхность пакета. Пакет с навеской складывают, помещают в прибор «Элекс-7», предварительно нагретый до 150 °С, и сушат в течение 3–5 мин. После высушивания пакет охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Массовую долю влаги в фарше рассчитывают по формуле (4).

Определяют водоудерживающую способность исходного рыбного фарша методом Грау и Хамма. Метод основан на выделении воды из анализируемой пробы прессованием и определении ее по площади «влажного» пятна.

Навеску фарша массой (0,30±0,01) г, помещенную на кружок из мягкого полиэтилена диаметром 15–20 мм, взвешивают на аналитических

или торсионных весах. После этого ее переносят на кружок фильтровальной бумаги, расположенный на стеклянной или плексигласовой пластинке так, чтобы навеска фарша лежала на фильтровальной бумаге. Используют фильтры средней плотности, предварительно выдержанные 3 сут в эксикаторе над насыщенным раствором хлористого кальция (подготовленные фильтры должны храниться в полиэтиленовом пакете в холодильнике).

Сверху полиэтиленовый кружок накрывают пластинкой такого же размера, как нижняя, устанавливают на нее груз (гирю) массой 1 кг и выдерживают 10 мин. По окончании прессования фильтр с навеской освобождают от груза и нижней пластинки. Очерчивают карандашом контур пятна вокруг прессованного фарша и контур общего пятна по границе распространения воды. Площадь пятен, образованных спрессованным фаршем и адсорбированной влагой, определяют планиметром, либо с помощью миллиметровой бумаги. Площадь «влажного» пятна находят по разности между площадью общего пятна и площадью пятна, образованного фаршем.

Водоудерживающую способность (W_c) исследуемого продукта в процентах вычисляют по формуле

$$W_c = (m_g - 0,0084 \cdot S) \cdot 100 / m_1, \quad 42$$

где m_1 – масса исследуемого образца, г; m_g – масса воды в навеске, г; S – площадь «влажного» пятна, см²; 0,0084 – количество воды в 1 см² «влажного» пятна, г.

За окончательный результат принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений. Вычисление проводят до первого десятичного знака.

По истечении времени выдержки проб фаршей с добавками определяют рН фарша и влагоудерживающую способность.

ВУС определяют методом Грау и Хамма, но при этом учитывается влияние добавок:

$$m_g = (W + B) m_2 / (100 + B + C) \quad 43$$

$$m_1 = 100 \cdot m_2 / (100 + B + C), \quad 44$$

где W – массовая доля влаги в исходном фарше, %; B – количество добавляемой воды (буферный раствор), %; C – количество добавляемой соли, %; m_2 – навеска фарша с добавками, г.

Определяют рН образцов фаршей на рН-метре. Для этого навеску фарша 5 г помещают в коническую колбу (150 мл) и тщательно взбалтывают с 50 мл дистиллированной воды в течение 0,5 часа. Вытяжку отфильтровывают в стаканчик на 50 мл и производят на 50 мл и производят определение величины рН на рН-метре.

Полученные значения внести в таблицу, форма которой приведена ниже.

Таблица 39 – Изучение влияния поваренной соли и рН среды на ВУС фаршей

№	рН	NaCl, %	№ оп- реде- лений	Навес- ка, г	Влага, %	Влага, г	Пло- щадь, S, см ²	ВУС, %	ВУС _{ср} , %
			1						
			2						
			1						
			2						

Оформление отчета

1. На основании полученных данных построить графики в координатах ВУС (%) – NaCl (%) и ВУС (%) – рН.
2. Дать анализ характеру кривых и сделать соответствующие выводы.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

При изучении дисциплины «Пищевая биотехнология» студентам заочной формы обучения следует руководствоваться учебной программой и вопросами для самопроверки. Более основательному изучению курса будут способствовать установочные и заключительные лекции по основным разделам курса.

Каждым студентом-заочником должен быть выполнен курс лабораторных работ согласно программе. В восьмом и девятом учебных семестрах студент представляет контрольную работу, номер варианта которой выбирается по последней цифре номера зачетной книжки студента. Варианты контрольных работ по дисциплине «Пищевая биотехнология» приведены ниже.

ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Восьмой семестр

Вариант 1

1. Основные этапы приготовления хлеба из пшеничной муки.
2. Технологическая схема производства сухого картофельного крахмала.
3. Технология производства квашеной капусты.

Вариант 2

1. Основное и дополнительное сырье хлебопекарного производства.
2. Технологическая схема производства солода.
3. Сырье для производства спирта. Технология получения спирта из крахмалсодержащего сырья.

Вариант 3

1. Основные этапы приготовления хлеба из ржаной муки.
2. Характеристика сырья для пивоваренного производства.
3. Общая технологическая схема производства виноградных вин.

Вариант 4

1. Технологическая схема производства пива.
2. Подготовка сырья к производству в хлебопечении.
3. Производство неосветлённых плодовых и ягодных соков.

Вариант 5

1. Характеристика, ассортимент и технология квасов, вырабатываемых методом брожения.
2. Технологическая схема производства крахмальной патоки.
3. Производство настоев и отваров из растительного сырья.

Вариант 6

1. Способы приготовления пшеничного теста.
2. Технологическая схема производства глюкозно-фруктозных сиропов.
3. Сушка солода. Процессы, протекающие в солоде при сушке. Типы сушилок.

Вариант 7

1. Характеристика и свойства микроорганизмов, применяемых в производстве пива и кваса.
2. Производство осветлённых плодовых и ягодных соков.
3. Характеристика основных дефектов вин и способов их устранения.

Вариант 8

1. Способы приготовления ржаного теста.
2. Производство концентрированных томатопродуктов.
3. Технология получения суслу из винограда.

Вариант 9

1. Классификация пива. Общие технические требования к пиву, его пищевая ценность.
2. Получение и применение модифицированных крахмалов.
3. Соление огурцов и томатов. Хранение соленой продукции.

Вариант 10

1. Производство газированных безалкогольных напитков.
2. Характеристика видов солода, используемых в пивоварении.
3. Производство овощных натуральных консервов.

Девятый семестр**Вариант 1**

1. Общая технологическая схема производства кисломолочных напитков. Обоснование режимов тепловой и механической обработки.
2. Технологическая схема производства вареных колбас.
3. Технология производства соленой рыбы. Способы посола.

Вариант 2

1. Современные способы увеличения сроков годности кисломолочных напитков.
2. Технология и техника замораживания мяса. Режимы и допустимые сроки хранения.
3. Технология производства рыбы холодного копчения. Режимы хранения продукции.

Вариант 3

1. Схема технологического процесса производства сметаны.
2. Размораживание мяса. Классификация методов, их характеристика и технологическая оценка.
3. Технология производства рыбы горячего копчения. Режимы хранения продукции.

Вариант 4

1. Общая технологическая схема производства творога.
2. Основное и вспомогательное сырье для производства колбасных изделий. Характеристика, особенности подготовки.
3. Технология производства пряносоленой и маринованной рыбной продукции.

Вариант 5

1. Основные направления переработки вторичного молочного сырья с применением биотехнологических методов.
2. Мясные эмульсии. Факторы, влияющие на стабильность мясных эмульсий.
3. Технология и техника замораживания рыбы.

Вариант 6

1. Основные операции и режимы технологического процесса производства полутвердых сычужных сыров.
2. Приготовление мясных эмульсий. Физико-химическая сущность процесса.
3. Технология и техника охлаждения и хранения охлажденной рыбы.

Вариант 7

1. Технология кисломолочного масла методом сбивания сливок.
2. Технология и техника охлаждения и хранения охлажденного мяса.
3. Технология производства натуральных рыбных консервов.

Вариант 8

1. Технология кисломолочного масла методом преобразования высокожирных сливок.
2. Производство сырокопчёных колбас. Направленное использование микрофлоры в колбасном производстве.
3. Технология производства рыбных пресервов.

Вариант 9

1. Технология мягких сыров на примере сыра Рокфор.
2. Производство сыровяленых колбасных изделий.
3. Производство белковых продуктов из гидробионтов.

Вариант 10

1. Технологическая схема производства лактулозы.
2. Современные пути увеличения сроков хранения охлажденного мяса.
3. Технология производства рыбных консервов в масле.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипов, С.Т. Машины и аппараты пищевых производств [Текст]: в трех книгах: учебник для вузов/ С.Т. Антипов, И.Т., Кретов А.Н. Остриков, и др.; Панфилов В.А., ред.– 2-е изд., перераб. и доп.– М.: КолосС, 2009. Кн. 1.– 608 с., кн. 2 – 847 с., кн. 3 – 551 с.
2. Антипова, Л.В. Технология и оборудование производства колбас и полуфабрикатов [Текст]: учеб. пособие для бакалавров направления 260200 / Л.В.Антипова, И.Н.Толпыгина, А.А. Калачев.– СПб.: ГИОРД, 2011.– 596 с.
3. Арсеньева, Т.П. Технология сливочного масла. Часть 2 [Текст]: учеб. пособие для вузов / Т.П. Арсеньева, А.Д. Грищенко. – СПбГУНиПТ, 2004. – 190 с.
4. Баланов, П.Е. Технология бродильных производств [Текст]: учеб.-метод. пособие: предназначено бакалаврам очной и заочной форм обучения по направлению 260100/ П.Е. Баланов.– СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013.– 62 с.
5. Баланов, П.Е. Основы технологии пищевых продуктов [Текст]: лабораторные работы: учеб.- метод. пособие: предназначено для выполнения лабораторных работ для подготовки бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению 260100/ П.Е. Баланов, Н.В. Баракова, И.Е. Радионова.– СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013.– 51 с.
6. Бредихина, О.В. Научные основы производства рыбопродуктов [Текст]: учеб. пособие / О.В. Бредихина, С.А. Бредихин, М.В. Новикова. – СПб.: Лань, 2016. – 230 с.
7. Горбатова, К.К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов [Текст]. – СПб.: ГИОРД, 2003.– 346 с.
8. Грищенко, А.Д. Технология сливочного масла, ч.1 [Текст]: учеб. пособие для вузов /А.Д. Грищенко, Т.П. Арсеньева.– СПбГУНиПТ, 2000. – 114 с.
9. Евстигнеева, Т.Н. Основные принципы переработки сырья растительного, животного, микробиологического происхождения и рыбы [Текст]: учебное пособие для вузов /Т.Н. Евстигнеева, А.А. Брусенцев, Л.А. Забодалова. – СПб.: СПбГУНИиПТ, 2010. – 369 с.
10. Забодалова, Л.А. Технология цельномолочных продуктов и мороженого. [Текст] : учеб. пособие / Л.А. Забодалова, Т.Н. Евстигнеева. – СПб.: НИУ ИТМО, 2013. – 304 с.
11. Забодалова, Л.А. Технология цельномолочных продуктов и мороженого [Текст]: учеб. пособие для вузов /Л.А. Забодалова, Т.Н. Евстигнеева. – СПб.: Лань, 2016. – 352 с.

12. Зобкова, З.С. Особенности технологии и пути улучшения качества кисломолочных напитков, вырабатываемых резервуарным способом. [Текст]/З.С.Зобкова, Т.П.Фурсова. – Молочная промышленность, 2006, № 5, с.54–59.
13. Крусъ, Г.Н. Технология молока и молочных продуктов [Текст]: учеб. для вузов /Г.Н. Крусъ, А.Г. Храмцов, З.В. Волокитина, С.В. Карпычев; под ред. А.М. Шалыгиной – М.: КолосС, 2005.– 455 с.
14. Лях, В.Я. Справочник сыродела/В.Я. Лях, И.А. Шергина, Т.Н. Садовая. – СПб.: Профессия, 2011. – 679 с.
15. Магомедов, М.Г. Производство плодоовощных консервов и продуктов здорового питания [Текст]: учебник для бакалавров по напр. «Технология производства и переработки с/х продукции»/ М.Г. Магомедов.– СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2015.– 559с.
16. Мезенова, О.А. Биотехнология рационального использования гидробионтов [Текст]: учебник для вузов/ О.Я. Мезенова, Т.М. Сафронова, Н.Т. Сергеева и др.; под. ред. О.Я. Мезеновой. – СПб.: Лань, 2013. – 412 с.
17. Неверова, О.А. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения [Текст]: учебник для вузов по напр. подготовки бакалавров 240700.62 «Биотехнология»/ О.А. Неверова, А.Ю. Просеков, Г.А. Гореликова, В.М. Позняковский.– М: ИНФРА-М, 2014.– 318 с.
18. Патракова, И.С. Технология функциональных мясопродуктов: учебно-методический комплекс / Сост.: И.С. Патракова, Г.В. Гуринович, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2007. – 128 с.
19. Пащенко, Л.П. Технология хлебопекарного производства [Текст]: Учебник для бакалавров / Л.П. Пащенко, И.М. Жаркова. – СПб.: Лань, 2014. – 607 с.
20. Рогов, И.А. Биотехнология мяса и мясопродуктов [Текст]: курс лекций: учеб. пособие для вузов / И.А. Рогов, А.И. Жаринов, Л.А. Текутьева, Т.А. Шепель. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 294 с.
21. Родионова, Л.Я. Технология безалкогольных напитков [Текст]: Учеб. пособие / Л.Я. Родионова, Е.А. Ольховатов, А.В. Степовой. – СПб.: Лань, 2016. – 324 с.
22. Соболева, Е.В. Основы технологии пищевых продуктов. Лабораторные работы [Текст]: учеб.- метод. пособие: предназначено для бакалавров всех форм обучения направления 260100/ Е.В. Соболева, М.М. Данина. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013.– 53 с.
23. Соболева, Е.В. Технология и организация производства продуктов переработки зерна, хлебобулочных и макаронных изделий.

- Лабораторные работы [Текст]: Учеб.-метод. пособие /Е.В. Соболева, Е.С. Сергачева. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 50 с.
24. Федоренко, Б.Н. Промышленная биоинженерия. Инженерное сопровождение биотехнологических производств [Текст]: учебник для вузов/ Б.Н. Федоренко.– СПб: Профессия, 2016.– 517с.
25. Филиппов, В.И. Технологические основы холодильной технологии пищевых продуктов [Текст]: учебник для вузов/ В.И. Филиппов, М.И. Кременевская, В.Е. Куцакова. – СПб.: ГИОРД, 2014. – 572 с.
26. Хозиев, О.А. Технология пивоварения [Текст]: учеб. пособие / О.А. Хозиев, А.М. Хозиев, В.Б. Цугкиева. – СПб.:Лань, 2012. – 560 с.
27. Храмцов, А.Г. Технология продуктов из вторичного молочного сырья: учеб. пособие для вузов/ А.Г. Храмцов, С.В. Василисин, С.А. Рябцева, Т.С. Воротникова.– СПб.: ГИОРД, 2009.– 422 с.

Интернет-ресурс

Электронные библиотечные системы:

1. Электронные ресурсы открытого доступа библиотеки Университета ИТМО:
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.
3. Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru>.
4. Библиотека. Единое окно доступа к образовательным ресурсам:
<http://window.edu.ru>.
5. Информационно-интерактивный портал «Российские электронные библиотеки»: <http://www.elbib.ru>.
6. Электронная библиотека издательства «Лань»:
<http://e.lanbook.com/>
7. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации: <http://docs.cntd.ru/gost>

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

	стр
Введение.....	3
Организация самостоятельной работы студентов.....	3
Методические указания по выполнению домашнего задания.....	13
Методические указания к лабораторным работам.....	19
Правила техники безопасности при работе в лаборатории.....	20
Лабораторная работа № 1. Определение качества сырой клеяковины и ее массовой доли.....	21
Лабораторная работа № 2. Изучение влияния компонентов рецептуры на качество хлеба.....	25
Лабораторная работа № 3. Оценка качества пива.....	36
Лабораторная работа № 4. Изучение технологии кваса.....	47
Лабораторная работа № 5. Оценка качества картофельного крахмала.....	63
Лабораторная работа №6. Изучение технологии кисломолочных напитков.....	68
Лабораторная работа №7. Изучение технологии творога.....	85
Лабораторная работа №8. Производство Голландского сыра.....	97
Лабораторная работа №9. Оценка качества мясных полуфабрикатов	102
Лабораторная работа №10. Технология рубленых полуфабрикатов, обогащенных функциональными компонентами.....	109
Лабораторная работа №11. Изучение факторов, влияющих на водоудерживающую способность рыбных фаршей.....	116
Особенности организации самостоятельной работы студентов заочной формы обучения.....	121
Список литературы.....	125
Приложение – Форма отчета по лабораторной работе.....	128

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 Паращука, 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. Паращук, 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 87 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
Сучкова Елена Павловна

Пищевая биотехнология

Учебно-методическое пособие

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Подписано к печати

Заказ №

Тираж

Отпечатано на ризографе

