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

Д. Л. Альшевский, М. Н. Альшевская, Ф. С. Карнеева

ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

УДК 664

Рецензент
кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов питания
ФГБОУ ВО «КГТУ» О. В. Анистратова

Альшевский, Д. Л.

Технологии пищевых производств: учеб.-методич. пособие по изучению дисциплины для студ. бакалавриата по напр. подгот. 15.03.02 Технологические машины и оборудование / Д. Л. Альшевский, М. Н. Альшевская, Ф. С. Карнеева. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 78 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Технологии пищевых производств» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие подробный план лекции по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля, материалы по подготовке к практическим занятиям, отражены рекомендации для выполнения контрольной работы для направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, форма обучения заочная.

Табл. 20, список лит. – 15 наименований

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой технологии продуктов питания 29 июня 2022 г., протокол № 12

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 июня 2022 г., протокол № 8

УДК 664

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2022 г.
© Суслов А. Э., 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ 6
Тема 1. Возникновение и развитие науки о технологии пищевых продуктов ... 7
Тема 2. Технологический поток как система технологического процесса 8
Тема 3. Технологическая характеристика сырья 9
Тема 4. Основные свойства пищевых продуктов 9
Тема 5. Роль воды при производстве пищевых продуктов 10
Тема 6. Основные принципы и способы консервирования 10
Тема 7. Первичная обработка сырья 11
Тема 8. Консервирование сырья и готовой продукции холодом 12
Тема 9. Посол пищевого сырья 12
Тема 10. Копчение, сушка и вяление как способ консервирования пищевого сырья 13
Тема 11. Производство колбасных изделий 14
Тема 12. Стерилизация как физический способ консервирования 14
Тема 13. Технология молока и молочных продуктов 15
Тема 14. Технология хлеба 16
Тема 15. Требования к качеству и безопасности пищевых продуктов 16
Тема 16. Оценка качества пищевых продуктов 17
Тема 17. Материальные расчеты в пищевой технологии 18
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ 18
Практическое занятие № 1. 19
Практическое занятие № 2. 23
Практическое занятие № 3. 29
Практическое занятие № 4. 37
Практическое занятие № 5. 43
Практическое занятие № 6. 47
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ 55
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 59
ПРИЛОЖЕНИЯ 60
Приложение А 61
Приложение Б 63
Приложение В 65
Приложение Г 73
Приложение Д 77

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в мире предъявляются высокие требования к качеству пищевых продуктов и их безопасности для жизни и здоровья людей, поэтому проблема производства продуктов питания является одной из самых важных проблем, стоящих перед человеком. Для того чтобы производить качественную пищевую продукцию, необходимы знания химического состава сырья и продуктов питания, а также представление о способах и процессах, происходящих при их производственном получении.

Изучаемая дисциплина направлена на рассмотрение теоретических основ технологических процессов различных отраслей пищевой промышленности и технологических режимов их проведения, обеспечивающих высокое качество пищевых продуктов, а также на практическое применение полученных знаний на пищевых предприятиях.

Целью освоения дисциплины «Технологии пищевых производств» является формирование начальных знаний и навыков в области технологий различных отраслей пищевой промышленности и специфики технологических процессов получения отдельных видов продукции по отраслям пищевой промышленности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

-**знать** научно-обоснованные принципы, методы и способы консервирования пищевого сырья и продуктов питания, научные основы технологических процессов в пищевой промышленности, химический состав продовольственного сырья и продуктов питания, технологию животного и растительного сырья;

-**уметь** подбирать режимы технологической обработки продовольственного сырья и ингредиентов, определять качественные характеристики продуктов питания;

-**владеть** терминологией, определениями и положениями изучаемой дисциплины, методами продуктового расчета в производстве.

Для успешного освоения дисциплины «Технологии пищевых производств» студент должен активно работать на лекционных и практических занятиях, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для оценки результатов поэтапного формирования результатов освоения (текущая аттестация) предусмотрены тестовые задания по отдельным темам (по очной форме обучения), задания по контрольной работе (по заочной форме обучения), задания и контрольные вопросы по лабораторным работам, задания и контрольные вопросы по практическим занятиям и задания и перечень примерных тем курсового проекта.

Тестовые задания используются для оценки освоения знаний по первым трем темам дисциплины студентами очной формы обучения – знания исторического пути развития пищевых технологий, их места в обеспечении населения продовольствием, понимания роли технологической науки в расширении ассортимента и повышения качества продуктов питания, знания

основной терминологии, используемой в пищевой технологии, классификации технологических потоков, их структуры и частей.

Тестирование обучающихся проводится на занятиях после рассмотрения на лекциях соответствующих тем. Также в конце освоения дисциплины проводится тестирование для проверки усвоения материала студентами по пройденным темам. Тестовые задания предусматривают выбор правильных вариантов ответов из предложенного перечня, а также написание правильного ответа на вопрос, указанный в задании. Оценка определяется количеством допущенных при выборе ошибок.

При реализации дисциплины «Технологии пищевых производств» организуется практическая подготовка путем проведения практических занятий и лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Задание по контрольной работе, выполняемой студентами заочной формы обучения в пятом семестре во время установочной сессии, предусматривает описание производство пищевого продукта в соответствии с вариантом задания. Результаты контрольной работы позволяют оценить успешность освоения теоретических знаний студентами по дисциплине. Положительная оценка («отлично», «хорошо» или «удовлетворительно») выставляется в зависимости от полноты раскрытия вопроса и объема предоставленного материала в контрольной работе, а также степени его усвоения, которая выявляется при ее защите (умение использовать при ответе на вопросы научную терминологию, лингвистически и логически правильно отвечать на вопросы по проработанному материалу).

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится для очной формы в пятом семестре в виде зачета, в шестом семестре в виде курсового проекта и экзамена. Для заочной формы в пятом семестре – контрольная работа, зачет, в шестом семестре – курсовой проект и экзамен. Оценочные средства для промежуточной аттестации, проводимой в форме зачета представлены в фонде оценочных средств в виде контрольных вопросов по дисциплине, для промежуточной аттестации, проводимой в форме экзамена – в виде экзаменационных вопросов.

К промежуточной аттестации, проводимой в виде зачета, допускаются студенты, получившие положительную оценку по результатам лабораторных работ, по тестированию, а также студенты заочной формы обучения, получившие положительные оценки по результатам контрольной работы.

К промежуточной аттестации, проводимой в виде экзамена, допускаются студенты, получившие положительную оценку по результатам практических занятий и по результатам выполнения курсового проекта.

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных психофизических особенностей.

Для успешного освоения дисциплины «Технологии пищевых производств» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, задания для практических занятий. Материал пособия содержит рекомендации по написанию контрольной работы для студентов заочной формы обучения.

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Технологии пищевых производств», студент должен научиться работать на лекциях, практических занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Тематический план лекционных занятий (ЛЗ) для очной и заочной форм обучения представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Объем (трудоемкость освоения) в очной и заочной формах обучения и структура ЛЗ

Номер темы	**Содержание лекционного занятия**	**Кол-во часов ЛЗ**		
		очная	**УЗ**	**заочная**
1	**2**	**3**	**4**	**5**
Семестр – 5				
1	Возникновение и развитие науки о технологии пищевых продуктов	4	-	1
2	Технологический поток как система технологического процесса	2	-	-
3	Технологическая характеристика сырья	8	-	2
4	Основные свойства пищевых продуктов	2	-	-
5	Роль воды при производстве пищевых продуктов	2	-	-
6	Основные принципы и способы консервирования	2	-	1
7	Первичная обработка сырья	6	-	-
8	Консервирование сырья и готовой продукции холодом	4	-	2
Итого за семестр		**30**	**-**	**6**
Семестр – 6				
9	Посол пищевого сырья	2	2	-
10	Копчение, сушка и вяление как способ консервирования пищевого сырья	2	-	1
11	Производство колбасных изделий	2	-	-
12	Стерилизация как физический способ консервирования	2	-	1

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5
13	Технология молока и молочных продуктов	2	-	1
14	Технология хлеба	2	-	-
15	Требования к качеству и безопасности пищевых продуктов	1	-	1
16	Оценка качества пищевых продуктов	1	-	-
17	Материальные расчеты в пищевой технологии	–	-	-
Итого за семестр		**14**	**2**	**4**
Итого по дисциплине		**44**	**2**	**10**

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Возникновение и развитие науки о технологии пищевых продуктов

Ключевые вопросы темы:

1. Возникновение и развитие пищевых технологий, масштабы развития, эффективность.
2. Роль технологической науки в расширении ассортимента и повышения качества продуктов питания.
3. Современное состояние мясной и рыбной отрасли. Основная терминология, используемая в пищевой технологии.

Рекомендуемая литература: [1, 7, 8]

Методические рекомендации:

Первая тема курса дисциплины «Технологии пищевых производств» позволит обучающимся получить представление о базовых понятиях дисциплины, в ней также определяется место изучаемого материала в системе научного знания и его взаимосвязь с другими дисциплинами.

На первом лекционном занятии студентам предоставляется информация о целях и задачах дисциплины, о месте дисциплины в структуре образовательной программы, о планируемых результатах освоения дисциплины, а также о возможных рисках освоения дисциплины и формах текущего и промежуточного контроля.

Технология пищевых производств, изучающая способы переработки сырья в продукты питания, базируется на закономерностях фундаментальных наук – физики, химии, биологии и др. В основе науки о технологических процессах лежат основные законы природы – закон сохранения массы и закон сохранения энергии. Вместе с тем этой науке присущи свои специфические понятия и

законы, которым подчиняются технологические процессы, последовательно превращающие сырье в продукты питания. В основе пищевых технологий лежит сложный комплекс физико-химических, биохимических и микробиологических процессов, в результате которых и происходит превращение сырья в пищевые продукты.

При подготовке первого вопроса следует уделить внимание понятию «пищевые технологии», истории их возникновения и развития, масштабам развития, их востребованности и эффективности. Также следует указать характеристику пищевых технологий, их место в обеспечении населения продовольствием.

При ответе на второй вопрос необходимо отметить, каким образом достижения науки и техники влияют на развитие технологий пищевой промышленности и качества продуктов питания.

Ответ на третий вопрос предполагает краткую характеристику мясной и рыбной отрасли, а также перечисление терминов пищевой технологии и их определений.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что понимается под понятием «пищевые технологии»?
2. Характеристика ассортимента пищевой продукции.
3. Безопасность пищевой продукции.
4. Что понимается под повышением качества продукции?

Тема 2. Технологический поток как система технологического процесса

Ключевые вопросы темы:

1. Терминология системного подхода. Схемы системы пищевого предприятия.
2. Реальный и идеальный технологический поток.
3. Связи технологического потока и взаимодействие его с окружающей средой.

Рекомендуемая литература: [1, 2, 7, 8]

Методические рекомендации:

При подготовке первого вопроса стоит уделить внимание понятию «системный подход», также необходимо перечислить термины и определения, относящиеся к системному технологическому процессу и рассмотреть схемы системы пищевого предприятия.

Ответ на второй вопрос должен включать определение «технологический поток», классификацию технологических потоков, его структуру, целостность, сложность, также необходимо перечислить факторы целостности.

Последний вопрос темы затрагивает связи технологического потока и взаимодействие его с окружающей средой.

Вопросы для самоконтроля:
1. Что такое технологический поток?
2. Системный подход в технологическом процессе.
3. Классификация технологических потоков.
4. Что понимается под целостностью технологических потоков?

Тема 3. Технологическая характеристика сырья

Ключевые вопросы темы:
1. Классификация сырья пищевой промышленности.
2. Размерный и массовый состав сырья.

Рекомендуемая литература: [1–3, 7, 8]

Методические рекомендации:

При ответе на первый вопрос необходимо дать классификацию сырья пищевой промышленности, привести общую характеристику компонентов сырья животного и растительного происхождения, особенности его химического состава.

Ответ на второй вопрос темы должен включать характеристику размерного и массового состава сырья, влияние состава и свойств сырья на способ его технологической обработки и выход готового продукта.

Вопросы для самоконтроля:
1. Виды сырья в пищевой промышленности.
2. Особенности сырья растительного происхождения.
3. Особенности сырья животного происхождения.
4. Охарактеризуйте размерный состав рыбы: линейные размеры, удельная поверхность пищевого продукта.
5. Опишите, что входит в понятие массовый состав пищевого продукта.

Тема 4. Основные свойства пищевых продуктов

Ключевые вопросы темы:
1. Основные физические свойства сырья и пищевых продуктов (определение, единицы измерения, расчет).

Рекомендуемая литература: [1, 2, 6–8]

Методические рекомендации:

При подготовке к теме необходимо перечислить основные физические свойства сырья и пищевых продуктов: теплофизические, электрофизические, структурно-механические, дать их определения, единицы измерения и формулы расчета.

Вопросы для самоконтроля:
1. Структурно-механические свойства пищевых продуктов.
2. Теплофизические свойства пищевых продуктов.
3. Электрофизические свойства пищевых продуктов.

Тема 5. Роль воды при производстве пищевых продуктов

Ключевые вопросы темы:
1. Характеристика воды, как основного и важного компонента сырья и готового продукта, материала в технологии.
2. Вид и форма связи влаги с продуктом.

Рекомендуемая литература: [1, 7, 8]

Методические рекомендации:

При подготовке к ответу на первый вопрос необходимо дать определение «вода», характеристику воды, ее физические и химические свойства, указать, в каком виде и в каких целях вода применяется в пищевой промышленности.

При ответе на второй вопрос темы следует перечислить виды и формы связи влаги с продуктом, примеры пищевых продуктов с разными видами и формами связи, а также дать определение «активность воды».

Вопросы для самоконтроля:
1. Виды связи влаги в продукте.
2. Какие пищевые продукты называются сухими?
3. При каком значении показателя активности воды угнетаются бактерии?
4. Перечислите продукты с повышенным содержанием влаги.

Тема 6. Основные принципы и способы консервирования

Ключевые вопросы темы:
1. Характеристика основных принципов консервирования.
2. Характеристика основных способов консервирования.

Рекомендуемая литература: [1, 2, 7, 8]

Методические рекомендации:

Консервирование пищевых продуктов, в том числе и гидробионтов, выполняют с использованием четырех основных принципов: биоз, анабиоз, ценабиоз, абиоз. При подготовке первого вопроса следует дать определение понятию «консервирование», перечислить и дать краткую характеристику основным принципам консервирования гидробионтов.

Приемы консервирования методом тепломассообмена разделяют на физические, физико-химические, биохимические. При ответе на второй вопрос необходимо отметить основные способы консервирования гидробионтов, дать их краткую характеристику и выделить сущность каждого способа.

Вопросы для самоконтроля:
1. Что понимается под понятием «консервирование гидробионтов»?
2. Чем отличаются принципы от способов консервирования?
3. В чем сущность способа консервирования гидробионтов солью?
4. При каких температурах следует замораживать рыбу?
5. Какая температуры в толще мяса рыбы должна быть при консервировании охлаждением?

Тема 7. Первичная обработка сырья

Ключевые вопросы темы:
1. Характеристика и этапы первичной обработки сырья. Процессы, происходящие в сырье при хранении.
2. Технологические инструкции по первичной обработке и хранению различного сырья.

Рекомендуемая литература: [1, 7, 8]

Методические рекомендации:

Ответ на первый вопрос предполагает характеристику первичной обработки пищевых продуктов, перечисления технологических этапов такой обработки, которые должны включать следующие операции: подготовка сырья к переработке, транспортирование, приемка, сортирование, мойка, сокращение потерь, хранение. Также необходимо рассказать о процессах, происходящих в сырье при хранении.

При подготовке второго вопроса необходимо перечислить технологические инструкции по первичной обработке и хранению различного сырья.

Вопросы для самоконтроля:
1. Что понимается под первичной обработкой сырья?
2. Какие операции входят в первичную обработку сырья?
3. Какие изменения происходят в сырье в процессе хранения?
4. Какими нормативными документами регулируются операции первичной обработки сырья?

Тема 8. Консервирование сырья и готовой продукции холодом

Ключевые вопросы темы:
1. Роль холода в технологии пищевых производств.
2. Теоретические основы, способы охлаждения, подмораживания, замораживания.
3. Применение холода для хранения, транспортирования готовой продукции.
4. Размораживание пищевого сырья.

Рекомендуемая литература: [1, 2, 7, 8]

Методические рекомендации:

При подготовке к первому вопросу темы следует рассмотреть роль холода в технологии пищевых производств, физико-химические изменения, происходящие в результате консервирования низкими температурами, а также скорость и продолжительность процессов охлаждения, замораживания.

Ответ на второй вопрос предполагает перечисление теоретических основ и способов охлаждения, подмораживания, замораживания, рассмотрение технологических схем производства охлажденных и мороженых пищевых продуктов неразделанных и разделанных. Также в этом пункте приводится определение и характеристика глазирования.

При ответе на третий вопрос необходимо рассказать о применение холода для хранения, транспортирования готовой продукции, а также о режимах и сроках хранения.

При ответе на последний вопрос следует привести определение размораживания пищевых продуктов, перечислить способы и виды дефростации, а также дефекты и пороки сырья и пищевых продуктов, консервированных холодом.

Вопросы для самоконтроля:
1. Какой должна быть температура охлажденного продукта?
2. Дайте определение процессу размораживания.
3. От чего зависит криоскопическая температура?
4. Как изменяются теплофизические характеристики при охлаждении?
5. От чего зависит интенсивность охлаждения продукта?
6. Какие способы размораживания Вам известны?
7. Как происходит размораживание продуктов в воде и на воздухе?
8. Какие изменения происходят в продукте при размораживании?

Тема 9. Посол пищевого сырья

Ключевые вопросы темы:
1. Посол как химический способ консервирования.
2. Консервирующее действие соли.

3. Биохимическая сущность процессов созревания.

Рекомендуемая литература: [1, 2, 7, 8]

Методические рекомендации:

При подготовке первого вопроса необходимо дать определение посолу, как химическому способу консервирования продуктов питания, классификацию способов посола и краткую характеристику теоретических основ посола. Рассмотреть посол сырья животного, водного происхождения (на примере производства соленого мяса, сала, соленой рыбы, пресервов).

Ответ на второй вопрос предполагает рассмотрение консервирующего действия соли при посоле, а также влияния внешних факторов на процессы посола.

Третий вопрос темы должен включать определение процесса созревание, объяснение его биохимической сущности, а также давать представление о роли белков и липидов в этом процессе.

Вопросы для самоконтроля:
1. Сущность посола рыбы.
2. Какие существуют способы посола рыбы?
3. Что понимается под созреванием соленой рыбы?
4. Требования к сырью и полуфабрикатам для приготовления соленой рыбы.
5. Какие существуют пороки соленой продукции?
6. Что влияет на скорость просаливания рыбы?

Тема 10. Копчение, сушка и вяление как способ консервирования пищевого сырья

Ключевые вопросы темы:
1. Копчение как комбинированный способ консервирования пищевой продукции.
2. Сушка и вяление как способ консервирования пищевого сырья.

Рекомендуемая литература: [1, 2, 4, 5, 7, 8]

Методические рекомендации:

При подготовке первого вопроса необходимо указать классификацию и характеристику способов копчения рыбы, дать теоретическое обоснования методу копчения, описать производство копченой продукции: горячее, холодное копчение рыбы (технологические операции, назначение, режимы производства, условия и сроки хранения готовой продукции, дефекты).

При изучении сушки и вяления следует обратить внимание на известные способы сушки, классификацию сушеной и вяленой продукции, технологические операции, назначение, режимы, оборудование, условия и сроки хранения готовой сушеной и вяленой продукции.

Вопросы для самоконтроля:
1. Дайте определение понятию термина «копчение».
2. Перечислите способы копчения, опишите режимы.
3. Объясните, от чего зависит выбор режимов копчения.
4. Опишите основные изменения, происходящие с сырьем в процессе копчения.
5. Дайте определение понятию термина «сушка».
6. Дайте определение понятию термина «вяление».
7. В чем отличие способа сушки продукции от вяления?

Тема 11. Производство колбасных изделий

Ключевые вопросы темы:
1. Колбасные изделия: ассортимент, сырье и материалы.
2. Технологический процесс производства колбасных изделий.
3. Виды, характеристика и свойства колбасных оболочек.

Рекомендуемая литература: [1, 7, 8]

Методические рекомендации:

При ответе на первый вопрос следует дать определения колбасным изделиям, перечислить их виды, ассортимент, рассказать о сырье и материалах для производства.

При подготовке второго вопроса следует описать технологический процесс производства вареных, сырокопченых, полукопченых колбасных изделий, который должен включать следующие операции: посол, измельчение, составление фарша, шприцевание колбасных фаршей, формовка и вязка батонов, обжарка, варка колбасных изделий, охлаждение. Кроме этого следует указать оборудование, параметры процесса и их влияние на качество продукции.

Ответ на третий вопрос темы должен включать описание видов, характеристики и свойств колбасных оболочек.

Вопросы для самоконтроля:
1. Что понимается под колбасными изделиями?
2. Чем отличаются сырокопченые от полукопченых колбасных изделий?
3. Особенности технологии производства сырокопченых колбас.
4. Какие существуют виды колбасных оболочек?
5. Какое сырье используется для производства колбасных изделий?

Тема 12. Стерилизация как физический способ консервирования

Ключевые вопросы темы:
1. Стерилизация как физический способ консервирования.

2. Классификация стерилизованных консервов. Технология производства консервов из пищевого сырья (на примере рыбных, мясных консервов).
3. Условия и сроки хранения, основные показатели качества готовой продукции.

Рекомендуемая литература: [1, 4, 7, 8]

Методические рекомендации:

При подготовке первого вопроса следует дать определение понятию «стерилизация» и краткую характеристику сущности данного способа консервирования, указать классификацию способов стерилизации и формулу стерилизации.

При подготовке ответа на второй вопрос следует обратить внимание на предварительную тепловую обработку сырья, специальные процессы производства консервов, их стерилизацию, завершающую обработку, хранение и транспортирование, режимы этих технологических операций и применяемое оборудование.

Ответ на третий вопрос должен включать условия и сроки хранения, основные показатели качества готовой продукции.

Вопросы для самоконтроля:
1. Дайте определение понятию «стерилизованные консервы».
2. Перечислите основные блоки обобщенной технологической схемы производства консервов. Из каких технологических операций они состоят?
3. Дайте определение и укажите назначение таких технологических операций при производстве консервов, как герметизация и стерилизация.
4. Классификация, ассортимент консервов из гидробионтов.

Тема 13. Технология молока и молочных продуктов

Ключевые вопросы темы:
1. Ассортимент молочных продуктов. Технологические процессы производства молочных продуктов.
2. Технология производства сыра, творога, кефира.

Рекомендуемая литература: [1, 7, 8]

Методические рекомендации:

При подготовке первого вопроса темы следует рассмотреть ассортимент молочных продуктов, дать характеристику технологическим процессам производства молочных продуктов, их хранению и контролю качества на примере масла, сыра и мороженого.

Ответ на второй вопрос должен включать технологическую схему производства, основные технологические операции и их назначение, оборудование, условия и сроки хранения готовой продукции, ее выход.

Вопросы для самоконтроля:
1. Дайте определение молочным продуктам.
2. Общий химический состав молока.
3. Факторы, определяющие технологическую пригодность молока.
4. Основные нутриенты молока, определяющие его пищевую ценность.
5. Назначение пастеризации и стерилизации молока.

Тема 14. Технология хлеба

Ключевые вопросы темы:
1. Ассортимент хлебобулочных изделий. Технологическая схема производства хлебобулочных изделий.
2. Расчет выхода хлеба.

Рекомендуемая литература: [1, 7, 8]

Методические рекомендации:

При подготовке первого вопроса темы следует рассмотреть ассортимент хлебобулочных изделий, дать характеристику технологическим процессам производства хлебобулочных изделий (подготовка муки и дополнительного сырья к производству, приготовление теста, разделка теста, округление кусков теста, расстойка, выпечка, упек хлеба).

Ответ на второй вопрос должен включать последовательность расчета выхода хлеба.

Вопросы для самоконтроля:
1. Что понимается под хлебобулочными изделиями?
2. Общий химический состав хлебобулочных изделий.
3. Основные технологические операции производства хлебобулочных изделий.
4. Что такое «упек» хлеба?
5. Что понимается под технологической операцией «расстойка»?

Тема 15. Требования к качеству и безопасности пищевых продуктов

Ключевые вопросы темы:
1. Факторы, определяющие качество и безопасность пищевых продуктов.
2. Роль стандартизации и сертификации в повышении качества пищевых продуктов.
3. Перспективы создания новых форм пищевых продуктов с заданными показателями качества.

Рекомендуемая литература: [1, 7, 8]

Методические рекомендации:

Качество продукции относится к числу важнейших показателей деятельности предприятия. Повышение качества продукции определяет темпы научно-технического прогресса, рост эффективности производства, экономию всех видов ресурсов, используемых на предприятиях.

При подготовке вопроса о факторах, определяющих качество и безопасность пищевых продуктов, следует обратить внимание на определение понятий «качество пищевых продуктов» и «безопасность пищевых продуктов», на средства обеспечения качества и безопасности продуктов, а также на нормативные документы, регулирующие показатели качества.

Основными понятиями при ответе на второй вопрос являются «стандартизация» и «сертификация», определить их роль в производстве пищевых продуктов.

При ответе на третий вопрос следует рассказать о перспективах создания новых форм пищевых продуктов с заданными показателями качества и научно обосновать критерии выбора рациональных способов обработки пищевого сырья.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение понятию «безопасность пищевых продуктов».
2. Что понимается под стандартизацией?
3. Способы проектирования продуктов питания с заданными свойствами.

Тема 16. Оценка качества пищевых продуктов

Ключевые вопросы темы:

1. Основные группы показателей качества пищевого сырья и продуктов на его основе.
2. Методы контроля качества пищевых продуктов.

Рекомендуемая литература: [1, 7, 8]

Методические рекомендации:

При подготовке первого вопроса следует перечислить основные группы показателей качества продуктов питания, нормативные документы, в которых они указаны.

При ответе на второй вопрос следует рассмотреть методы контроля качества продуктов питания.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что понимается под качеством пищевых продуктов?
2. Какие НД регламентируют безопасность пищевых продуктов?
3. Какие основные показатели безопасности регламентируются НД?

4. Какие существуют методы контроля качества пищевых продуктов?

Тема 17. Материальные расчеты в пищевой технологии

Ключевые вопросы темы:
1. Основная терминология, составление продуктового расчета, баланса.
2. Нормы отходов и потерь, единица готовой продукции.

Рекомендуемая литература: [1, 7, 8]

Методические рекомендации:

При рассмотрении темы обращается внимание на основную терминологию: «нормы расхода сырья и материалов» «технологические отходы» и «технологические потери», принципы составления материальных расчетов на пищевых предприятиях, выпускающих продукцию.

Вопросы для самоконтроля:
1. Какие исходные данные необходимы для составления материальных расчетов?
2. Для чего на производстве составляются материальные расчеты?
3. Что включают в себя материальные расчеты?
4. Что понимается под нормой расхода сырья и материалов?
5. Что включают нормы расхода сырья и материалов?
6. Что такое технологические отходы?
7. Что такое технологические потери?
8. Что принимают за единицу готовой продукции?
9. Какие формулы используются для определения нормы расхода сырья и материалов на единицу готовой продукции?
10. Что такое коэффициент расхода сырья и коэффициент выхода готовой продукции?

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

На практических занятиях студенты получают знания об узловых вопросах дисциплины, навыки решения примеров профессиональных задач (определение энергетической, биологической ценности пищевых продуктов, скорости охлаждения замораживания, размораживания, составления продуктового расчета, баланса).

Практические занятия проводятся по трем темам дисциплины с целью приобретения практических умений и навыков в области составления

материальных расчетов, обоснования норм расхода сырья и материалов на пищевом производстве, расчета энергетической и биологической ценности продуктов питания, продолжительности охлаждения, замораживания и размораживания пищевых продуктов.

Оценка «зачтено» по практическому занятию студенту выставляется при правильном решении практических задач по теме занятия, оформлении отчета, в который включены ответы на вопросы для самостоятельного обучения и его защите.

Тематический план практических (ПЗ) занятий представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ПЗ

Номер	**Содержание практического занятия**	**Очная форма, ч**	**Заочная форма, ч**
1	Понятие «пищевая ценность» продуктов питания. Расчет энергетической ценности	2	1
2	Расчет биологической ценности сырья и пищевых продуктов	2	1
3	Расчет продолжительности охлаждения сырья и продуктов питания	2	2
4	Расчет продолжительности замораживания сырья и продуктов питания	2	–
5	Расчет продолжительности размораживания сырья и продуктов питания	2	–
6	Материальные расчеты в пищевой технологии.	6	2
Итого по дисциплине		**16**	**6**

Практическое занятие № 1

ПОНЯТИЕ «ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ» ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ. РАСЧЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

Цель занятия – приобретение умений и навыков в области определения теоретической и фактической энергетической ценности (калорийности) пищевых продуктов.

Рекомендуемая литература: [9–11]

Практическое задание: определить теоретическую и фактическую калорийность пищевого продукта.

Теоретическая часть

Пищевая, или питательная, **ценность** характеризует полезность пищевых продуктов в зависимости от их химического состава и основывается на особенностях различных превращений отдельных пищевых веществ в организме человека. Пищевые продукты являются носителями белков, жиров, углеводов, которые служат строительным материалом и источником энергии для организма человека, а также биологически активных веществ (витаминов, минеральных элементов).

Входящие в рацион питания продукты должны содержать в достаточном количестве вещества, необходимые для получения энергии, обмена веществ, построения тканей человеческого организма. По формуле сбалансированного питания для взрослого человека (занятого работой, не требующей значительных физических усилий) оптимальным считается соотношение между основными питательными веществами (белками, жирами и углеводами) равное 1: 1: 4.

Термин «пищевая ценность» является наиболее общим и отражает всю полноту полезных качеств продукта, включая степень обеспечения физиологических потребностей человека в основных пищевых веществах, энергии и органолептические свойства.

Энергия, необходимая для поддержания жизнедеятельности в организме человека, образуется в нем при биохимических превращениях питательных веществ пищи – углеводов, белков, жиров. **Энергетическая ценность (калорийность) пищевого продукта** определяет количество энергии, которая образуется (высвобождается) из пищевых веществ в процессе биологического окисления и используется для обеспечения физиологических функций организма.

Энергетическую ценность (калорийность) пищи принято выражать в килокалориях (ккал) или килоджоулях (кДж). 1 ккал = 4,184 кДж. Калорийность рассчитывается обычно на 100 г съедобной части пищевого продукта. Для определения энергетической ценности продукта следует знать его химический состав и усвояемость.

Основные компоненты пищи, которые усваиваются нашим организмом – белки, жиры и углеводы. Энергетическая ценность их различна: при окислении 1 г белков и углеводов высвобождается соответственно 4,1 и 4,03 ккал энергии (моно- и дисахариды – 3,8; крахмал – 4,1; органические кислоты – 3,0), жиров – 9,3 ккал. Вода содержит 0 ккал в 1 грамме, алкоголь – 7 ккал в 1 г.

Для определения теоретической калорийности 100г пищевых продуктов необходимо просуммировать удельную калорийность питательных веществ, умноженную на их процентное содержание в 100 г продукта (формула (1))

$$E_t = P \cdot 4{,}1 + F \cdot 9{,}3 + C \cdot 4{,}03, \qquad (1)$$

где Et – теоретическая калорийность, ккал; P, F, C – процентное содержание соответственно белков, жиров, углеводов в 100 г продукта; 4,1; 9,3;

4,03 – энергия, выделяемая при окислении соответственно 1 г белков, жиров, углеводов, ккал.

Зная калорийность 100 г сырья или продукта, можно определить калорийность любого его количества и практическую (фактическую) калорийность пищевого продукта (формула (2)), путем умножения результата теоретической калорийности отдельных компонентов на усвояемость в продуктах и деления на 100

$$E_f = \frac{P \cdot 4{,}1 \cdot K_{up}}{100} + \frac{F \cdot 9{,}3 \cdot K_{uf}}{100} + \frac{C \cdot 4{,}03 \cdot K_{uc}}{100}. \quad (2)$$

Усвояемость показывает степень использования организмом питательных веществ. Усвояемость пищевых продуктов выражается коэффициентом усвояемости (табл. 3). Усвояемость зависит от внешнего вида, вкуса и аромата продукта, консистенции, качества и количества пищевых веществ, а также от физиологического состояния организма. Например, присутствие клетчатки в растительной пище снижает усвояемость питательных веществ, а пористый хлеб дренажирует пищу, способствует пропитыванию пищеварительными соками и повышению усвояемости. При смешанном питании усвояемость белков принята равной 84,5, жиров – 94, углеводов – 95,6 %.

Таблица 3. Коэффициент усвояемости некоторых пищевых продуктов, %

Продукт	Белки	Жиры	Углеводы
1	2	3	4
Овощи	80	-	85
Картофель	70	-	95
Твердые сыры	98,5	96	-
Фрукты, ягоды, орехи	85	95	90
Мука высшего, 1-го и 2-го сортов, хлеб из нее, макаронные изделия, манная крупа, рис, геркулес и толокно	85	93	96
Обойная мука и хлеб из нее, бобовые и крупа (кроме манной, риса, геркулеса и толокна)	70	92	94

Окончание табл. 3

1	2	3	4
Сахар	-	-	99
Кондитерские изделия, мед и варенье	85	93	95
Растительное масло и маргарин	-	95	-
Молоко, молочные продукты и яйца	96	95	98
Мясо и мясопродукты, рыба и рыбопродукты	95	90	-

Этапы выполнения задания

1. Ознакомьтесь с общими сведениями о пищевой ценности продуктов питания (составить конспект).
2. Ознакомьтесь с расчетом теоретической и фактической энергетической ценности (калорийности) пищевых продуктов.
3. Выполните расчет теоретической и фактической энергетической ценности (калорийности) пищевого продукта в соответствии с вариантом задания (табл. 4). Номер варианта определить по ведомости.
4. На основании полученных данных сделайте вывод о пищевой ценности анализируемого продукта питания.
5. Оформите отчет по работе.

Таблица 4. Варианты заданий

Номер варианта	Продукт	Масса, г	Номер варианта	Продукт	Масса, г
1	Карп	150	16	Творог нежирный	200
2	Рыба ледяная	180	17	Молоко коровье	500
3	Окунь морской	170	18	Капуста	230
4	Салака	120	19	Картофель	150
5	Путассу	200	20	Свекла	180
6	Треска	160	21	Грибы белые	240
7	Свинина мясная	250	22	Грибы подберезовики	140
8	Телятина 1 категории	140	23	Чечевица	170
9	Конина 1 категории	130	24	Соя	190
10	Печень	210	25	Фасоль	130
11	Почки говяжьи	110	26	Рис	120
12	Сердце	190	27	Пшено	160
13	Язык говяжий	220	28	Овсяная каша	200
14	Язык свиной	280	29	Манная каша	240
15	Почки свиные	300	30	Крупа ячневая	140

Пример выполнения задания

Определите теоретическую и фактическую калорийность одного стакана (200 г) коровьего молока.

Решение:

По таблице химического состава [9, 10, 11] находим средний химический состав коровьего молока (в % на 100 г продукта): жира – 3,2; белков – 3,5; углеводов – 4,7. Коэффициенты усвояемости белка, жира, углеводов молока 96, 95, 98 % соответственно.

По формуле (1), (2) рассчитываем теоретическую и фактическую калорийность 100 г молока

$$E_t = 3{,}5 \cdot 4{,}1 + 3{,}2 \cdot 9{,}3 + 4{,}7 \cdot 4{,}03 = 63{,}1 \text{ ккал},$$

$$E_f = \frac{3{,}5 \cdot 4{,}1 \cdot 96}{100} + \frac{3{,}2 \cdot 9{,}3 \cdot 95}{100} + \frac{4{,}7 \cdot 4{,}03 \cdot 98}{100} = 60{,}7 \text{ ккал}.$$

Ответ:

Теоретическая калорийность одного стакана молока (200 г) 126,2 ккал, фактическая калорийность 121,4 ккал.

Для перевода килокалорий в килоджоули число килокалорий умножают на 4,184 (по системе СИ)

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение понятию «пищевая ценность».
2. Назовите основные группы пищевых веществ.
3. Что такое физиологическая ценность пищевых продуктов?
4. Дайте определение понятию энергетическая ценность пищевых продуктов. В чем она выражается?
5. Как рассчитать теоретическую и практическую калорийность пищевых продуктов?

6 Что такое усвояемость пищевых веществ и от чего она зависит.

Практическое занятие № 2

РАСЧЕТ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ СЫРЬЯ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Цель занятия – приобретение умений и навыков расчета биологической ценности сырья и пищевых продуктов.

Рекомендуемая литература: [9–13]

Практическое задание: определить биологическую ценность пищевого продукта.

Теоретическая часть

Биологическая ценность продукта показывает содержание в продукте биологически активных веществ – незаменимых аминокислот, высокомолекулярных полиненасыщенных жирных кислот (линолевой, линоленовой, арахидоновой), витаминов, фосфатидов, минеральных и др. веществ.

Биологическая ценность белков пищевого продукта обусловлена содержанием в них незаменимых (эссенциальных) аминокислот пищевого белка, пошедших на биосинтез тканевых белков, их соотношением с заменимыми, переваримостью ферментами в пищеварительной системе.

Различают биологически ценные (полноценные) и менее ценные (неполноценные) белки. Первые содержат все незаменимые аминокислоты: метионин, лизин, триптофан, фенилаланин, лейцин, изолейцин, треонин, валин. Незаменимые аминокислоты не синтезируются в организме, поэтому необходимо поступление их с пищей. Состав менее ценных белков дефицитен по одной или нескольким незаменимым аминокислотам. Для оценки биологической ценности белков применяются биологические и химические методы.

Биологические методы оценки биологической ценности белковых компонентов основаны на изучении влияния одних и тех же количеств различных белков (исследуемых и стандартных) на развитие животных. В этом случае наиболее распространенным признан показатель коэффициента эффективности белка, под которым понимают отношение между скоростью роста экспериментального животного и количеством потребленного белка. Коэффициент эффективности белка отражает прирост веса тела в граммах на 1 г белка, потребленного с пищей за определенный период.

Среди **химических критериев оценки белка** в отечественной практике широкое распространение нашел метод расчета аминокислотного скора, являющийся одним из показателей биологической ценности белка, предложенный Митчелом и Блоком в 1946 г. Метод основан на сопоставлении результатов определения аминокислотного состава исследуемого продукта с так называемыми идеальными шкалами аминокислот, соответствующими полностью сбалансированному по аминокислотному составу гипотетическому (эталонному) белку (табл. 5), состав которого обоснован комитетом по питанию при ООН (ФАО от английского FAO, Food Agriculture Organization). Наиболее близки к естественной сбалансированности незаменимых аминокислот белки яиц и женского молока. В целом можно сказать, что биологическая ценность животных белков, как правило, выше по сравнению с растительными.

Таблица 5. Содержание аминокислот в белке-эталоне, г/100 г белка

Незаменимые аминокислоты	Белок-эталон			
	для детей	для женщин	для мужчин	ФАО/ВОЗ (2011)
Валин	4,2	3,2	4,1	4,3
Изолейцин	4,1	2,8	2,9	3,2
Лейцин	6,8	4,4	3,8	6,6
Лизин	4,8	3,2	3,2	5,7
Метионин	3,5	4,2	3,5	2,7
Треонин	2,7	2,0	1,9	3,1
Триптофан	1,0	1,0	1,0	0,9

Фенилаланин	4,1	5,0	7,1	5,2

Эффект усвояемости белков зависит от активности пищеварительных протеиназ и других ферментов, доступности субстратов для их действия, структурно-механических свойств пищи и ее компонентного состава. На усвояемость влияет также размер частиц перевариваемой пищи. С этих позиций важен предварительный этап подготовки пищи в ротовой полости, где пища обрабатывается слюной, измельчается и пережевывается.

На практике с определенной долей условности белковые продукты можно разделить на две группы. К первой относят продукты животного происхождения: молоко, мясо, рыбу, белки которых легко и полностью усваиваются организмом человека. Ко второй группе причисляют большинство продуктов растительного происхождения, в частности пшеницу, рис, кукурузу и другие злаковые, белки которых усваиваются не полностью, а их аминокислотный состав не содержит полного набора незаменимых аминокислот.

Длительное употребление растительной пищи может приводить к белковому голоданию, обусловленному нарушением соотношения аминокислот. Оно может быть экзогенного происхождения (при недостатке незаменимых аминокислот в диете) или эндогенного, если имеет место недостаток отдельных аминокислот внутри организма.

Недостаток в питании даже одной незаменимой аминокислоты приводит к нарушению роста и общей дистрофии. Недостаточное поступление какой-либо аминокислоты проявляется также в виде заболеваний со специфическими признаками. Следует подчеркнуть, что недостаточное поступление с пищей одной незаменимой аминокислоты ведет к неполному усвоению других аминокислот. Однако в опытах на животных было показано, что потребности в незаменимом фенилаланине могут быть частично компенсированы заменимой аминокислотой – тирозином. Аналогично дефицит метионина частично восполняется гомоцистеином с добавлением необходимого количества доноров метильных групп. Глютаминовая кислота снижает потребности нашего организма в аргинине.

Аминокислотный скор j-й незаменимой аминокислоты относительно идеального белка:

$$C_j = \frac{A_j}{A_{эj}} * 100\%, \qquad (3)$$

где Aj – массовая доля j-ой аминокислоты в продукте, г/100 г продукта; Aэj – массовая доля j-ой аминокислоты в продукте, соответствующая физиологически необходимой норме (эталону), г/100 г продукта.

Коэффициент различия аминокислотного скора (КРАС) показывает среднюю величину избытка аминокислотного скора незаменимых аминокислот по сравнению с наименьшим уровнем скора какой-либо незаменимой аминокислоты (избыточное количество незаменимых аминокислот, не используемых на пластические нужды):

$$\text{КРАС} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(C_i - C_{min})}{n}, \%, \quad (4)$$

где Ci – избыток скора незаменимой аминокислоты; Cmin – минимальный из скор незаменимых аминокислот; n – количество аминокислот.

При этом биологическую ценность белка определяли по формуле:

$$\text{БЦ} = 100 - \text{КРАС}\ (\%). \quad (5)$$

Коэффициент утилитарности аминокислотного состава (U) – численная характеристика, достаточно полно отражающая сбалансированность аминокислот по отношению к выбранному эталону. Для расчета его предлагается формула:

$$U = \frac{\sum_{j=0}^{k} A_j a_j}{\sum_{j=0}^{k} A_j}, \quad (6)$$

где A_j – массовая доля j-й аминокислоты в продукте, г/100 г продукта; a_j = Cmin/Ci; C_{min} – минимальный из скор незаменимых аминокислот; C_i – скор незаменимой аминокислоты.

Показатель сопоставимой избыточности аминокислот (ПСИ) характеризует суммарную массу неутилизируемых незаменимых аминокислот в таком количестве белка продукта, которое эквивалентно по их потенциально утилизируемому содержанию 100 г белка-эталона:

$$\text{ПСИ} = \frac{\sum_{j=0}^{n}(A_j(1 - a_j))}{C_{min}}. \quad (7)$$

Частный индекс сбалансированности аминокислотного состава (ИСАС):

$$\text{ИСАС} = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^{n} d_{A_j}}, \quad (8)$$

где

$$d_{A_j} = \frac{A_j}{A_{эj}}, \text{если } A_j \le A_{эj}$$
$$d_{A_j} = \frac{A_{эj}}{A_j}, \text{если } A_j > A_{эj}; \quad (9)$$

где Aj – массовая доля j-ой аминокислоты в продукте, г/100 г продукта; Aэj – массовая доля j-ой аминокислоты в продукте, соответствующая физиологически необходимой норме (эталону), г/100 г продукта.

Ход работы

1. Ознакомьтесь с общими сведениями о биологической ценности продуктов питания (составить конспект).
2. Ознакомьтесь с расчетами численных показателей биологической ценности пищевых продуктов и выписать формулы для их вычисления.
3. Выполните расчет аминокислотного скора и определите лимитирующую аминокислоту в сравнении со шкалой ФАО/ВОЗ (1973) или другим эталоном белка (для мужчин, женщин или детей) (табл. 6), зная содержание незаменимых

аминокислот в 100 г белка исследуемого пищевого продукта (см. приложение Б в соответствии с вариантом задания). Номер варианта определить по ведомости. Данные оформить по форме таблицы 6.

Таблица 6. Характеристика белка заданного продукта

Незаменимые аминокислоты (НАК)	НАК белка исследуемого продукта			НАК белка-эталона Si, г / 100 г белка	АК скор Ci, %
	мг / 100 г продукта	г / 100 г продукта	Ai, г / 100 г белка		
Валин					
Изолейцин					
Лейцин					
Лизин					
Метионин					
Треонин					
Триптофан					
Фенилаланин					
Сумма НАК					

4. Вычислите показатели биологической ценности заданного объекта: потенциальную биологическую ценность, КРАС, коэффициент утилитарности, показатель сопоставимой избыточности и частный индекс сбалансированности аминокислотного состава. Расчет оформить в форме таблиц 7 и 8.

Таблица 7

Показатели	Валин	Изолейцин	Лейцин	Лизин	Метионин	Треонин	Триптофан	Фенилаланин
Aj, г/100г белка								
Cj белка-образца, %								
Cj – Cmin								
aj								
Aj · aj								
1 – aj								

Aj · (1 – aj)								

Таблица 8

Объект	Белок-эталон	КРАС, %	БЦП, %	U	ПСИ, г/100г белка	ИСАС, г/100г белка
	Для детей					
	Для женщин					
	Для мужчин					
	ФАО/ВОЗ					

5. Проанализируйте полученные данные, оцените биологическую ценность белка в данном пищевом продукте по степени сбалансированности его аминокислотного состава в соответствии с белком-эталоном.
6. На основании полученных данных сделайте вывод о биологической ценности белка анализируемого продукта питания и его принадлежности к определенному классу белков на основе сведений таблицы 9.

Таблица 9. Показатели ранжирования биологической ценности белков сырья и пищевых продуктов

Критерии оценки	Классы белков		
	I	II	III
1	2	3	4
Потенциальная биологическая ценность, БЦП,%	70–80	50–70	20–50

Окончание табл. 9

1	2	3	4
Коэффициент утилитарности, U	0,69–0,77	0,49–0,64	0,35–0,46
Показатель сопоставимой избыточности, ПСИ, г / 100г белка	Менее 17	Более 17	Более 40
Характеристика белка	Белок с хорошим балансом аминокислот	Белок с алиментарной специфичностью	Белок с плохим балансом аминокислот

7. Оформите отчет по работе.

Вопросы для самоконтроля:
1. Какие факторы определяют потребности в белке?
2. Почему нельзя длительное время находиться на безбелковой диете?
3. Какие три незаменимые аминокислоты являются наиболее ценными?
4. Какие продукты являются источником биологически ценных белков?
5. В чем заключается высокая биологическая ценность белков молока и молочных продуктов?
6. Какими методами можно определить биологическую ценность белков?
7. Какие критерии используются для оценки аминограммы белков?
8. Что такое аминокислотный скор?
9. Какие численные показатели оценки биологической ценности белков можно вычислить на основе данных аминокислотного скора?
10. Какие эталоны можно использовать для определения показателей биологической ценности расчетным методом?

Практическое занятие № 3

РАСЧЕТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Цель занятия – приобретение умений и навыков расчета продолжительности охлаждения пищевых продуктов.
Рекомендуемая литература: [1, 14, 15]

Практические задания:

Задание 1. Рассчитать температуру в термическом центре охлаждаемого продукта заданного вида. По варианту необходимо выбрать продукт и данные к нему по приложению В (табл. П.В.1 и П.В.2).

Расчёты следует выполнять в следующей последовательности:
1. Определить температуропроводность продукта
2. Рассчитать критерий Био
3. Рассчитать критерий Фурье
4. По номограммам приложения В (рис. П.В.2, П.В.4, П.В.5) найти значение величины безразмерной температуры с учётом конкретной физической модели.
5. Определить t_z (x/R=0), зная безразмерную температуру.

Задание 2. Продукт, форму которого можно приближенно считать **безграничной пластиной** толщиной δ, охлаждается в холодильной камере, температура воздуха в ней t_c, коэффициент теплоотдачи α Вт/(м^2·К). Начальная температура продукта t_n. По варианту необходимо выбрать продукт и данные к нему по приложению В (табл. П.В.3).

Определить теплофизические свойства продукта: теплоемкость, коэффициент температуропроводности.

Найти длительность охлаждения и количество отведенной теплоты.

Какая при этом будет температура наружных поверхностей или центра (в зависимости от задания) и среднеобъемная температура?

При расчете охлаждение считать двусторонним симметричным. Массу продукта при расчетах принять 10 кг.

Задачу решить с использованием номограмм и формулы А. Фикина.

Ход решения см. в примере.

Задание 3. Продукт, форму которого можно приближенно считать **шаром** со средним диаметром δ, охлаждается в холодильной камере, температура воздуха в которой t_c, коэффициент теплоотдачи α Вт/(м^2·К). Начальная температура продукта t_n. По варианту необходимо выбрать продукт и данные к нему по приложению В (табл. П.В.4).

Определить теплофизические свойства продукта: теплоемкость, коэффициент температуропроводности.

Найти длительность охлаждения и количество отведенной теплоты.

Какая при этом будет температура наружных поверхностей или центра (в зависимости от задания) и среднеобъемная температура?

При расчете охлаждение считать двусторонним симметричным. Массу продукта при расчетах принять 10 кг.

Задачу решить с использованием номограмм и формулы А. Фикина.

Ход решения см. в примере.

Теоретическая часть

Охлаждение – это процесс быстрого понижения температуры продукта от начальной до конечной. При производстве и хранении охлажденной продукции ее температура становится близкой к криоскопической точке тканевого сока, но не должна быть ниже последней. Это физический способ консервирования, основанный на принципе анабиоза (психроанабиоз).

При охлаждении происходит передача теплоты (энергии) от одного тела к другому. Для передачи теплоты от одного тела к другому обязательным условием является разность температур тел, причем теплота передается от тела с более высокой температурой к телу с более низкой. Тело с более высокой температурой получило название источника теплоты, а тело с более низкой температурой – приемника теплоты (теплоприемника).

Передача теплоты может осуществляться тремя способами: теплопроводностью, конвекцией и излучением. В расчетах по холодильной технологии пищевых продуктов часто используется понятие теплопроводности.

Теплопроводность – процесс передачи теплоты от одной частицы тела к другой или от одного тела к другому, когда эти тела соприкасаются друг с другом. Нагрев любого тела с одной стороны приводит к тому, что через некоторое время холодная часть тела начинает нагреваться. Молекулы нагретой части тела имеют

скорость большую, чем молекулы холодной части. Перемещаются они на большее расстояние и при столкновении с молекулами холодной части тела передают им часть своей энергии. Увеличение энергии молекул холодной части тела приводит к повышению температуры. Теплопроводностью теплота может передаваться не только внутри однородного тела. Если два тела плотно соприкасаются друг с другом, то через контакт этих тел передается теплота. Теплопроводностью теплота может передаваться и через жидкие и газообразные тела.

Расчет теплофизических характеристик и количества холода, необходимого для охлаждения

Наиболее важными для холодильной технологии теплофизическими характеристиками (ТФХ) являются: с – удельная теплоемкость, кДж/(кг·К); λ – теплопроводность, Вт/(м·К); а – температуропроводность, $м^2/с$; i – энтальпия, кДж/кг.

Удельная теплоемкость изменяется в довольно широких пределах в зависимости от вида продукта. При расчете холода, затрачиваемого на охлаждение, обычно принимают среднее значение удельной теплоемкости, которое рассчитывают или берут из соответствующих таблиц. Если считать пищевые продукты двухкомпонентными смесями, содержащими W частей воды и (1 – W) частей сухих веществ с соответствующими удельными теплоемкостями, то удельная теплоемкость продукта c_0.

$$c_0 = c_w W + c_c(1 - W), \qquad (10)$$

где c_w – теплоемкость воды, c_w = 4,19 кДж/(кг·К); c_c – теплоемкость сухих веществ, c_c = 1,42 кДж/(кг·К) – для продуктов животного происхождения, c_c = 0,91 кДж/(кг·К) – для продуктов растительного происхождения; W – содержание воды в продукте, кг/кг.

Таким образом, чем больше воды в продукте, тем больше его теплоемкость.

Теплопроводность λ также зависит от химического состава продукта. Ее значения можно взять из справочника или приближенно рассчитать по различным эмпирическим формулам.

При температурах от 0 до 30 °С значения с и λ изменяются несущественно.

Температуропроводность а определяется по формуле:

$$a_0 = \frac{\lambda_0}{c_0 \rho}, \qquad (11)$$

где c_0 – удельная теплоемкость продукта, кДж/(кг·К); λ_0 – теплопроводность продукта, Вт/(м·К); ρ – плотность продукта, $кг/м^3$.

Удельная энтальпия – количество тепла, содержащегося в единице массы продукта. При элементарном изменении температуры Δt (°С) приращение удельной энтальпии Δi есть удельная теплота изобарного процесса:

$$\Delta i = c_0 \Delta t. \qquad (12)$$

Интенсивность теплоотвода от продукта при охлаждении прямо пропорциональна величине коэффициента теплоотдачи, удельной поверхности продукта и разности температур продукта и охлаждающей среды. Наиболее интенсивным теплоотвод будет в первый период охлаждения, когда Δt имеет

максимум. Отсюда следует, что для обеспечения высокой скорости процесса охлаждения необходимо поддерживать как можно более низкую температуру охлаждающей среды, которая практически может быть для большинства продуктов не ниже минус 3 °С во избежание возможного льдообразования в поверхностных тканях охлаждаемого продукта. В связи с этим лучшими охлаждающими средами являются: лед из морской воды, морская вода или солевой раствор (2–4 % поваренной соли), имеющие температуру, близкую к минус 3 °С, а также льдосолевая смесь (4–6 % поваренной соли к массе льда). Применение этих сред позволяет быстро и глубоко охладить продукты, сохранив их качество.

Интенсифицировать процесс охлаждения можно за счет увеличения **коэффициента теплоотдачи α**. Величина α зависит от вида охлаждающей среды и условий процесса охлаждения. Охлаждающие среды в состоянии покоя имеют следующие значения α: воздух 4,6–9,3; водный лед 116; жидкость 230–250 Вт/(м^2·К). Значения α значительно возрастают при циркуляции охлаждающей среды. Например, для жидкости в зависимости от скорости циркуляции α может возрастать до 550 Вт/(м^2·К).

Коэффициент теплоотдачи α, Вт/(м^2·К) для воды принимают в соответствии со скоростью ее движения: v = 0,0 м/с – α = 230 Вт/(м^2·К); v = 0,2 м/с – α = 430 Вт/(м^2·К).

Скорость охлаждения максимальна при использовании циркулирующих жидких сред и минимальна при охлаждении в воздухе. Промежуточное значение занимает способ охлаждения льдом.

Количество тепла Q_0 (в кДж), выделенное продуктом при его охлаждении от начальной температуры t_n до конечной среднеобъемной температуры охлаждения t_v, упрощенно определяют по формуле (13) или (14).

$$Q_0 = Gc_0(t_n - t_v), \tag{13}$$

$$Q_0 = Gc_0(t_n - t_v)(1 - \Theta_v), \tag{14}$$

где Q_0 – расход холода на охлаждение продукта, кДж; G – масса охлаждаемого продукта, кг; c_0 – удельная теплоемкость продукта, кДж/(кг·К); t_n – t_v = Δt – соответственно разница между начальной t_n и конечной среднеобъемной t_v температурой продукта, ºС; t_c – температура охлаждающей среды, ºС; θ_v – безразмерная среднеобъемная температура.

Продукт охлаждается в результате отдачи теплоты в окружающую среду. Количество тепла, выделяемое 1 кг продукта при его охлаждении в любом заданном интервале температур q_0 (кДж/кг), легко определяется также по разности энтальпий:

$$q_0 = i_n - \mathrm{i}_v. \tag{15}$$

Общее же количество тепла Q0 (в кДж) при охлаждении G кг продукта будет составлять:

$$Q_0 = Gq_0. \tag{16}$$

В приведенных формулах i_n – энтальпия продукта при t_n, кДж/кг; i_v – энтальпия продукта при t_v или какой-либо иной промежуточной температуре,

кДж/кг; q_0 – количество тепла, выделяемое 1 кг продукта при охлаждении от t_n до t_v, кДж/кг.

Среднеобъемной температурой тела, температурное поле которого непостоянно, называется температура, которая может быть достигнута, если объект поместить в адиабатные условия:

$$t_v = t_z - \psi(t_z - t_p), \tag{17}$$

где t_v – среднеобъемная температура, °С; t_z – конечная температура в центре продукта, °С; t_p – конечная температура на поверхности продукта, °С; ψ – коэффициент, определяемый формой тела: при охлаждении в воздухе ψ для пластины равен 1/3, цилиндра – 1/2, шара – 3/5; при охлаждении в жидкости ψ для пластины равен 1/4, цилиндра – 2/5, шара – 1/2.

При линейном распределении температур среднеобъемная температура пластины приближенно может быть найдена как средняя арифметическая температура поверхности и центра продукта:

$$t_v = \frac{(t_z - t_p)}{2}. \tag{18}$$

Знание среднеобъемной температуры продукта важно с практической точки зрения. Например, когда продукт после охлаждения направляют в камеру холодильного хранения, то это не должно вызывать повышения или понижения температуры в камере. Поэтому обязательным условием является соответствие среднеобъемной температуры продукта температуре воздуха в камере хранения.

Способы расчета продолжительности охлаждения

Продолжительность охлаждения продуктов зависит от их свойств, свойств охлаждающей среды и условий, при которых протекает процесс (толщина продукта, его ТФХ, плотность, температура и вид охлаждающей среды, скорость и характер движения среды, коэффициент теплоотдачи от продукта к охлаждающей среде).

Для расчета продолжительности охлаждения продукта необходимо точное выражение упомянутой выше сложной зависимости – знание количественных выражений постоянных и переменных показателей продукта и охлаждающей среды.

Для приблизительного расчета продолжительности охлаждения условно несколько упрощают процесс, в действительности состоящий из ряда разнообразных физических явлений. Так, например, отвод тепла при охлаждении рассматривается в условиях постоянных ТФХ объекта, постоянной температуры теплоотводящей среды и постоянного коэффициента теплоотдачи на поверхности тела, а также отсутствия внешнего и внутреннего источников тепла.

Относительно простое и вместе с тем удобное для практических целей решение задачи, даёт формула А. Фикина. Это решение используется для приближенной оценки длительности охлаждения.

$$\tau_0 = \frac{FR^2}{a_0}\left[\left(\frac{2{,}3}{Bi_0} + 0{,}8\right)\lg\frac{t_n - t_c}{t_z - t_c} + 0{,}12\right], c, \tag{19}$$

где F – коэффициент, учитывающий форму продукта (для тела в форме пластины F = 1, для цилиндра F = 1/2, для шара F = 1/3); R – определяющий геометрический размер тела, м (половина толщины пластины, радиус цилиндра или шара); а – коэффициент температуропроводности продукта, м^2/с; t_c – температура охлаждающей среды, ºС; t_n и t_z – соответственно начальная и конечная температура центра охлаждаемого продукта, ºС; Bi_0 – критерий Био, определяемый по формуле

$$Bi_0 = \frac{\alpha R}{\lambda_0}, \tag{20}$$

где α – коэффициент теплоотдачи от продукта к среде, Вт/(м^2·К); λ_0 – теплопроводность продукта, Вт/(м·К).

При решении задачи следует обратить внимание на α Вт/(м^2·К); R, м; t_c, ºС – параметры, определяющие интенсивность охлаждения продуктов, поскольку интенсивность процесса охлаждения влияет на длительность последующего холодильного хранения.

Решение задачи упрощается, если для решения используются номограммы для тел стандартной стереометрической формы (см. рис. приложения В). В методическом указании представлены номограммы для тел, форма которых подобна пластине и шару. На практике наиболее часто требуется оценить длительность охлаждения продукта в его центре.

При оценке длительности охлаждения на основе номограмм, решение задачи сводится к последовательному определению величин:

– безразмерной температуры θ или (1 – θ) в зависимости от используемого графика) по формуле (21) (точка **А** на рис. 1)

$$\theta_{(v,p,z)} = \frac{t_{(v,p,z)} - t_c}{t_n - t_c}, \tag{21}$$

где $t_{(v,\ p,\ z)}$ – конечная температура процесса, которая может быть соответственно среднеобъемной, температурой поверхности и температурой центра, ºС.

– кривой, соответствующей величине критерия Био. Пересечение горизонтальной линии из точки А с кривой Bi даёт точку **В**.

– перпендикуляр на линию, соответствующую критерию Фурье (формула (22)) приводит к точке **С**.

$$Fo = \frac{a_0 \tau_0}{R^2}, \tag{22}$$

где τ_0 – продолжительность охлаждения, с.

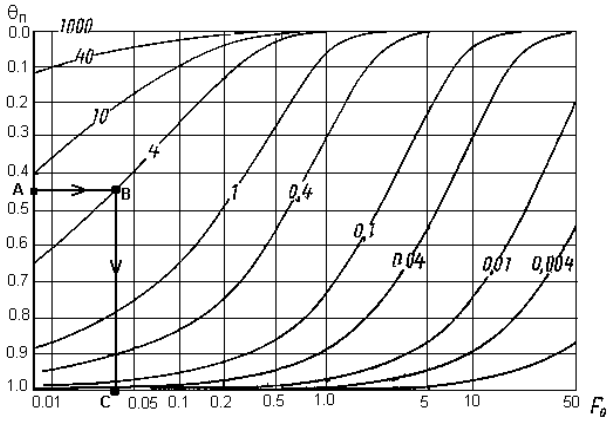

Рис 1. Порядок пользования номограммой

Из величины числа Фурье (Fo) определяется длительность охлаждения продукта.

Ход работы

1. Ознакомьтесь с общими сведениями о способах расчета продолжительности охлаждения (составить конспект).
2. Выполните задания 1, 2 и 3.
3. Оформите отчет по работе.

Пример выполнения задания

В холодильной камере охлаждается пастила размером 2,0х2,0х0,2 м, от начальной температуры t_n = 50 °С. Температура воздуха в камере t_c = 0 °С, коэффициент теплоотдачи α = 15 Вт/(м^2·К). Содержание влаги в продукте W = 60,0 %, плотность ρ = 580 кг/м^3, коэффициент теплопроводности λ_0 = 0,50 Вт/(м·К).

Определить теплофизические свойства продукта: теплоемкость, коэффициент температуропроводности.

Найти длительность охлаждения пастилы и количество отведенной теплоты до получения температуры ее средней плоскости, равной t_z (x/R=0)=20 °С. Какая при этом будет температура наружных поверхностей и среднеобъемная температура?

При расчете охлаждение считать двусторонним симметричным. Массу продукта при расчетах принять 10 кг.

Задачу решить двумя способами.

Решение:

Поскольку толщина пастилы на порядок меньше двух других размеров, по форме ее можно считать близкой к плоской безграничной пластине. Характерным размером пластины при симметричном охлаждении является половина толщины $R = \delta/2$ = 0,1 м.

Определим теплофизические свойства:

$$\lambda_0 = 0{,}50 \text{ Вт/(м·К)}; \ \rho = 580 \text{ кг/м}^3;$$

$$c_0 = c_w W + c_c(1-W) = 4{,}19 \cdot 0{,}60 + 1{,}42 \cdot (1-0{,}60) = 3{,}08 \text{ кДж/(кг·К)};$$

$$a_0 = \frac{\lambda_0}{c_0 \rho} = \frac{0{,}50}{3{,}08 \cdot 10^3 \cdot 580} = 2{,}8 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}.$$

Вычисляем критерии Био:

$$Bi_0 = \frac{\alpha \cdot R}{\lambda_0} = \frac{15 \cdot 0{,}1}{0{,}50} = 3$$

Определяем безразмерную температуру:

$$\theta_z = \frac{t_z - t_c}{t_n - t_c} = \frac{20 - 0}{50 - 0} = 0{,}4$$

$\theta_z = \theta_0$. Следовательно $(1 - \theta_0) = 0{,}6$.

При использовании номограммы для центра пластины по известным $(1 - \theta_0)$ и Bi определяем критерий Фурье:

$$Fo = 0{,}8.$$

Следовательно продолжительность охлаждения:

$$\tau_0 = \frac{Fo \cdot R^2}{a_0} = \frac{0{,}8 \cdot 0{,}1^2}{2{,}8 \cdot 10^{-7}} = 28570 c = 7{,}9 \text{ ч.}$$

По номограмме для поверхности пластины, зная критерии Bi и Fo находим $(1 - \theta_{ст})$.

$$(1 - \theta_{ст}) = (1 - \theta_р) = 0{,}96.$$

Следовательно $\theta_р = 1 - 0{,}96 = 0{,}04$.

Выводим $t_р$ из формулы (21) для безразмерной температуры

$$t_р = \theta_р (t_n - t_c) + t_c,$$

$$t_р = 0{,}04 (50 - 0) + 0 = 2 \text{ °C}.$$

Поскольку у нас безграничная пластина, воспользуемся формулой (18) для определения среднеобъемной температуры

$$t_v = \frac{(t_z + t_p)}{2} = \frac{20 + 2}{2} = 11 °C$$

Кроме того, определим среднеобъемную температуру по соответствующей номограмме (табл. В6 приложения), используя критерии Bi и Fo. Находим

$$(1 - \theta_{ср}) = (1 - \theta_v) = 0{,}7.$$

Следовательно, $\theta_v = 1 - 0{,}7 = 0{,}3$.

Выводим искомую среднюю по объему температуру t_v из формулы (21) для безразмерной температуры

$$t_v = \theta_v (t_n - t_c) + t_c,$$

$$t_v = 0{,}3 (50 - 0) + 0 = 15 \text{ °C}.$$

Количество теплоты, отведенной от плиты к моменту времени τ_0, подсчитываем по формулам (13) и (14)

$$Q_0 = 10 \cdot 3{,}08 \cdot (50 - 11) = 1201{,}2 \text{ кДж},$$

$$Q_0 = 10 \cdot 3{,}08 \cdot (50 - 15) = 1078 \text{ кДж},$$

$$Q_0 = 10 \cdot 3{,}08 \cdot (50 - 0) \cdot (1 - 0{,}3) = 1078 \text{ кДж}.$$

Продолжительность охлаждения можно определить с использованием эмпирической формулы А. Фикина (19). Это решение используется для приближенной оценки длительности охлаждения

$$\tau_0 = \frac{1 \cdot 0{,}1^2}{2{,}8 \cdot 10^{-7}} \left[\left(\frac{2{,}3}{3} + 0{,}8 \right) \lg \frac{50-0}{20-0} + 0{,}12 \right] = 26551{,}4\, c = 7{,}4\, \text{ч}.$$

Ответ: теплоемкость пастилы 3,08 кДж/(кг·К), температуропроводность 2,8 · 10^{-7} м^2/с, температура поверхности 2 °С, среднеобъемная температура 11 и 15 °С, продолжительность охлаждения 7,9 и 7,4 ч, количество отведенной теплоты от 10 кг пастилы 1201,2 и 1078 кДж.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какой должна быть температура охлажденного продукта?
2. От чего зависит криоскопическая температура?
3. Как изменяются теплофизические характеристики при охлаждении?
4. От чего зависит интенсивность охлаждения продукта?
5. Что характеризует критерий Био?
6. Какими способами можно рассчитать продолжительность охлаждения?
7. Какие данные необходимы для расчета продолжительности охлаждения?
8. Почему важно знать среднеобъемную температуру продукта?
9. Как пользоваться номограммами?
10. На чем основан расчет количества теплоты, которую необходимо отвести от продукта при охлаждении?

Практическое занятие № 4

РАСЧЕТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЗАМОРАЖИВАНИЯ СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Цель занятия – приобретение умений и навыков расчета продолжительности замораживания пищевых продуктов.

Рекомендуемая литература: [1, 14, 15]

Практические задания:

Задание 1. Продукт толщиной δ замораживается в камере, температура в которой t_c, коэффициент теплоотдачи α Вт/(м^2·К). Начальная температура продукта t_n.

Продукт и данные к нему выбрать по варианту приложения Г (табл. Г2). Определить количество вымороженной воды и теплофизические свойства мороженого продукта: теплоемкость c_m, коэффициент теплопроводности λ_m и температуропроводности a_m.

Найти количество отведенной теплоты q_m и Q_m до получения среднеобъемной температуры t_v, температуру наружных поверхностей t_p и центра t_z при заданной среднеобъемной температуре, продолжительность замораживания по формуле Р. Планка и по формуле Д.Г. Рютова.

При расчете продолжительности замораживания тел плоской формы продукт приближенно считать **неограниченной пластиной**, а охлаждение – двусторонним симметричным. Продукты друг с другом не соприкасаются.
Массу продукта при расчетах принять 10 кг.

Ход решения см. в примере.

Задание 2. Продукт толщиной δ замораживается в камере, температура в которой t_c, коэффициент теплоотдачи α Вт/(м^2·К). Начальная температура продукта t_n.

Продукт и данные к нему выбрать по варианту приложения Г (табл. Г3).
Определить количество вымороженной воды и теплофизические свойства мороженого продукта: теплоемкость c_m, коэффициент теплопроводности λ_m и температуропроводности a_m.

Найти количество отведенной теплоты q_m и Q_m до получения среднеобъемной температуры t_v, температуру наружных поверхностей t_p и центра t_z при заданной среднеобъемной температуре, продолжительность замораживания по формуле Р. Планка и по формуле Д.Г. Рютова.

При расчете продолжительности замораживания тел округлой формы продукт приближенно считать **шаром**. Продукты друг с другом не соприкасаются.
Массу продукта при расчетах принять 10 кг.
Ход решения см. в примере.

Теоретическая часть

Замораживание – консервирование сырья при температурах, значительно ниже криоскопических температур тканевого сока, когда большая часть воды, содержащейся в биологическом объекте, превращается в лед. При замораживании водного сырья применяют температуру минус 18 – минус 25 °С.

Криоскопической температурой $t_{кр}$ принято считать температуру начала выпадения твердой фазы (кристаллов) из тканевой жидкости продукта. Значения криоскопической температуры различны для каждого вида продуктов (табл.10). Для технических расчетов криоскопическую температуру часто принимают равной минус 1 °С.

Таблица 10. Криоскопические температуры некоторых пищевых продуктов

Продукт	$t_{кр}$, °С	Продукт	$t_{кр}$, °С
Говядина	– 0,6 … – 1,3	Телятина	– 0,8 … – 0,9
Птица	– 2,0	Пресноводная рыба	– 0,5
Яблоки	– 1,4 … – 2,1	Картофель	– 0,9 … – 4,7

Изменение теплофизических характеристик продуктов при замораживании

В холодильной технологии воду, превратившуюся в лед, называют **вымороженной**. **Количество вымороженной воды** в продукте – это количество

льда, отнесенное к начальному содержанию воды, являющееся функцией температуры. Приближенно оно может быть определено по формуле (23):

$$\omega = 1 - \frac{t_{kp}}{t_v}, \tag{23}$$

где ω – количество вымороженной воды, кг/кг; $t_{кр}$ – криоскопическая температура, °С; t_v – среднеобъемная (расчетная) температура продукта, °С.

Формула справедлива при замораживании до температур, при которых вся свободная вода превращается в лед (минус 30 – минус 36 °С), но и в этом интервале температур расчетная доля вымороженной воды будет несколько завышенной, так как не учитывается связанная вода, содержащаяся в тканях. Для более точного расчета количества вымороженной воды рекомендуется формула (24), предложенная Д.Г. Рютовым:

$$\omega = \left(1 - \frac{b\,(1-W)}{W}\right) \cdot \left(1 - \frac{t_{kp}}{t_v}\right), \tag{24}$$

где W – общее содержание воды в продукте, кг/кг продукта; b – содержание связанной воды, кг/кг сухих веществ.

Для расчетов количество связанной воды в продуктах животного происхождения берут b = 0,27 кг/кг, растительного – b = 0,12 кг/кг сухого вещества.

В области положительных температур теплофизические характеристики сырья меняются незначительно, и их принимают постоянными. Когда температура становится ниже криоскопической, теплофизические характеристики продукта существенно изменяются вследствие льдообразования и различия свойств воды и льда, а также тепловых эффектов, сопровождающих этот процесс.

Расчетную удельную теплоемкость мороженого продукта c_m определяют по формуле (25):

$$c_m = c_w\, W(1-\omega) + c_a\, W\omega + c_c(1-W), \tag{25}$$

где c_w – теплоемкость воды, c_w = 4,19 кДж/(кг·К); c_c – теплоемкость сухих веществ, c_c = 1,42 кДж/(кг·К) – для продуктов животного происхождения, c_c = 0,91 кДж/(кг·К) – для продуктов растительного происхождения; c_a – теплоемкость льда, c_a = 2,1 кДж/(кг·К); W – содержание воды в продукте, кг/кг; ω – количество вымороженной воды, кг/кг.

Открыв скобки в первом слагаемом уравнения, группируя подобные члены и принимая во внимание выражение для расчета c_0 (см. охлаждение), получим

$$c_m = c_0 - (c_w - c_a)\, W\omega. \tag{26}$$

Приняв c_w = 4,19 кДж/(кг • К) и c_a = 2,1 кДж/(кг • К), получим

$$c_m = c_0 - 2{,}1\, W\omega. \tag{27}$$

Теплопроводность характеризует способность тела нагреваться или охлаждаться. Поскольку теплопроводность льда примерно в 4 раза больше теплопроводности воды, то при замораживании λ увеличивается.

Теплопроводность замороженных продуктов λ_m можно определить по формуле (28):

$$\lambda_m = \lambda_0 + \omega\,\Delta\lambda\ , \qquad (28)$$

где $\Delta\lambda$ – изменение теплопроводности в интервале температур от $t_{кр}$ до температуры, соответствующей завершению льдообразования; для продуктов, содержащих 70-80% воды, $\Delta\lambda$ = 0,93 – 1,16 Вт/(м • К).

Коэффициент температуропроводности a_m рассчитывается исходя из c_m и λ_m.

Для расчета среднеобъемной температуры продукта, когда температура его термического центра меньше минус 5 °С наряду с формулами (17) и (18) удобно пользоваться формулой (29)

$$t_v = t_z - \psi\,\frac{Bi_m}{Bi_m + n}\left(t_z - t_c\right), \qquad (29)$$

где n – коэффициент, зависящий от метода охлаждения: при воздушном охлаждении n=2, при охлаждении в жидкости n=3; Bi_m – критерий Био для замороженного продукта:

$$Bi_m = \frac{\alpha\ R}{\lambda_m} \qquad (30)$$

Способы определения количества холода, отводимого в процессе замораживания, и продолжительности замораживания

Теплота, отводимая от продукта при замораживании, складывается из теплоты охлаждения продукта от начальной температуры до криоскопической, теплоты льдообразования, теплоты, отводимой при понижении температуры от криоскопической до средней конечной температуры мороженого продукта и определяется по формуле (31)

$$Q_m = G\left[c_0\left(t_n - t_{kp}\right) + W\omega\, r_a + c_m\left(t_{kp} - t_v\right)\right], \qquad (31)$$

где Q – теплота, отводимая при замораживании, кДж; G – масса продукта, кг; c_0 и c_m – удельная теплоемкость при температуре соответственно выше криоскопической и среднеобъемной конечной, кДж/(кг-К); t_n и $t_{кр}$ – начальная и криоскопическая температуры, °С; t_v – среднеобъемная конечная температура мороженой продукции, °С; W – содержание воды в продукте, кг/кг; ω – количество вымороженной воды при t_v кг/кг воды; r_a – удельная теплота льдообразования, r_a = 335,2 кДж/кг.

Известна и более простая формула (32) вычисления теплоты, отводимой от продукта при замораживании

$$Q_m = G\ \left(i_n - i_v\right), \qquad (32)$$

где (i_n – i_v) – разность удельных энтальпий при среднеобъемных начальной и конечной температурах, кДж/кг (см. приложение Г, табл. П.Г.1).

Продолжительность процесса замораживания τ_m – время, необходимое для охлаждения тела от начальной до заданной температуры с учетом

превращения в лед воды, содержащейся в тканях. Продолжительность замораживания зависит от многих факторов и обычно ее определяют экспериментальным путем, однако известно также несколько расчетных способов нахождения τ_m, из которых в холодильной технологии широко распространены формула Р. Планка и формула Д. Г. Рютова.

Формула Р. Планка для расчета продолжительности замораживания имеет следующий вид (33):

$$\tau_m = \frac{q\rho}{t_{kp} - t_c} F \frac{\delta}{2}\left(\frac{\delta}{4\lambda_m} + \frac{1}{\alpha}\right), \qquad (33)$$

где δ – толщина пластины, диаметр цилиндра или шара, м; F – коэффициент формы, Кф = V/SL (1, 1/2, 1/3), ρ – плотность, кг/м^3.

Уравнение Р. Планка дает лишь приближенное значение τ_m, хотя как фундаментальная формула она включена в рекомендации Международного института холода.

Из многочисленных попыток усовершенствовать формулу Р. Планка следует отметить получившую наиболее широкое распространение формулу Д.Г. Рютова (34)

$$\tau_m = \frac{\rho}{\lambda_m} F \left[\frac{q\left(1 + 0{,}0053 t_n\right)}{8\left(t_{kp} - t_c\right)} + \frac{n\, c_m}{\pi^2}\left(\ln\frac{t_{kp} - t_c}{t_z - t_c} - 0{,}21\right)\right]\delta\left(\delta + \frac{4\lambda_m}{\alpha}\right), \qquad (34)$$

где δ – толщина пластины, диаметр цилиндра или шара, м; F – коэффициент формы; t_n – начальная температура тела рыбы, °С; t_z – конечная температура в центре продукта, °С; c_m – теплоемкость замороженного продукта, кДж/(кг • К); n – поправочный коэффициент, зависящий от скорости замораживания (1,03 – при быстром замораживании (рассол), 1,16 – при медленном (воздух)).

Ход работы

1. Ознакомьтесь с общими сведениями о способах расчета продолжительности замораживания (составить конспект).
2. Выполните задания 1 и 2.
3. Оформите отчет по работе. Сделать выводы по расчетам.

Пример выполнения задания

Блок фарша толщиной 46 мм замораживается в камере, температура воздуха в которой минус 35 ºС, коэффициент теплоотдачи 50 Вт/(м^2·К). Начальная температура продукта 15 ºС, содержание влаги 77 %, λ_0 = 0,47 Вт/(м • К).

Определить теплофизические свойства мороженого продукта: c_m, λ_m и a_m.

Найти количество отведенной теплоты q_m и Q_m до получения среднеобъемной температуры t_v, температуру наружных поверхностей t_p и центра t_z при заданной среднеобъемной температуре, продолжительность замораживания по формуле Р. Планка и по формуле Д.Г. Рютова.

Массу продукта при расчетах принять 10 кг.

Решение:

Теплофизические свойства мороженого продукта:

– **количество вымороженной влаги**

$$\omega = \left(1 - \frac{0{,}27\,(1-0{,}77)}{0{,}77}\right)\cdot\left(1 - \frac{(-1)}{(-18)}\right) = 0{,}87;$$

– теплоемкость c_m

$$c_m = 4{,}19\cdot 0{,}77\,(1-0{,}87) + 2{,}1\cdot 0{,}77\cdot 0{,}87 + 1{,}46\,(1-0{,}77) = 2{,}16 \text{ кДж/(кг • К)}$$

или

$$c_0 = 4{,}19\cdot 0{,}77 + 1{,}46\cdot(1-0{,}77) = 3{,}56 \text{ кДж/(кг·К)};$$

$$c_m = 3{,}56 - 2{,}1\cdot 0{,}77\cdot 0.87 = 2{,}16 \text{ кДж/(кг • К)};$$

– коэффициент теплопроводности λ_m

$$\lambda_m = 0{,}47 + 0{,}87\cdot 1{,}05 = 1{,}38 \text{ Вт/(м • К)};$$

– температуропроводности a_m

$$a_m = \frac{\lambda_m}{c_m\,\rho} = \frac{1{,}38}{2{,}16\cdot 10^3\cdot 1020} = 6{,}28\cdot 10^{-7} \text{ м}^2\text{/с}.$$

Количество отведенной теплоты q и Q до получения среднеобъемной температуры минус 18 ºС

$$q_m = c_0\left(t_n - t_{kp}\right) + W\omega\, r_a + c_m\left(t_{kp} - t_v\right)$$

$$q_m = 3{,}56\,(15-(-1)) + 0{,}77\cdot 0{,}87\cdot 335{,}2 + 2{,}16\,((-1)-(-18)) = 318{,}23 \text{ кДж/кг}$$

или приближенно

$$q_m = (i_n - i_v) = 318{,}5 - 5{,}0 = 313{,}5 \text{ кДж/кг}$$

$$G = 10 \text{ кг}$$

$$Q_m = 10\ q_m = 3182{,}3 \text{ кДж}$$

или приближенно

$$Q_m = G\ (i_n - i_v) = 10\cdot 313{,}5 = 3135 \text{ кДж}.$$

Температуру наружных поверхностей t_p и центра t_z при заданной среднеобъемной температуре определяем по формуле (29). Для этого сначала определяем значение критерия Био по формуле (30)

$$Bi_m = \frac{50\cdot 0{,}023}{1{,}38} = 0{,}83$$

$$(-18) = t_z - \frac{1}{3}\cdot\frac{0{,}83}{0{,}83+2}\left(t_z - (-35)\right) = t_z - 0{,}10\,(t_z + 35)$$

$$t_z = -\,16{,}11 \text{ ºС}.$$

Исходя из формулы (17) определяем t_p

$$t_p = 3\left(t_v - \frac{2}{3}t_z\right) = 3\left((-18) - \frac{2}{3}(-16{,}11)\right) = -21{,}78 \quad °C$$

или приближенно по формуле (18)

$$t_p = 2\,t_v - t_z = 2\cdot(-18) - (-16{,}11) = -19{,}89 \quad °C\,.$$

Продолжительность замораживания по формуле Р. Планка (33)

$$\tau_m = \frac{318{,}23\cdot 10^3\cdot 1020}{-1-(-35)}\cdot 1\cdot\frac{0{,}046}{2}\left(\frac{0{,}046}{4\cdot 1{,}38} + \frac{1}{50}\right) = 6221{,}4\,c = 1{,}7 \text{ ч}$$

по **формуле Д. Г. Рютова** (34)

$$\tau_m = \frac{1020}{1{,}38} \cdot 1 \left[\frac{318{,}23 \cdot 10^3 \left(1 + 0{,}0053 \cdot 15\right)}{8\left(-1-(-35)\right)} + \frac{1{,}113 \cdot 2160}{3{,}14^2} \left(\ln \frac{-1-(-35)}{-16{,}11-(-35)} - 0{,}21 \right) \right] \times$$

$$\times 0{,}046 \left(0{,}046 + \frac{4 \cdot 1{,}38}{50} \right) = 7205{,}3\, c = 2{,}0\, \text{ч.}$$

Ответ: теплоемкость блока фарша мороженого 2,16 кДж/(кг·К), коэффициент теплопроводности 1,38 Вт/(м·К), коэффициент температуропроводности 6,28 · 10^{-7} м^2/с, количество вымороженной влаги 0,87, температура поверхности минус 21,78 (приближенно – минус 19,89) °С, температура центра минус 16,11 °С, продолжительность замораживания соответственно 1,7 и 2,0 ч, количество отведенной теплоты от 10 кг фарша 3182,3 или 3135 кДж.

Вопросы для самоконтроля:

1. Определение процесса замораживания.
2. Какую температуру называют криоскопической?
3. От каких факторов зависит количество вымороженной воды?
4. Какие формулы используются для расчета количества вымороженной воды?
5. Почему изменяются теплофизические показатели мороженых продуктов в сравнении с охлажденными?
6. Чем отличается расчет критерия Био для мороженых продуктов?
7. Как рассчитывается теплота, отводимая от продукта при замораживании?
8. Какие процессы характеризуют слагаемые в формуле для расчета теплоты, отводимая от продукта при замораживании?
9. От каких факторов зависит продолжительность процесса замораживания?
10. Чем отличается формула Д. Г. Рютова от формулы Р. Планка?

Практическое занятие № 5

РАСЧЕТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ РАЗМОРАЖИВАНИЯ СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Цель занятия – приобретение умений и навыков расчетов продолжительности размораживания пищевых продуктов.

Рекомендуемая литература: [1, 14, 15]

Практические задания:

Задание 1. Продукт, форму которого можно приближенно считать **безграничной пластиной** толщиной δ, размораживается в камере, температура в которой t_c = 20 °С, коэффициент теплоотдачи α Вт/(м^2·К). Начальная температура продукта t_n равна среднеобъемной температуре при замораживании.

Продукт и данные к нему выбрать по варианту приложения Г (табл. П.Г.2). Определить теплофизические характеристики продукта: теплоемкость c_0, коэффициент температуропроводности a_0.

Найти количество подведенной теплоты q_p и Q_p до получения среднеобъемной температуры $t_{кр}$, продолжительность размораживания по двум формулам.
Массу продукта при расчетах принять 10 кг.
Ход решения см. в примере.

Задание 2. Продукт, форму которого можно приближенно считать **шаром** со средним диаметром δ, размораживается в камере, температура в которой t_c = 20 °С, коэффициент теплоотдачи α Вт/(м^2·К). Начальная температура продукта t_n равна среднеобъемной температуре при замораживании.

Продукт и данные к нему выбрать по варианту приложения Г (табл. П.Г.3).
Определить теплофизические характеристики продукта: теплоемкость c_0, коэффициент температуропроводности a_0.

Найти количество подведенной теплоты q_p и Q_p до получения среднеобъемной температуры $t_{кр}$, продолжительность размораживания по двум формулам.
Массу продукта при расчетах принять 10 кг.
Ход решения см. в примере.

Теоретическая часть

Размораживание – завершающая стадия низкотемпературной обработки продуктов. Это тепловой процесс, при котором определенное количество теплоты передается продукту для повышения его температуры от начальной (минус 18 – минус 25 °С) до минус 1 °С. В соответствии с современными представлениями размораживание рассматривается как процесс, обратный замораживанию. Он состоит в таянии кристаллов льда и восстановлении первоначальной гистологической структуры тканей.

Количество теплоты, необходимой от продукта до полного его размораживания, определяют по формуле (35)

$$Q_p = G\left[c_m\left(t_{kp} - t_n\right) + W\omega\, r_a + c_0\left(t_k - t_{kp}\right)\right] = G\,(i_k - i_n), \qquad (35)$$

где Q_p – количество теплоты, подводимой к продукту при размораживании, Дж; G – масса продукта, кг; ($i_к$ – i_n) – разность удельных энтальпий при конечной $t_к$ и начальной t_n температурах, кДж/кг; c_m и c_0 – теплоемкость мороженого и размороженного продукта, кДж/(кг·К); $t_{кр}$ – криоскопическая температура, ºС; W – содержание влаги в продукте, доли единицы; ω – количество вымороженной влаги, доли единицы; r_a – теплота льдообразования, кДж/кг, r_a = 335,2 кДж/кг.

Способы определения продолжительности размораживания

Процесс размораживания протекает в соответствии с обратной кривой замораживания: температура продукта вначале возрастает до точки таяния льда, затем остается постоянной и в конце процесса повышается до требуемой.

При определении продолжительности размораживания предполагается, что отсутствуют тепловыделения в области продукта лежащей глубже границы

раздела, а все тепло, выделяемое при движении границы раздела, отводится к внешней среде через замороженный слой, теплоемкость которого равна 0.

Э. Альмаши предложил вычислять продолжительность размораживания по двум стадиям: продолжительность первой стадии (от t_n до $t_{кр}$) рассчитывается на основании уравнения теплопроводности для условий простого нагревания по типу формулы А. Фикина для охлаждения, второй (от $t_{кр}$ до $t_к$) – по методу элементарных тепловых балансов.

Г. Д. Кончаков согласившись с расчетом продолжительности первой стадии процесса размораживания, предложил продолжительность второй стадии рассчитывать исходя из скорости продвижения границы раздела. Он получил формулу для расчета продолжительности второй стадии размораживания равнозначную формуле Р. Планка.

Г. Б. Чижовым было предложено продолжительность первой стадии размораживания принять равной 30 % от продолжительности второй стадии. Таким образом, в окончательном виде формула для расчета продолжительности размораживания имеет следующий вид (36):

$$\tau_p = \frac{q_p \ \rho F \ R}{t_c - t_{kp}} \cdot \left(\frac{R}{2\lambda_0} + \frac{1}{\alpha} \right) \cdot m, \qquad (36)$$

где q_p – количество теплоты, подведенной к единице продукта, кДж/кг; ρ – плотность продукта, кг/м^3; F – коэффициент формы, для пластины 1, для цилиндра 1/2, для шара 1/3; R – полутолщина (радиус) продукта, м; t_c – температура среды, ºС; $t_{кр}$ – криоскопическая температура продукта, ºС; λ_0 – коэффициент теплопроводности размороженного слоя продукта, Вт/(м·К); α – коэффициент теплоотдачи от продукта к среде, Вт/(м^2·К); m – множитель, учитывающий продолжительность первой стадии, m = 1,3.

В этой формуле вместо разности температур (t_c – $t_{кр}$) можно брать разность ($t_к$ – t_n), где $t_к$ – конечная температура размораживаемого продукта, ºС; t_n – начальная температура размораживаемого продукта, ºС.

Продолжительность размораживания продуктов можно оценить и по другой, более современной и точно формуле (37):

$$\tau_p = \frac{q_m \rho \ R}{t_c - t_{kp}} \cdot \frac{Bi}{2\alpha} \left(1 + \frac{2c_0}{\mu_1^2 q_m} (t_c - t_{kp}) \right), c, \qquad (37)$$

где q_m = W ω r_a, кДж/кг; μ_1 – корень характеристического уравнения для тела заданной формы, определяемый исходя из величины критерия Био (см. приложение Г, табл. П.Г.4).

Ход работы

1. Ознакомьтесь с общими сведениями о способах расчета продолжительности размораживания (составить конспект).
2. Выполните задания 1 и 2.

Оформите отчет по работе. Сделать выводы по расчетам.

Пример выполнения задания

Рассчитать теплофизические характеристики, расход теплоты, продолжительность размораживания для тех же продуктов, что и продолжительность замораживания: блок фарша. Начальная температура продукта равна среднеобъемной температуре замороженного продукта, а температуру среды принимаем равной 20 ºС. Конечной считаем криоскопическую температуру.

Решение:

Теплофизические характеристики размороженного продукта:

– теплоемкость

$$c_0 = 4{,}19 \cdot 0{,}77 + 1{,}46 \cdot (1 - 0{,}77) = 3{,}56 \text{ кДж/(кг·К)};$$

– температуропроводность

$$a_0 = \frac{\lambda_0}{c_0 \rho} = \frac{0{,}47}{3{,}56 \cdot 10^3 \cdot 1020} = 1{,}3 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2\text{/с}.$$

Расход теплоты на размораживание продукта до $t_{кр}$

$$Q_p = G\left[c_m\left(t_{kp} - t_n\right) + W\omega\, r_a\right] = 10 \cdot \left[2{,}16 \cdot \left(-1 - (-18)\right) + 0{,}77 \cdot 0{,}87 \cdot 335{,}2\right] = 2612{,}7 \text{ кДж}$$

или приближенно

$$Q_p = G\,(i_k - i_n) = 10 \cdot (266 - 5) = 2610 \text{ кДж}.$$

Продолжительность процесса размораживания по формуле (36)

$$\tau_p = \frac{261{,}27 \cdot 10^3 \cdot 1020 \cdot 1 \cdot 0{,}023}{20 - (-1)} \left(\frac{0{,}023}{2 \cdot 0{,}47} + \frac{1}{50}\right) 1{,}3 = 13966{,}8\, c = 3{,}9 \text{ ч}.$$

Продолжительность процесса размораживания по формуле (37):

$$q_m = W\,\omega\, r_a = 0{,}77 \bullet 0{,}87 \bullet 335{,}2 = 224{,}55 \text{ кДж/кг}.$$

$$Bi = 50 \bullet 0{,}023 / 0{,}47 = 2{,}5.$$

Следовательно, $\mu_1 = 1{,}1352$

$$\tau_p = \frac{224550 \cdot 1020 \cdot 0{,}023}{20 - (-1)} \cdot \frac{2{,}5}{2 \cdot 50} \left(1 + \frac{2 \cdot 3560}{1{,}1352^2 \cdot 224550} (20 - (-1))\right) = 9512{,}1\, c = 2{,}6 \text{ ч}.$$

Ответ: теплоемкость блока фарша размороженного 3,56 кДж/(кг·К), коэффициент температуропроводности 1,3 · 10^{-7} м^2/с, продолжительность размораживания соответственно 3,9 и 2,6 ч, количество отведенной теплоты от 10 кг фарша 2612,7 или приближенно 2610 кДж.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение процессу размораживания.
2. Какие способы размораживания Вам известны?
3. Как происходит размораживание продуктов в воде и на воздухе?
4. Какие изменения происходят в продукте при размораживании?
5. Как рассчитать количество теплоты, необходимое для размораживания продукта?
6. Какие формулы используют для расчета продолжительности размораживания?
7. Теплофизические характеристики замороженного или размороженного слоя используются при расчетах продолжительности размораживания?
8. Что обозначает коэффициент m в формуле Г. Б. Чижова?

9. Почему в формуле для расчета продолжительности размораживания вместо разности температур (tc – tкр) можно брать разность (tк – tn)?
10. Что необходимо знать для определения корня характеристического уравнения?

Практическое занятие № 6
МАТЕРИАЛЬНЫЕ РАСЧЕТЫ В ПИЩЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Цель занятия – приобретение умений и навыков составления материальных расчетов для продуктов питания.

Рекомендуемая литература: [1, 14, 15]

Практические задания:

Задание 1. Рассчитать количество сырья, необходимого для производства скумбрии обезглавленной слабосоленой, используя нормы отходов и потерь, представленные в таблице 11. Составить продуктовый расчет. Проверить правильность составления продуктового расчета продуктовым балансом.

Таблица 11. Нормы отходов и потерь, расход сырья на единицу продукции при производстве скумбрии обезглавленной слабосоленой

Ассортимент пресервов, виды рыб, характеристика сырья	Отходы и потери в % к массе рыбы поступившей на данную операцию				В % к массе направленного сырья		Расход на единицу гот. продукции направленного сырья
	мойка, размораживание	разделка, зачистка и мойка	посол	уборка	всего отходов и потерь	выход гот. продукции	
Скумбрия обезглавленная слабосоленая (мороженая неразделанная)	2,0	28,5	7,0	4,0	37,6	62,4	1,603

Задание 2. Рассчитать количество сырья для производства смеси быстрозамороженных овощей (таблица 12) (по вариантам, номер варианта определить по ведомости). Составить продуктовый расчет, используя нормы

отходов и потерь, представленные в таблице 13. Проверить правильность составления продуктового расчета продуктовым балансом.

Таблица 12. Варианты к заданию 2

Номер варианта	Рецептура смеси в %:			
	горошек зеленый в зернах	морковь столовая	кукуруза сахарная (зерно)	перец сладкий очищенный
1	*2*	*3*	*4*	*5*
1	30	20	30	20
2	10	25	25	40
3	25	20	30	25
4	20	30	30	20
5	30	10	30	30
6	25	25	25	25
7	40	20	20	20
8	30	30	10	30
9	30	20	25	25
10	10	30	30	30
11	15	20	15	50
12	10	30	30	30
13	20	30	20	30
14	25	25	20	30

Окончание табл.12

1	*2*	*3*	*4*	*5*
15	10	20	30	40
16	30	20	20	30
17	25	30	20	25
18	20	25	25	30
19	20	40	20	20
20	25	25	10	40
21	15	15	15	55
22	15	30	15	40
23	20	30	20	30
24	10	30	10	50
25	10	20	40	30
26	30	30	30	10
27	20	20	20	40
28	10	20	10	60
29	25	20	25	30
30	30	25	20	25

Таблица 13. Нормы отходов и потерь при производстве быстрозамороженных овощей, %

Наименование сырья / технологические операции	Отходы и потери, % (в зависимости от варианта задания)		
	подготовка сырья к замораживанию	замораживание	фасование
горошек зеленый в зернах	9,5	2	1
морковь столовая	17	2	1
кукуруза сахарная (зерно)	74	2	1
перец сладкий очищенный	23	2	1

Задание 3. Какое количество говядины и свинины нежилованной необходимо закупить предприятию для производства сарделек 1-го сорта (ГОСТ 23670)?

Производительность предприятия 1 т в смену (смена 8 часов). Составьте продуктовый расчет и продуктовый баланс для данного производства.

Сардельки производятся по следующей рецептуре:

Сырье несоленое, кг на 100 кг:

Говядина жилованная 2-го сорта	58
Свинина жилованная полужирная	42
Итого	100

Пряности и материалы, г на 100 кг несоленого сырья:

Соль поваренная пищевая с нитритом натрия	2500
Смесь пряностей № 5	900

Для производства используется говядина и свинина нежилованные. Отходы и потери при жиловке говядины – 35, свинины – 40 %.

Отходы и потери по операциям при производстве сарделек, % от массы сырья, поступающего на каждую технологическую операцию:

Смешивание фарша	0,5
Внесение материалов	+ 3,4
Формование батонов	0,5
Обжарка	5
Варка	8

Теоретическая часть

Бесперебойная, четко налаженная работа предприятия напрямую зависит от вовремя закупленного качественного сырья и вспомогательных материалов, необходимых для производства пищевых продуктов.

Для определения расхода сырья и материалов на производстве составляются материальные расчеты, которые включают в себя:
- составление **продуктового расчета** (количество сырья или полуфабриката, поступающего на каждую технологическую операцию в определенный промежуток времени (час, смена));
- составление **продуктового баланса**, необходимого для проверки правильности продуктового расчета;
- определение часовой, сменной, месячной, годовой потребности в сырье, материалах.

По предложенной схеме обычно составляются материальные расчеты при производстве пищевых продуктов из водных объектов промысла, теплокровных животных, частично плодов и овощей (консервное производство), изготавливаемых преимущественно из одного вида сырья.
При производстве мучных кондитерских изделий, хлеба и ряда других продуктов с многокомпонентной сырьевой рецептурой, производится расчет рецептур. Рецептуры определяют расход сырья для выпуска готовой продукции и позволяют оценить взаимосвязь между видами сырья на основных фазах технологического процесса, на которых происходит изменение состава или влажности полуфабриката (получение теста, сахарного сиропа и т.д.)

Для проведения материальных расчетов должны быть известны:
- сырье, из которого пищевой продукт производится, его характеристика (наименование, состояние перед направлением в обработку, вид разделки);
- ассортимент готовой продукции.

Исходными данными для материальных расчетов являются:
- нормы расхода сырья и материалов на единицу готовой продукции (тубу, ц, т);
- сменная проектная мощность предприятия (цеха, линии);
- календарный план-график работы предприятия (цеха, линии).

Под **нормой расхода сырья и материалов** понимается предельно (максимально) допустимое его количество, необходимое для производства единицы продукции, соответствующей требованиям нормативных документов.

Нормы расхода сырья и материалов включают:
- чистый (полезный) расход сырья и материалов, непосредственно входящих в готовую продукцию;
- **технологические отходы** (часть сырья и материалов, которая не может быть использована в производстве данного вида изделия), подразделяющиеся на используемые и неиспользуемые (отходы при разделке сырья, порционировании и т.д.);
- **технологические потери** сырья в производстве – безвозвратно утраченная часть сырья, полуфабрикатов, материалов, обусловленная данным уровнем техники (потери при размораживании – вытекание тканевого сока, копчении – частичное испарение влаги и т.д.).

Как было сказано выше, первой частью материальных расчетов является **продуктовый расчет**. Продуктовый расчет начинается с вычисления движения сырья и полуфабрикатов по основным технологическим операциям и ведется в

расчете на единицу готовой продукции. В том случае если продукция выпускается по весу (производство охлажденной, замороженной, копченой и т.д. рыбы, мяса, колбасное производство и т.п.) за единицу принимается 100 кг готовой продукции. На консервном производстве за единицу готовой продукции принимается предельно допустимое количество сырья, материалов, необходимое для производства 1000 условных банок (1 тубы) консервов или пресервов определенного ассортимента и стандартного качества. Для рыбного консервного производства учетной банкой принята банка № 8, вмещающая 350 г продукта, для овощного – банка вмещающая 400 г продукта.

Продуктовый расчет оформляется в виде таблицы 14, представленной ниже.

Таблица 14. Образец таблицы продуктового расчета

Технологическая операция	Отходы и потери, % от массы сырья		Движение сырья и полуфабрикатов, кг (*масса*)					
			на единицу готовой продукции		в час		в смену	
	поступившего на данную операцию	поступившего на производство	поступает	отходы и потери	поступает	отходы и потери	поступает	отходы и потери
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Прием сырья								
и т.д.								

В столбце 1 дается перечень технологических операций на пищевом производстве, для которого составляется продуктовый расчет. В столбцах 2 и 3 указываются нормативные значения отходов и потерь на соответствующих технологических операциях, заносятся исходные данные (масса сырья, поступающего на производство или масса готового продукта). В графах 4, 6, 8 указывается масса сырья поступающего на каждую технологическую операцию, в графах 5, 7, 9 – масса отходов или потерь образующихся при производстве соответственно единицы готовой продукции, за час работы предприятия или в смену. Для заполнения столбцов 6, 7, 8, 9 необходимо знать производительность предприятия по данному виду продукта и режим работы производства (количество смен и продолжительность работы смены).

При заполнении таблицы 14 первой технологической операцией для производства пищевых продуктов является прием сырья. Данные о массе сырья, поступающего на производство, приводятся в нормах расхода сырья и материалов в виде коэффициента расхода сырья. *Коэффициент расхода сырья* (переводной коэффициент) – это показатель выражающий отношение количества

израсходованного сырья к количеству готовой продукции. За *коэффициент выхода готовой продукции* (полуфабриката) принимается показатель, выражающий отношение количества готовой продукции (полуфабриката) к количеству израсходованного исходного сырья.

В том случае, если нет возможности воспользоваться справочными данными (при разработке нового ассортимента продукции, изменении рецептуры и т.д.), норма расхода сырья и материалов на единицу готовой продукции определяется по формулам 38 (если отходы и потери по технологическим операциям представлены в процентах от массы сырья поступившего на производство) или 39 (если отходы и потери представлены в процентах от массы сырья, поступающего на каждую технологическую операцию).

$$T = \frac{S \cdot 100}{100 - X}, \qquad (38)$$

где Т – норма (масса) расхода сырья, материалов на единицу готовой продукции, кг; S – рецептурная закладка подготовленного сырья (масса готового продукта), материалов на учетную единицу готовой продукции, кг; X – суммарные потери сырья, материалов на производстве, %.

$$T = \frac{S \cdot 100^n}{(100 - X_1) \cdot (100 - X_2) \cdot \ldots \cdot (100 - X_n)}, \qquad (39)$$

где n – количество технологических операций, на которые установлены отходы и потери сырья, материалов, шт.; X_1, X_2, …, X_n – отходы и потери сырья, материалов соответственно по каждой технологической операции, %.

Правильность продуктового расчета, а также эффективность принятой технологической схемы проверяется составлением продуктового баланса, который обычно оформляется также в виде таблицы (табл. 15).

При составлении продуктового баланса нужно учитывать, что общая масса сырья и материалов (если они учитываются в продуктовом расчете) поступивших в производство равна сумме масс готовой продукции, отходов и потерь.

Ход работы

1. Ознакомьтесь с общими сведениями о материальных расчетах (составить конспект).
2. Выполните задания 1,2 и 3.
3. Оформите отчет по работе.

Пример выполнения задания

Составить материальный расчёт для производства пресервов «Сельдь филе-кусочки в уксусно-масляной заливке». На производство поступает сельдь мороженая неразделанная. Разделка и порционирование машинные.

Решение:

Таблица 15. Образец таблицы продуктового баланса

Поступило в производство	кг	%	Вышло из производства	кг	%
Сырье	Масса сырья (A_1)	% от С	Готовая продукция	Масса готовой продукции (B_1)	% от С
Материалы (если они влияют на изменение массы полуфабриката в технологическом процессе и учитываются в продуктовом балансе. Например, панирование рыбы перед обжариванием)	Масса материалов (A_2)	% от С	Отходы по всем технологическим операциям	Масса отходов (B_2)	% отходов от С
			Потери по всем технологическим операциям	Масса потерь (B_3)	% потерь от С
Итого	Общая масса $C = A_1 + A_2$	100 %		$C = B_1 + B_2 + B_3$	100%

Начинаем расчет с определения норм отходов и потерь (выписываем из сборника) (табл. 16).

Таблица 16. Нормы отходов и потерь, расход сырья на единицу продукции

Ассортимент пресервов, виды рыб, характеристика сырья	Отходы и потери в % к массе рыбы поступившей на данную операцию				В % к массе направленного сырья		Норма закладки рыбы в одну уч. банку, г	Расход на 1000 уч. банок, кг направленного сырья
	мойка, размораживание	разделка, зачистка и мойка	порционирование	фасование	всего отходов и потерь	выход фас. п/ф		
Сельдь филе-кусочки в уксусно-масляной заливке	7,0	52,0	1,0	4,0	57,57	42,43	266	626,97

(мороженая неразделан-ная)								

Если не известно количество сырья поступившего на производство, его можно рассчитать по 38 или 39.

$$T = \frac{266 \cdot 100^4}{(100-7{,}0)\cdot(100-52{,}0)\cdot(100-1{,}0)\cdot(100-4{,}0)} = 626{,}97 \text{ кг,}$$

$$T = \frac{266 \cdot 100}{(100-57{,}57)} = 626{,}97 \text{ кг.}$$

По известным нормам отходов и потерь и количеству поступающего сырья составляет таблицы продуктового расчета и продуктового баланса (табл. 17 и 18).

Таблица 17. Продуктовый расчёт

Технологические операции	Отходы и потери, %	Движение сырья и п/ф на единицу продукции (туб), кг	
		поступает	отходы и потери
Приём сырья	-	626,97	-
Размораживание и мойка	7,0	626,97	43,88
Разделка, зачистка и мойка	52,0	583,09	303,20
Порционирование	1,0	279,89	2,79
Фасование	4,0	277,10	11,10
Уложено в банки	-	266,00	-

Таблица 18. Продуктовый баланс

Поступило в производство	кг	%	Вышло из производства	кг	%
Сырьё	626,97	100	Готовая продукция	266,00	42,43
			Потери:		
			Размораживание, мойка	43,88	6,99
			Отходы:		
			Разделка, зачистка и мойка	303,20	48,36
			Порционирование	2,79	0,45
			Фасование	11,10	1,77
Итого:	626,97	100		626,97	100

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие исходные данные необходимы для составления материальных расчетов?

2. Для чего на производстве составляются материальные расчеты?
3. Что включают в себя материальные расчеты?
4. Что понимается под нормой расхода сырья и материалов?
5. Что включают нормы расхода сырья и материалов?
6. Что такое технологические отходы?
7. Что такое технологические потери?
8. Что принимают за единицу готовой продукции?
9. Какие формулы используются для определения нормы расхода сырья и материалов на единицу готовой продукции?
10. Что такое коэффициент расхода сырья и коэффициент выхода готовой продукции?

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Согласно учебному плану дисциплины «Технологии пищевых производств» направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, студенты заочной формы обучения закрепляют изучаемый материал, самостоятельно в виде выполнению контрольной работы.

Варианты темы контрольной работы определяется по табл. 19 в зависимости от двух последних цифр студенческого шифра (номера студенческого билета и зачетной книжки). В таблице по горизонтали Б размещены цифры от 0 до 9, каждая из которых последняя цифра шифра студента. По вертикали А также размещены цифры от 0 до 9. Каждая из которых предпоследняя цифра шифра студента. Пересечение горизонтальной и вертикальной линий определяет клетку с номерами вариантов контрольной работы. Перечень тем для выполнения контрольной работы представлен в табл. 20.

В соответствии с выбранной студентом темой контрольной работы, необходимо описать технологию производства. В ответе должны быть отражены следующие пункты:

- введение (роль в питании, определение, ассортимент, классификация)
- из какого сырья преимущественно производиться данная продукция (кратко химический, биохимический состав, биологические состояние сырья и т.д.);
- технологическую схему производства, ее **описание** (назначение, технологические режимы, параметры);
- машинно-аппаратурная схема, ее описание (или оборудование, используемое на производстве и его основные характеристики);
- условия и сроки хранения готовой продукции;
- возможные дефекты готовой продукции, связанные с возникновением нарушений технологических процессов и пути их устранения.

Таблица 19. Варианты заданий для контрольной работы

Б		Последняя цифра шифра									
А		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предпоследняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	2	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	3	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	4	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	5	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	6	61	62	1	2	3	4	5	6	7	8
	7	36	35	28	29	24	21	22	15	14	9
	8	37	34	27	30	25	20	23	16	13	10
	9	38	33	32	31	26	19	18	17	12	11

Таблица 20. Перечень тем для выполнения контрольной работы

№	Технология производства	№	Технология производства
1	Ветчины	32	Сливочного масла
2	Варено-копченого окорока	33	Сгущенных молочных консервов
3	Охлажденного мяса	34	Фруктового сока
4	Мороженого мяса	35	Кваса
5	Копченого шпика	36	Пива
6	Сырокопченых продуктов	37	Коньяка
7	Вареных колбас	38	Виски
8	Мясных сосисок	39	Ликера
9	Мясных сарделек	40	Вина
10	Ливерных колбас	41	Водки
11	Кровяных колбас	42	Газированных напитков
12	Мясного паштета	43	Мороженой рыбы
13	Полукопченых колбас	44	Охлажденной рыбы

14	Варено-копченых колбас	45	Рыбы холодного копчения
15	Сырокопченых колбас	46	Рыбы горячего копчения
16	Мясных консервов (тушенки)	47	Малосоленых пресервов
17	Хлеба белого	48	Провесной рыбы
18	Хлеба ржано-пшеничного	49	Крабовых палочек
19	Печенья	50	Натуральных рыбных консервов
20	Пряничных изделий	51	Рыбных консервов в масле
21	Вафель	52	Икры
22	Кексов	53	Консервов из нерыбных объектов промысла
23	Макаронных изделий	54	Консервов из кабачков (кабачковой икры)
24	Пастеризованного молока	55	Фруктово-овощных консервов для детского питания
25	Кефира	56	Мороженых овощей
26	Творога	57	Томатной пасты
27	Сухого молока	58	Квашеных и соленых овощей
28	Сыра	59	Хрустящего картофеля (чипсов)
29	Плавленого сыра	60	Майонеза
30	Йогурта	61	Сдобных хлебобулочных изделий
31	Мороженого	62	Паштетов

Работа должна быть выполнена на листах формата А4 с одной стороны листа, в печатном варианте. Шрифт текстовой части размер – 14 (для заголовков 14), вид шрифта – Times New Roman, интервал 1,0. Поля страницы: левое 3 см, правое 1,5 см, верхнее и нижнее 2 см. Нумерация страниц внизу справа.

Структура контрольной работы:

- титульный лист (приложение Д)
- содержание
- текстовая часть (каждый вопрос начинать с нового листа)
- список используемой литературы

В текстовой части не допускается сокращение слов.

Контрольная работа должна быть оформлена в соответствии с общими требованиями, предъявляемыми к контрольным работам:

- текст должен быть отпечатан на компьютере;
- основной текст подразделяется на озаглавленные части в соответствии с содержанием работы. Заглавия не подчеркиваются, в конце заголовка точка не ставится, переносы допускаются;
- страницы текста пронумерованы арабскими цифрами в правом верхнем углу без точек. Титульный лист считается первым и не нумеруется;
- на каждой странице оставлены поля для замечаний рецензента;

- список использованных источников оформляются по соответствующим требованиям.

Стиль и язык изложения материала контрольной работы должны быть четкими, ясными и грамотными. Грамматические и синтаксические ошибки недопустимы.

Студент, получивший контрольную работу с оценкой «зачтено» знакомится с рецензией и, с учетом замечаний преподавателя, дорабатывает отдельные вопросы с целью углубления своих знаний.

Выполненная контрольная работа представляется для регистрации в учебную часть, затем поступает на рецензирование преподавателю. Контрольная работа с оценкой «не зачтено» возвращается студенту с рецензией. Работа выполняется студентом вновь и сдается вместе с не зачтенной работой на проверку преподавателю. Контрольная работа, выполненная не своего варианта, возвращается без проверки и зачета.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шендерюк, В. И. Технологии пищевых продуктов: учеб. пособие для студ. вузов по напр. 260200 - Продукты питания живот. происхождения и 260800 - Технология продукции и орг. обществ. питания / В. И. Шендерюк, Л. Т. Серпунина, М. Н. Альшевская; ФГОУ ВПО "КГТУ". – Калининград: КГТУ, 2011. – 111 с.
2. Шендерюк, В. И. Общие принципы переработки сырья и введение в технологии производства продуктов питания: учеб. пособие для студ. вузов напр. 260100.62 - Технология продуктов питания, 260302.65 - Технология рыбы и рыб. продуктов и спец. 260501.65 - Технология продуктов обществ. питания / В. И. Шендерюк, Л. Т. Серпунина, М. Н. Альшевская; ФГОУ ВПО "КГТУ". – Калининград: КГТУ, 2011. – 102 с.
3. Бессмертная, И. А. Производство пищевых продуктов из растительного сырья: учеб. пособие для студ. вузов по напр. 260100.68 и 260100.62 - Технология продуктов питания / И. А. Бессмертная; Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград: КГТУ, 2007. – 158 с.
4. Технология рыбы и рыбных продуктов: учеб. / В. В. Баранов [и др.]; под ред. А. М. Ершова. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2006. – 944 с.
5. Мезенова, О. Я. Технология и методы копчения пищевых продуктов: учеб. пособие / О. Я. Мезенова. – Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2007. – 286 с.
6. Мезенова, О. Я. Технология пищевых продуктов сложного состава на основе биологических объектов водного промысла: учеб. пособие для студ. спец. 240902.65 - Пищ. биотехнология, 260302.65 - Технология рыбы и рыб. продуктов, 260602.65 - Пищ. инженерия малых предприятий и напр. 260100.62 и 260100.68 - Технология продуктов питания / О. Я. Мезенова, Л. С. Байдалинова; Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград: КГТУ, 2007. – 108 с.
7. Технологии пищевых производств: учеб. / А. П. Нечаев, И. С. Шуб, О. М. Аношина. – Москва: КолосС, 2007. – 767 с.
8. Общие принципы переработки сырья и введение в технологии продуктов питания: метод. указ. к практ. занан. по дисц. "Общие принципы переработки сырья и введение в технологии продуктов питания" для студ. вузов напр. 260100.62 – Технология продуктов питания / ФГОУ ВПО "КГТУ"; О. Н. Анохина, М. Н. Альшевская. – Калининград: КГТУ, 2009. – 74 с.
9. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / под ред. М. Ф. Нестерина, И.М. Скурихина. – Москва, 1979. – 137 с.
10. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности блюд и кулинарных изделий / Под ред. И.М. Скурихина и В.А.Шатерникова. – Москва,1984. – 328 с.
11. Химический состав пищевых продуктов: в 2 кн. / под ред. И. М. Скурихина и М. Н. Волгарева. – Москва, 1987. – Кн. 2: Справочные

таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов. – 360 с.

12. Черников, М. П. Классификация пищевых белков и некоторые вопросы питания / М.П. Черников // Вопр. питания. – 1987. – № 5. – С. 35–38.

13. Черников, М. П. Новые принципы определения биологической ценности белков / М. П. Черников // Прикладная биохимия и микробиология. – 1990. – Т. 26. – Вып. 5. – С. 597–591.

14. Шендерюк, В. И. Научные основы производства продуктов питания: учеб. пособие / В. И. Шендерюк. – Калининград, 2000. – 95 с.

15. Серегин, В. В. Продукты питания / В. В. Серегин. – Минск, 2002. – 573 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Таблица П.А.1. Содержание основных веществ и энергетическая ценность некоторых продуктов питания (г в 100 г продукта)

№ вари-анта	Продукт	Основные пищевые вещества			Органические кислоты	Энергетическая ценность, ккал
		Белки	Жиры	Углеводы		
1	2	3	4	5	6	7
Охлажденная рыба						
1	Карп	16,0	5,3	-	-	112
2	Ледяная рыба	17,7	2,2	-	-	91
3	Окунь морской	18,2	3,3	-	-	103
4	Салака	17,5	3,0	-	-	97
5	Путассу	18,5	4,5	-	-	114
6	Треска	16,0	0,6	-	-	69
Охлажденное мясо						
7	Свинина мясная	14,3	33,3	-	-	357
8	Телятина 1 категории	19,7	2,0	-	-	97
9	Конина 1 категории	19,5	9,9	-	-	167
Субпродукты говяжьи						
10	Печень	17,9	3,7	-	-	105
11	Почки	15,2	2,8	-	-	86
12	Сердце	16,0	3,5	-	-	96
13	Язык	16,0	12,1	-	-	173
Субпродукты свиные						
14	Язык	15,9	16,0	-	-	208
15	Почки	15,0	3,6	-	-	92

Окончание табл. П.А.1

1	2	3	4	5	6	7
Молочные продукты						
16	Творог нежирный	18,0	0,6	1,8	1,22	88
17	Молоко коровье	3,2	3,6	4,8	0,16	68
Овощи						
18	Капуста	1,8	0,1	5,4	0,3	31
19	Картофель	2,0	0,4	19,7	0,1	91
20	Свекла	1,5	0,1	10,8	0,1	50
Грибы						
21	Грибы белые	3,7	1,7	1,6	-	37
22	Грибы подберезовики	2,3	0,9	3,7	-	32
Крупы, каши						
23	Чечевица	24,0	1,5	46,4	-	295
24	Соя	36,5	17,5	26,0	-	408
25	Фасоль	23,2	2,1	53,8	-	327
26	Рис	7,5	1,0	76,8	-	346
27	Пшено	11,5	3,3	69,3	-	353
28	Овсяная каша	11,0	6,1	65,4	-	360
29	Манная каша	10,3	1,0	73,3	-	343
30	Крупа ячневая	10,0	1,3	71,7	-	338

Приложение Б

Таблица П.Б.1. Содержание незаменимых аминокислот в некоторых продуктах

№ вари-анта	Продукт	Белок, г в 100г продукта	Незаменимые аминокислоты, мг в 100 г продукта							
			валин	изолейцин	лейцин	лизин	метионин	треонин	триптофан	фенилаланин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Охлажденная рыба										
1	Карп	16,0	1100	800	1800	1900	500	900	180	800
2	Ледяная рыба	17,7	852	853	1487	1628	620	855	120	641
3	Окунь морской	18,2	1100	900	1600	1700	500	900	190	700
4	Салака	17,5	868	648	1355	1587	537	772	183	682
5	Путассу	18,5	1013	962	1475	1659	579	959	217	766
6	Треска	16,0	900	700	1300	1500	500	900	210	800
Охлажденное мясо										
7	Свинина мясная	14,3	831	708	1074	1239	342	654	191	580
8	Телятина 1 категории	19,7	1156	998	1484	1683	414	855	245	791
9	Конина 1 категории	19,5	996	799	1494	1739	473	923	282	857
Субпродукты говяжьи										
10	Печень	17,9	1247	926	1594	1433	438	812	238	928
11	Почки	15,2	857	714	1240	1154	326	638	214	677
12	Сердце	16,0	911	838	1408	1359	383	740	222	676
13	Язык	16,0	845	766	1215	1373	345	708	176	696
Субпродукты свиные										
14	Язык	15,9	914	752	1244	1325	308	690	188	654
15	Почки	15,0	955	761	1325	1175	282	694	249	726

Окончание табл. П.Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Молочные продукты										
16	Творог нежирный	18,0	990	1000	1850	1450	480	800	180	930
17	Молоко коровье	3,2	191	189	283	261	83	153	50	175
Овощи										
18	Капуста	1,8	58	50	64	61	22	45	10	56
19	Картофель	2,0	122	86	128	135	26	97	28	98
20	Свекла	1,5	53	60	67	92	20	53	13	45
Грибы										
21	Грибы белые	3,7	78	30	120	190	38	110	210	100
22	Грибы подберезовики	2,3	54	100	110	98	6	59	28	59
Крупы, каши										
23	Чечевица	24,0	1270	1020	1890	1720	290	960	220	1250
24	Соя	36,5	2090	1810	2670	2090	520	1390	450	1610
25	Фасоль	23,2	1120	1030	1740	1590	240	870	260	1130
26	Рис	7,5	400	283	689	290	150	260	90	410
27	Пшено	11,5	470	430	1534	288	296	400	180	580
28	Овсяная каша	11,0	473	398	700	420	140	350	170	500
29	Манная каша	10,3	490	450	810	255	155	315	110	540
30	Крупа ячневая	10,0	480	465	510	350	160	250	120	520

Приложение В

Таблица П.В.1. Исходные данные к заданию 1

№ варианта	Продукт			Продолжительность охлаждения, τ_0, мин	Начальная температура продукта, t_n, °С	Температура среды, t_c, °С	Вид охлаждающей среды
	Вид	Физическая модель	Характерный размер 2R, м				
0	Говядина	Пластина	0,04	25	14	1	Воздух
1	Рыба	Цилиндр	0,05	30	15	2	Воздух
2	Яблоко	Шар	0,06	35	16	3	Воздух
3	Свинина	Пластина	0,05	40	17	0	Вода
4	Помидор	Шар	0,06	45	18	1	Раствор $CaCl_2$
5	Клубника	Шар	0,03	50	19	2	Воздух
6	Морковь	Цилиндр	0,04	55	20	3	Воздух
7	Свинина	Цилиндр	0,03	60	21	0	Раствор $CaCl_2$
8	Картофель	Шар	0,04	50	22	1	Вода
9	Птица	Пластина	0,04	40	23	0	Раствор $CaCl_2$

Таблица П.В.2. Теплофизические характеристики пищевых продуктов (дополнительные данные к заданию 1)

Наименование, продукта	Влагосодержание, W, %	Криоскопическая температура, $t_{кр}$, °С	Плотность, ρ, кг/м³	Теплоёмкость c_o, кДж/(кг·К)	Коэффициент теплопроводности, λ_0, Вт/(м·К)
Говядина	62 – 80	– 1,7	960 – 1070	2,94 – 3,52	0,48 – 0,50
Свинина	48 – 55	– 1,7	900 – 1030	2,01 – 2,26	0,46 – 0,49
Птица	69 – 74	– 1,8	980 – 1070	3,13 – 3,30	0,41 – 0,51
Рыба	62 – 82	– 2,2	950 – 1070	2,76 – 3,60	0,35 – 0,56
Картофель	76 – 78	– 1,2	920 – 1020	3,43 – 3,68	0,58
Томаты	94 – 95	– 0,9	940 – 1064	3,98 – 4,05	0,51 – 0,57
Яблоки	84 – 85	– 1,5	804 – 889	3,64 – 3,85	0,49 – 0,60
Клубника	89 – 90	– 0,9	840 – 900	3,85	0,48
Морковь	78 – 89	– 1,6	970 – 1035	3,77	0,46

Таблица П.В.3. Данные для расчета продолжительности охлаждения пластины

№ п/п	Продукт	Массовая доля влаги W, %	Плотность ρ, кг/м^3	Коэффициент теплопроводности λ_0, Вт/(м·К)	Коэффициент теплоотдачи α, Вт/(м^2·К)	Средняя толщина δ, мм	Начальная температура продукта t_n, °С	Температура воздуха в камере охлаждения t_c, °С	Температура продукта в конце процесса охлаждения, °С	
									на поверхности t_p (x/R=1)	в центре t_z (x/R=0)
1	Желе	86,0	1080	0,51	18	20	70	20		40
2		78,4	1025	0,46	16	25	40	0	10	
3	Шоколад	5,3	1015	0,15	12	6	40	10		20
4		4,6	1010	0,13	10	7	35	5	15	
5	Лещ	75,4	1005	0,44	116	50	25	0		5
6		77,8	1010	0,46	250	60	22	Минус 1	1	
7	Мармелад	23,6	1010	0,31	9	18	30	10		15
8		25,2	1015	0,33	10	15	28	5	10	
9	Печенье	7,6	790	0,07	12	9	65	18		25
10		6,8	750	0,16	14	8	60	20	25	
11	Камбала	79,7	1040	0,47	250	20	18	Минус 2		2
12		80,4	1050	0,47	116	22	23	0	1	
13	Палтус	70,6	1030	0,41	116	40	20	0		2
14		70,2	1027	0,40	250	45	18	Минус 1	1	
15	Мясные полутуши	71,5	1070	0,50	24	150	20	Минус 2		3
16		76,7	1074	0,51	23	250	25	Минус 2	Минус 1	
17		68,6	1075	0,48	25	200	25	Минус 2		2
18	Вафельный лист	3,2	387	0,116	15	8	70	10	20	
19		2,5	375	0,114	14	6	50	15		25
20		2,1	372	0,113	12	7	60	15	23	

Таблица П.В.4. Данные для расчета продолжительности охлаждения шара

№ п/п	Продукт	Массовая доля влаги W, %	Плотность ρ, кг/м^3	Коэффициент теплопроводности λ_0, Вт/(м·К)	Коэффициент теплоотдачи α, Вт/(м^2·К)	Средний диаметр δ, мм	Начальная температура продукта t_n, °С	Температура воздуха в камере охлаждения t_c, °С	Температура продукта в конце процесса охлаждения, °С	
									на поверхности t_p (x/R=1)	в центре t_z (x/R=0)
1	Яблоки	80,2	900	0,42	8	80	25	Минус 2	1	
2	Персики	86,9	1050	0,50	9	70	28	0		5
3	Апельсины	87,2	875	0,41	8	100	20	1	3	
4	Грейпфруты	88,8	850	0,40	7	140	23	0		5
5	Виноград	81,6	1040	0,52	10	20	26	Минус 1	1	
6	Лимоны	89,3	970	0,40	9	60	22	0		4
7	Горох зеленый	75,2	1070	0,51	20	6	20	Минус 1	0	
8	Помидоры	94,1	1020	0,57	250	55	30	1		5
9	Свекла	87,6	1030	0,46	14	85	21	Минус 1	2	
10	Картофель	77,8	1080	0,60	10	90	15	3		5
11	Абрикосы	85,4	1040	0,48	12	45	26	Минус 1	1	
12	Головки голландского сыра	33,0	1100	0,35	15	180	28	2		10
13	Котлеты куриные	74,0	940	0,41	11	60	20	Минус 2	0	
14	Зразы говяжьи	71,0	1015	0,48	12	50	95	Минус 2		5
15	Котлеты свиные	52,0	990	0,47	10	55	15	Минус 2	1	
16	Тефтели рыбные	72,0	1010	0,46	15	40	98	Минус 2		10
17	Вишня	93,0	1005	0,57	20	14	24	0	2	
18	Головки московского сыра	40,0	1120	0,38	18	190	25	1		6
19	Ветчина	48,0	975	0,41	15	200	80	0	10	
20	Головки ярославского сыра	37,0	1090	0,37	16	170	22	2		8

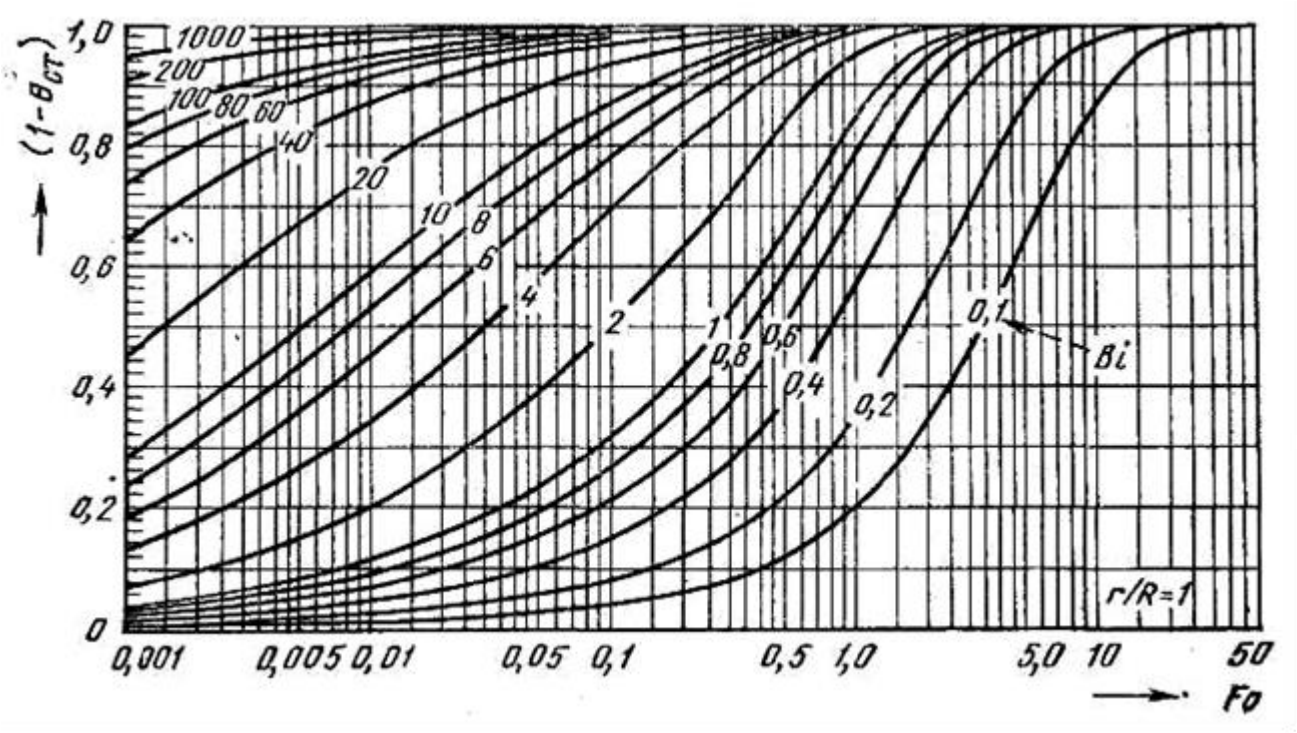

Рис. П.В.1. Номограмма для поверхности пластины

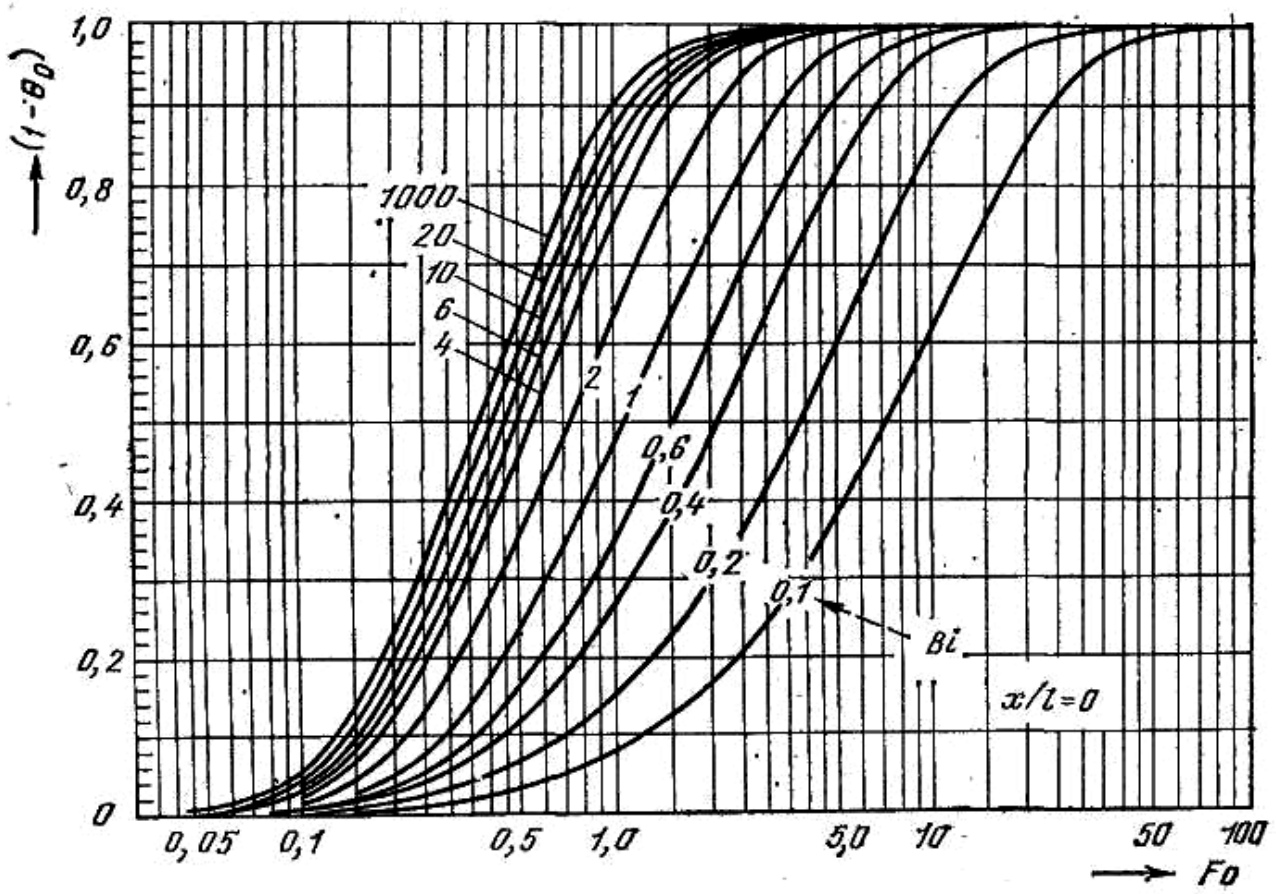

Рис. П.В.2. Номограмма для средней плоскости пластины

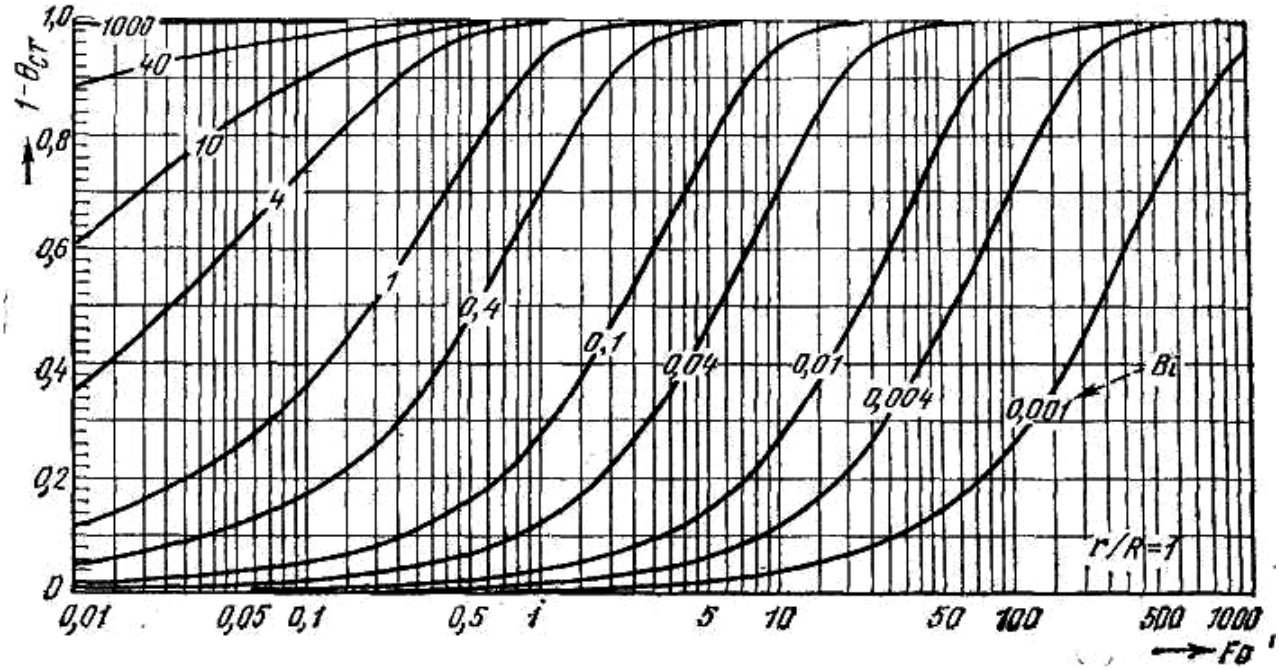

Рис. П.В.3. Номограмма для поверхности шара

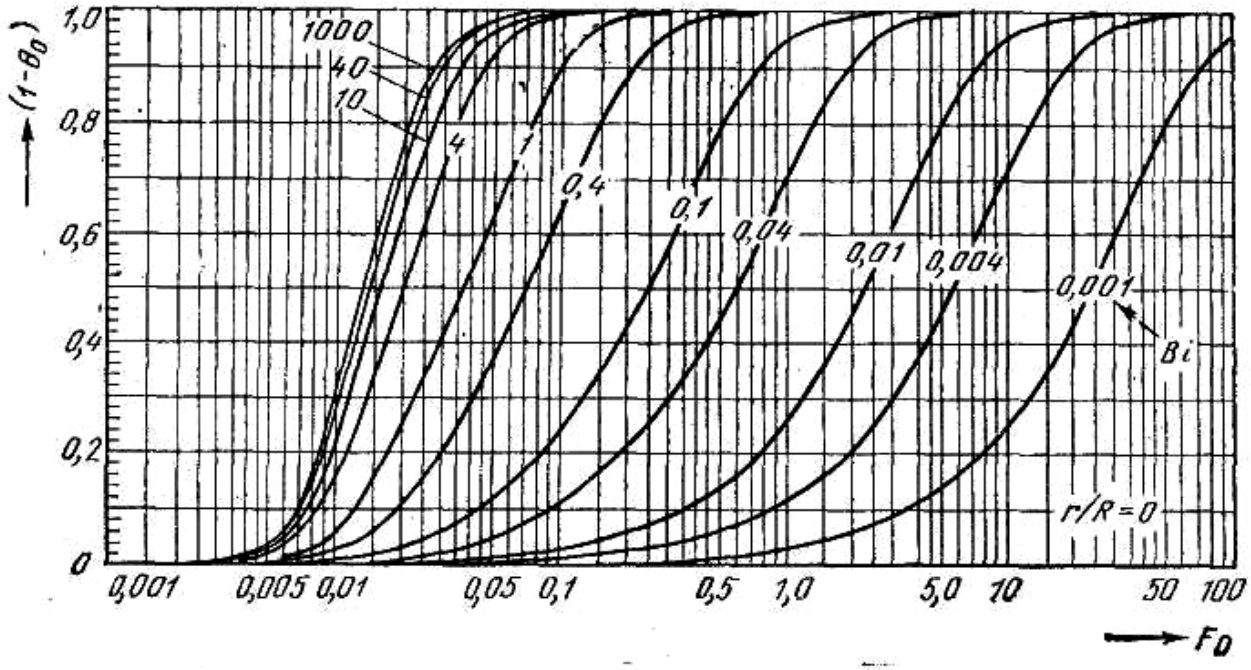

Рис. П.В.4. Номограмма для центра шара

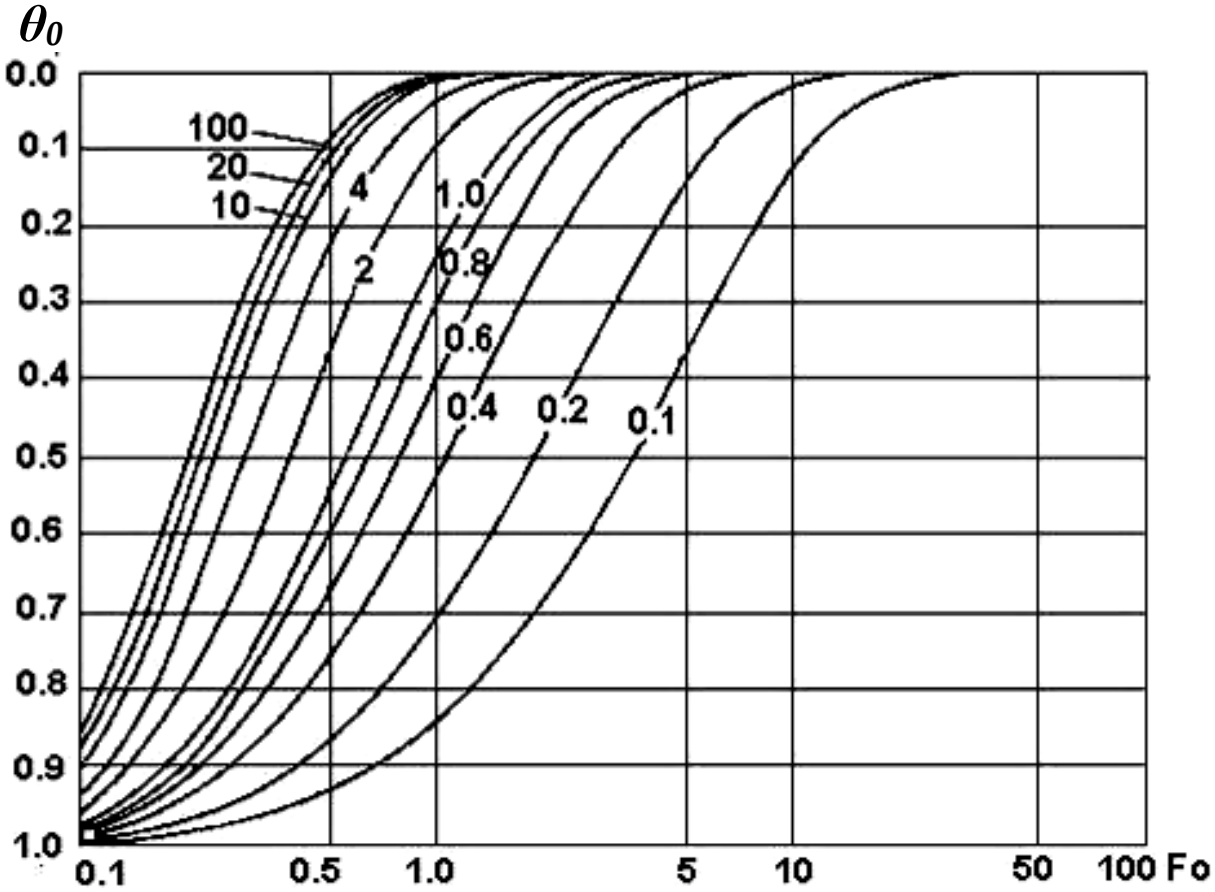

Рис. П.В.5. Номограмма для центра цилиндра

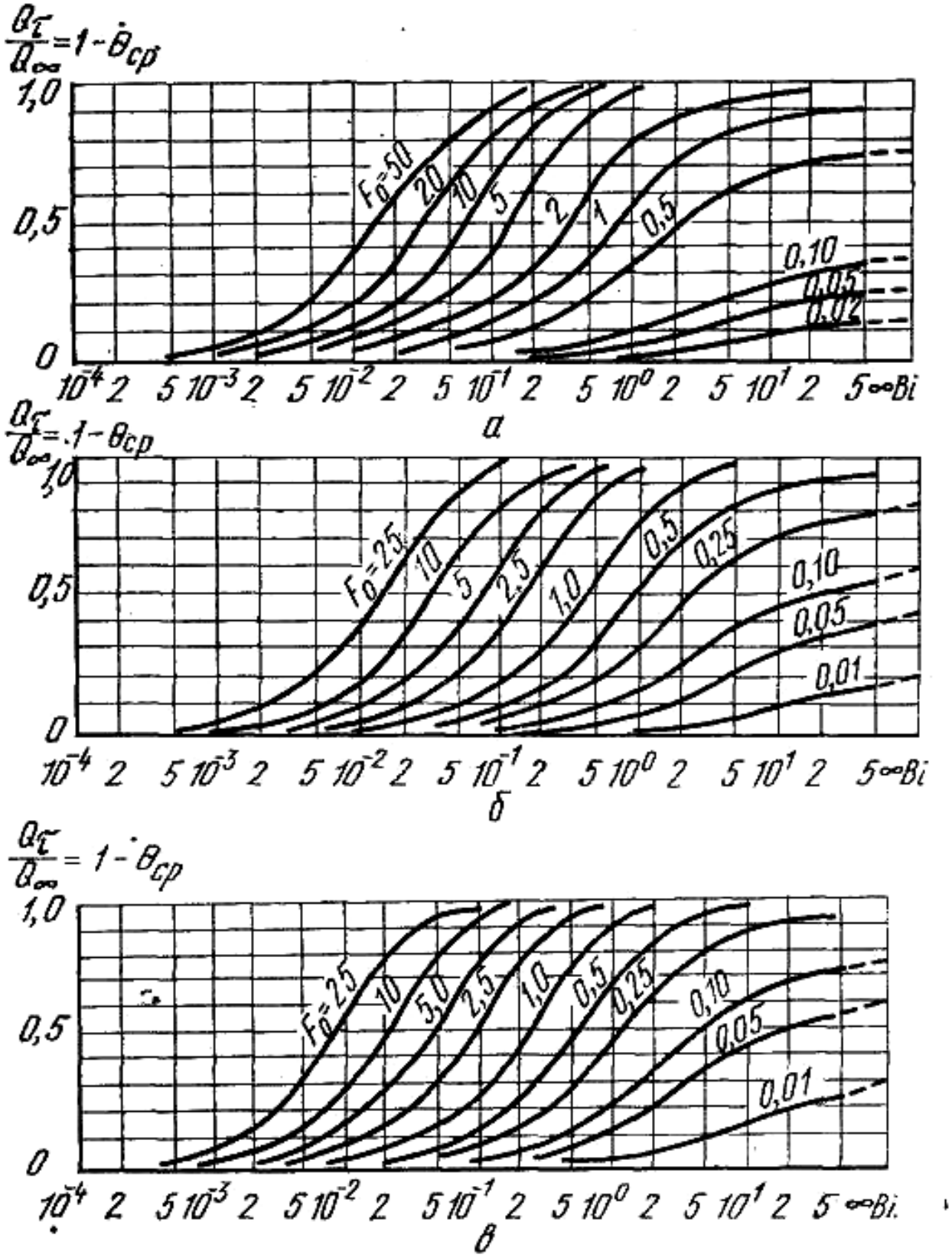

Рис. П.В.6. Номограммы для безразмерной среднеобъемная температура для пластины (а), цилиндра (б) и шара (в)

Приложение Г

Таблица ПГ.1. Теплосодержание продуктов (энтальпия), кДж/кг

Температура продукта, °С	Говядина, птица	Рыба	Фрукты, плоды, овощи	Творог
Минус 20	0	0	0	0
Минус 18	4,6	5	6,7	9,4
Минус 10	30,2	33,6	38,5	53,2
Минус 2	98,8	117	211	200
0	232	266	272	299
2	238	278	279	305
4	245	280	287	313
10	264	301	309	334
20	297	336	346	373
30	329	371	385	405

Таблица П.Г.2. Данные для расчета продолжительности замораживания (размораживания) пластины

№ п/п	Продукт	Массовая доля влаги W, %	Плотность ρ, кг/м^3	Коэффициент теплопроводности λ_0, Вт/(м·К)	Коэффициент теплоотдачи α, Вт/(м^2·К)	Средняя толщина δ, мм	Начальная температура продукта t_n, °С	Температура в камере t_c, °С	Температура продукта в конце процесса замораживания t_v, °С	Охлаждающая среда
1	Блок салаки	78,2	1015	0,47	50	60	20	Минус 30	Минус 18	Воздух
2		79,0	1018	0,49	250	60	15	Минус 40	Минус 20	Рассол
3		78,7	1016	0,48	150	60	10	Минус 35	Минус 18	Воздух
4	Лещ	76,2	1005	0,45	50	40	18	Минус 30	Минус 18	Воздух
5		75,4	1005	0,44	150	50	20	Минус 35	Минус 20	Воздух
6		77,8	1010	0,46	250	60	22	Минус 40	Минус 15	Рассол
7	Камбала	79,7	1040	0,47	250	20	18	Минус 40	Минус 25	Рассол
8		80,4	1050	0,47	350	22	23	Минус 35	Минус 20	Рассол
9		77,6	1030	0,46	50	25	15	Минус 30	Минус 18	Воздух
10	Палтус	70,6	1030	0,41	100	40	20	Минус 40	Минус 25	Воздух
11		70,2	1027	0,40	250	45	18	Минус 50	Минус 30	Рассол
12		70,0	1025	0,40	450	60	15	Минус 30	Минус 20	Рассол
13	Филе цыпленка	74,5	1025	0,46	50	20	18	Минус 30	Минус 20	Воздух
14		74,2	1020	0,46	150	30	16	Минус 40	Минус 25	Воздух
15		73,8	1015	0,45	250	40	20	Минус 45	Минус 30	Рассол
16	Мясные полутуши	75,3	1075	0,51	150	230	15	Минус 45	Минус 35	Воздух
17		69,7	1073	0,49	250	180	10	Минус 40	Минус 30	Рассол
18		71,5	1070	0,50	400	150	20	Минус 35	Минус 25	Рассол
19		76,7	1074	0,51	50	250	25	Минус 30	Минус 18	Воздух
20		68,6	1075	0,48	300	200	25	Минус 35	Минус 20	Рассол

Таблица Г3. Данные для расчета продолжительности замораживания (размораживания) шара

№ п/п	Продукт	Массовая доля влаги W, %	Плотность ρ, кг/м^3	Коэффициент теплопроводности λ_0, Вт/(м·К)	Коэффициент теплоотдачи α, Вт/(м^2·К)	Средний диаметр δ, мм	Начальная температура продукта t_n, °С	Температура в камере t_c, °С	Температура продукта в конце процесса замораживания t_v, °С	Охлаждающая среда
1	Яблоки	80,2	900	0,42	30	80	25	Минус 30	Минус 18	Воздух
2		80,9	950	0,42	300	70	28	Минус 40	Минус 20	Рассол
3	Горох зеленый	75,2	1070	0,51	20	6	20	Минус 30	Минус 18	Воздух
4		78,8	1080	0,51	150	5	23	Минус 35	Минус 18	Воздух
5	Картофель	77,8	1080	0,60	10	90	15	Минус 35	Минус 20	Воздух
6		79,3	1085	0,60	250	85	22	Минус 40	Минус 15	Рассол
7	Абрикосы	85,4	1040	0,48	20	45	26	Минус 40	Минус 25	Воздух
8		87,6	1030	0,46	300	50	21	Минус 35	Минус 20	Рассол
9	Вишня	93,0	1005	0,57	20	14	24	Минус 30	Минус 18	Воздух
10		92,0	1000	0,57	250	15	22	Минус 40	Минус 25	Рассол
11	Головки голландского сыра	33,0	1100	0,35	250	180	28	Минус 50	Минус 30	Рассол
12		40,0	1120	0,38	400	190	25	Минус 40	Минус 30	Рассол
13	Котлеты куриные	74,0	940	0,41	15	60	20	Минус 30	Минус 20	Воздух
14		72,0	920	0,40	250	60	18	Минус 40	Минус 25	Рассол
15	Зразы говяжьи	71,0	1015	0,48	300	50	15	Минус 45	Минус 30	Рассол
16		70,0	1010	0,48	25	50	20	Минус 45	Минус 35	Воздух
17	Котлеты свиные	52,0	990	0,47	30	55	15	Минус 40	Минус 30	Воздух
18		55,0	1000	0,47	350	55	18	Минус 35	Минус 25	Рассол
19	Тефтели рыбные	72,0	1010	0,46	15	40	18	Минус 30	Минус 18	Воздух
20		75,0	1030	0,47	300	40	22	Минус 35	Минус 20	Рассол

Таблица П.Г.4. Корни характеристического уравнения

ctg μ = μ / Bi (пластина)	
Bi	μ_1
0,001	0,0316
0,002	0,0447
0,004	0,0632
0,006	0,0774
0,008	0,0893
0,01	0,0998
0,02	0,1410
0,06	0,2430
0,1	0,3111
0,2	0,4328
0,3	0,5218
0,4	0,5932
0,5	0,6533
0,6	0,7051
0,7	0,7506
0,8	0,7910
0,9	0,8274
1	0,8603
1,5	0,9882
2	1,0769
3	1,1903
4	1,2607
5	1,3138
7	1,3766
10	1,4289
100	1,5552
∞	1,5700

tg μ = – μ / (Bi – 1) (шар)	
Bi	μ_1
0,01	0,1730
0,02	0,2445
0,04	0,3450
0,06	0,4217
0,08	0,4860
0,1	0,5423
0,2	0,7593
0,3	0,9208
0,4	1,0528
0,5	1,1656
0,6	1,2644
0,7	1,3525
0,8	1,4320
0,9	1,5044
1	1,5708
2	2,0288
3	2,2889
4	2,4557
5	2,5704
7	2,7165
10	2,8363
100	3,1105
∞	3,1400

Приложение Д

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт агроинженерии и пищевых систем
Кафедра технологии продуктов питания

Контрольная работа
допущена к защите:
должность (звание), ученая степень
_____Фамилия И.О.
«___»_____202__г.

Контрольная работа
защищена
должность (звание), ученая степень
_____Фамилия И.О.
«___»_____202__г.

Контрольная работа №___

по дисциплине
«ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

Шифр студента_____
Вариант №_____

Работу выполнил:
студент гр._____
_____Фамилия И.О.
«___»_____202__г.

Калининград – 20__

Локальный электронный методический материал

Дмитрий Леонидович Альшевский
Марина Николаевна Альшевская
Фаина Сергеевна Карнеева

ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 5,9. Печ. л. 4,9

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1