

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

А. Д. Сушина, Н. Ю. Ключко, Л. С. Дышлюк

ПАРАФАРМАЦЕВТИКИ В ПИЩЕВОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,
обучающихся в магистратуре по направлению подготовки
19.04.01 Биотехнология,
профиль программы «Пищевая биотехнология»

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2026

УДК 658.5

Рецензент

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «КГТУ»

Е. С. Землякова

Сушина, А. Д.

Парафармацевтики в пищевой биотехнологии: учеб.-методич. пособие по изучению дисциплины для студентов магистратуры по направлению подготовки 19.04.01 Биотехнология, профиль программы «Пищевая биотехнология» / А. Д. Сушина, Н. Ю. Ключко, Л. С. Дышлюк. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2026. – 36 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Парафармацевтики в пищевой биотехнологии» представлены учебно-методические материалы по освоению курса, включающего подробный план лекции и лабораторных работ, вопросы для самоконтроля по каждой теме. Материалы разработаны для направления подготовки 19.04.01 – Биотехнология (профиль программы «Пищевая биотехнология»), форма обучения заочная.

Табл. 7, рис. 1, список лит. – 5 наименований

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано в качестве локального электронного методического материала кафедрой пищевой биотехнологии 17 февраля 2026 г., протокол № 7

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 28 февраля 2026 г., протокол № 2

УДК 658.5

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2026 г.
© Сушина А. Д., Ключко Н. Ю,
Дышлюк Л. С., 2026 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	8
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ	14
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	23
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЭКЗАМЕНА	28
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	29
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	30
Приложение А. Примерный перечень заданий для контрольной работы	30
Приложение Б. Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену	34

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Парафармацевтики в пищевой биотехнологии» относится к блоку 1 части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.05), образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 19.04.01 Биотехнология (профиль программы «Пищевая биотехнология»).

Широкое распространение в рационе современного человека консервированных, рафинированных, подвергшихся длительной кулинарной обработке и хранению продуктов привело к глобальному дефициту эссенциальных (незаменимых) пищевых веществ, играющих ключевую роль в метаболических процессах. К данной категории биологически активных компонентов относятся животные белки, растительные жиры (включая полиненасыщенные жирные кислоты семейств омега-3 и омега-6), 12 жизненно важных витаминов и β -каротин, витаминopodobные соединения, растворимые и нерастворимые пищевые волокна, макро- и микроэлементы, а также многочисленные минорные биоактивные компоненты пищи (флавоноиды, индолы, органические кислоты и другие соединения растительного, животного и микробного происхождения). Значение и количество этих веществ постоянно пересматриваются и дополняются по мере развития нутрициологии и смежных наук.

Накопленные отечественными и зарубежными исследователями данные свидетельствуют о том, что длительный дефицит незаменимых нутриентов неизбежно ведёт к развитию состояния малоадаптации – снижению резистентности организма, что, в свою очередь, провоцирует нарушения обменных процессов и способствует возникновению широко распространённых алиментарно-зависимых заболеваний. Среди них – железодефицитная анемия, йододефицитные состояния, гипо- и авитаминозы, рахит у детей, остеопороз у лиц пожилого и старческого возраста. Параллельно с этим современный рацион характеризуется избыточным содержанием животных жиров и легкоусвояемых углеводов, что в сочетании с гиподинамией становится причиной ещё одной «болезни цивилизации» – избыточной массы тела и ожирения. Эти факторы в совокупности снижают качество жизни и эффективность лечебных мероприятий.

Оптимальным решением для коррекции дисбаланса нутриентов является регулярное включение в рацион продуктов с заданными функциональными свойствами, обогащённых биологически активными добавками (БАД). Согласно современной классификации, БАД делятся на три основные группы: нутрицевтики, парафармацевтики и пробиотики. **Парафармацевтики** представляют собой биологически активные добавки к пище, предназначенные для профилактики, вспомогательной терапии и поддержания функциональной

активности органов и систем в физиологических границах. Их применение позволяет компенсировать дефицит эссенциальных нутриентов, нормализовать метаболические процессы и повысить адаптационные возможности организма.

Целью освоения дисциплины «Парафармацевтики в пищевой биотехнологии» является формирование у студентов систематизированных знаний в области производства и применения минорных биологически активных компонентов пищи в практической деятельности, а также воспитание у студентов устойчивых навыков самостоятельной научно-исследовательской работы.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- классификацию парафармацевтиков, их роль в создании современных продуктов питания;
- характеристику основных групп минорных компонентов пищи и способы их применения;
- значение минорных компонентов пищи для организма человека;
- принципы оценки безопасности парафармацевтиков и их гигиеническую регламентацию;

уметь:

- правильно подбирать парафармацевтики, учитывая их биологические и функциональные свойства;
- рассчитывать концентрацию и дозу парафармацевтиков при изготовлении функциональных продуктов питания;
- рассчитывать степень сбалансированности продуктов питания при использовании парафармацевтиков;

владеть:

- основными навыками идентификации парафармацевтиков;
- основными принципами разработки продуктов питания, обогащенных парафармацевтиками.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении дисциплины, используются в дальнейшей профессиональной деятельности.

Для успешного освоения дисциплины, студент должен активно работать на лекционных и лабораторных занятиях, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания по темам курса;
- задания по лабораторным работам.

К оценочным средствам промежуточной аттестации относятся тестовые задания по темам курса.

Промежуточной аттестацией по завершению курса является экзамен.

К экзамену допускаются студенты:

- посещавшие все лекционные и лабораторные занятия;
- получившие положительные оценки («отлично» или «хорошо») по тестовым заданиям;
- положительно аттестованные по контрольной работе.

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100-балльную/процентную систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (таблица 1).

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
Критерий	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно-корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно-корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
				данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

Для успешного освоения дисциплины «Парафармацевтики в пищевой биотехнологии» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень ключевых вопросов для подготовки к лабораторным занятиям и организации самостоятельной работы студентов. Материал пособия содержит рекомендации по выполнению контрольной работы для студентов заочной формы обучения.

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Парафармацевтики в пищевой биотехнологии» предполагает активную работу студента в рамках лекционных и лабораторных занятий, а также организацию систематической самостоятельной внеаудиторной деятельности. Для успешного освоения материала необходимо придерживаться следующих принципов:

На **лекционных занятиях** особое внимание следует уделять пониманию целей и задач, которые ставит преподаватель перед аудиторией. Важно не только внимательно слушать, но и выделять ключевые положения, фиксируя их в конспекте. При этом необходимо сопоставлять новую информацию с ранее изученным материалом, особенно в контексте современных методов исследований в области пищевой биотехнологии. Это позволит интегрировать полученные знания в уже сформированную систему представлений, обеспечивая их глубокое усвоение.

Особое внимание следует уделять **новым терминам и определениям**, которые вводятся в ходе лекции. Их необходимо не только фиксировать, но и анализировать взаимосвязь с ранее изученными понятиями. Такой подход способствует формированию целостного представления о предмете и облегчает дальнейшее изучение дисциплины.

Тематический план лекционных занятий (ЛЗ) представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Объем (трудоемкость освоения) и структура лекционных занятий

Номер темы	Содержание лекционного занятия	Кол-во часов ЛЗ (заочная форма)
1	Роль парафармацевтиков в сохранении здоровья человека	2
2	Парафармацевтики – натуральные антиоксиданты	2
3	Парафармацевтики иммуноповышающего действия	2
Итого		6

Если лектор приглашает студентов к дискуссии, то необходимо принять в ней активное участие. Если на лекции студент не получил ответа на возникшие у него вопросы, он может в конце лекции задать эти вопросы лектору курса дисциплины.

Тема 1. Роль парафармацевтиков в сохранении здоровья человека

Современные условия жизни, характеризующиеся высоким уровнем стресса, неблагоприятной экологической обстановкой и несбалансированным питанием, обуславливают необходимость использования парафармацевтиков как эффективного средства профилактики и вспомогательной терапии. Эти биологически активные добавки способствуют поддержанию физиологической активности органов и систем, компенсируют дефицит эссенциальных нутриентов и нормализуют метаболические процессы.

Ключевые вопросы темы:

1. Роль пищевых продуктов, биологически активных веществ (БАВ), добавок (БАД) и лекарственных средств в сохранении здоровья человека.

- Анализ влияния современного рациона на здоровье: дефицит эссенциальных нутриентов, избыток животных жиров и легкоусвояемых углеводов.
- Значение функциональных пищевых продуктов и БАД в коррекции дисбаланса нутриентов.
- Разграничение понятий: пищевые продукты, БАВ, БАД и лекарственные средства – сходства, различия, области применения.

2. Основные понятия: нутрицевтики, парафармацевтики и др. Классификация БАД (согласно СанПиН 2.3.2.1078-01; реестра БАД РФ). Нормативные и технические документы, регулирующие производство, оценку качества и безопасности БАД.

- Характеристика и функциональная роль нутрицевтиков, парафармацевтиков, эубиотиков, пробиотиков и пребиотиков.
- Классификация БАД: нутрицевтики, парафармацевтики, пробиотики – согласно действующим нормативным документам.
- Нормативно-правовая база: СанПиН 2.3.2.1078-01, реестр БАД РФ, технические регламенты и стандарты качества.

Ключевые понятия: биологически активные вещества, биологически активные добавки, лекарственные средства, нутрицевтики, парафармацевтики, эубиотики, пробиотики, пребиотики.

Методические рекомендации.

Изучение первой темы курса «Парафармацевтики в пищевой биотехнологии» направлено на формирование у обучающихся целостного представления о базовых понятиях дисциплины, роли пищевых продуктов, БАВ, БАД и лекарственных средств в сохранении здоровья, а также о факторах, формирующих принципы здорового питания. Особое внимание следует уделить анализу структуры пищи XXI века, включающей функциональные продукты и обога-

щённые БАД.

При рассмотрении второго вопроса необходимо усвоить определения и функциональную роль нутрицевтиков, парафармацевтиков, эубиотиков, пробиотиков и пребиотиков. Изучить классификацию БАД согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 и реестру БАД РФ. Проанализировать нормативные и технические документы, регулирующие производство, оценку качества и безопасности БАД.

Вопросы для самостоятельного изучения.

1. Биологически активные вещества, добавки и лекарственные средства: общее и отличия, значение и области применения.
2. Причины роста производства и потребления БАД в современном обществе.
3. Факторы, формирующие принципы здорового питания: роль функциональных продуктов и БАД.
4. Характеристика, функциональная роль и назначение нутрицевтиков.
5. Характеристика, функциональная роль и назначение парафармацевтиков.

Тема 2. Парафармацевтики – натуральные антиоксиданты

Актуальность проблемы окислительного стресса, вызванного негативным воздействием окружающей среды, нерациональным питанием и хроническими заболеваниями, такими как сердечно-сосудистые и онкологические патологии. Натуральные антиоксиданты (флавоноиды, полифенолы, витамины С и Е) играют ключевую роль в нейтрализации свободных радикалов, защите клеток от повреждений и поддержании физиологического баланса организма, что делает их незаменимыми в профилактической медицине и функциональном питании. Кроме того, в пищевой промышленности антиоксиданты используются для стабилизации продуктов, продления их срока годности и повышения биологической ценности, что особенно важно в условиях растущего спроса на здоровые и обогащённые продукты. Таким образом, изучение этой темы способствует развитию инновационных технологий в пищевой биотехнологии и нутрициологии.

Ключевые вопросы темы

1. Роль натуральных антиоксидантов (фитопрепаратов) в технологии продуктов питания. Антиоксиданты и их синергисты.
- Значение антиоксидантов в предотвращении окислительных процессов в пищевых продуктах.

- Механизмы действия антиоксидантов и их синергистов: природные и синтетические соединения.
- Применение фитопрепаратов для стабилизации пищевых систем и повышения их биологической ценности.

2. Натуральные антиоксиданты для стабилизации пищевых систем и повышения биологической ценности продуктов питания.

- Использование биофлавоноидов и других природных антиоксидантов в пищевой промышленности.
- Влияние антиоксидантов на сохранение качества и продление срока годности пищевых продуктов.
- Современные технологии обогащения продуктов питания натуральными антиоксидантами.

Ключевые понятия: антиоксиданты, биофлавоноиды, гидролиз и окисление жиров.

Методические рекомендации.

При изучении первого вопроса необходимо усвоить понятие «антиоксиданты», их классификацию, происхождение (натуральные, синтетические), возможная биологическая ценность для организма человека, механизмы действия. Необходимо вспомнить причины и механизм окисления жировых компонентов пищевых продуктов, рассмотреть вопросы, касающиеся допустимых норм поступления антиокислителей в организм человека.

При изучении второго вопроса необходимо усвоить понятие «биофлавоноиды», их строение, классификацию, биохимические и фармакологические аспекты действия биофлавоноидов на организм человека, остановиться на лекарственных препаратах на основе флавоноидов, использовании антиокислительных препаратов из растений в технологии пищевых продуктов.

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Процессы гидролиза и окисления жиров: механизмы и последствия для пищевых продуктов.
2. Роль натуральных антиоксидантов в современных технологиях производства продуктов питания.
3. Классификация антиоксидантов: природные и синтетические, их синергисты.
4. Химическая природа, свойства и виды флавоноидов.
5. Природные источники флавоноидов: растения, фрукты, овощи и их

производные.

6. Биологическая роль флавоноидов для организма человека: функции, нормы потребления, усвоение.

7. Современные технологии обогащения пищевых продуктов флавоноидами.

8. Методы количественного определения флавоноидов в пищевых продуктах и биологических образцах.

Тема 3. Парафармацевтики иммуноповышающего действия

Современные условия жизни, характеризующиеся высоким уровнем стресса, неблагоприятными экологическими факторами и распространённостью хронических заболеваний, обуславливают необходимость целенаправленного поддержания иммунной системы. Парафармацевтики с иммуномодулирующими свойствами представляют собой гетерогенную группу биологически активных веществ (БАВ), способных корректировать функциональное состояние иммунокомпетентных клеток, оптимизировать процессы воспаления и антиоксидантной защиты. К ним относятся как традиционные растительные адаптогены (эхинацея, женьшень, родиола розовая), так и продукты животного происхождения (прополис, маточное молочко), микроэлементы (цинк, селен), витамины (D, C, A), а также метаболиты микробиома человека (короткоцепочечные жирные кислоты, бактериоцины).

Ключевые вопросы темы

1. Биохимическая характеристика иммуномодулирующих парафармацевтиков: структура, классификация, источники

- Рассмотреть классификацию и химическую природу основных групп биологически активных веществ (БАВ).
- Изучить уровни структурной организации и биологическую роль БАВ.
- Ознакомиться с основными источниками иммуномодулирующих парафармацевтиков.

2. Современные методы анализа иммуномодулирующих парафармацевтиков

- Качественные методы: реакция с Фолина-Чокальтеу (полифенолы), реакция окисления каротиноидов перманганатом калия, алюминийхлоридный метод.
- Количественные методы: титриметрия (Витамин С), хромато-масс-спектрометрия: точная количественная оценка БАВ, спектрофотометрия.

3. Современные технологии пищевых продуктов, обогащенные ПФЦ иммуноповышающего действия.

- Изучить технологии производства функциональных продуктов.
- Рассмотреть разработку специализированных продуктов.

Ключевые понятия: иммуномодуляторы, адаптогены, полифенолы, сапонины, цитокины, антиоксиданты, иммуноферментный анализ, функциональные продукты питания.

Методические рекомендации.

При изучении первого вопроса необходимо подробно рассмотреть химическую структуру, классификацию и механизмы действия основных групп иммуномодулирующих БАВ. Изучить источники получения, особенно растительное и животное сырьё, а также технологии выделения и стандартизации.

При изучении второго вопроса следует освоить современные качественные и количественные методы анализа БАВ, их принципы и области применения. Особое внимание уделить оценке биологической активности (антиоксидантной, иммуностимулирующей, противовоспалительной).

При изучении третьего вопроса необходимо ознакомиться с технологиями производства функциональных продуктов питания, обогащённых иммуномодулирующими парафармацевтиками. Рассмотреть примеры инновационных продуктов и их влияние на здоровье.

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Каковы основные биохимические механизмы иммуномодулирующего действия полифенолов и сапонинов?
2. Опишите современные методы экстракции и стандартизации БАВ из растительного и животного сырья.
3. Какие методы анализа используются для оценки антиоксидантной и иммуностимулирующей активности парафармацевтиков?
4. В чём заключается роль короткоцепочечных жирных кислот в регуляции иммунного ответа?
5. Приведите примеры технологий производства функциональных продуктов, обогащённых иммуномодулирующими компонентами.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

Лабораторные работы являются важным звеном профессиональной подготовки биотехнологов пищевой промышленности. Цель лабораторных работ заключается в формировании у студентов систематизированных знаний в области современных методов исследований продуктов пищевой биотехнологии, а также воспитании навыков самостоятельной научно-исследовательской работы.

Лабораторные работы способствуют закреплению и углублению теоретических знаний студентов по изучаемой дисциплине, развивают практические умения в работе по организации научных исследований и прививают навыки анализа качества, безопасности и пищевой ценности продукции.

В процессе подготовки и выполнения лабораторных работ студент закрепляет знания по общим принципам анализа и подготовки проб; современным методам химического, физического, физико-химического и биохимического анализа качества и безопасности сырья, пищевой продукции и биологически активных веществ, и добавок.

Общие методические рекомендации по подготовке и выполнению лабораторных работ.

Со структурой и последовательностью занятий студент знакомится на первом занятии, там же проводится инструктаж обучающихся по охране труда, технике безопасности и правилам работы в лаборатории по инструкциям утвержденного образца с фиксацией результатов в журнале инструктажа.

Обучающиеся также знакомятся с основными требованиями преподавателя по выполнению учебного плана, с графиком прохождения лабораторных занятий и основными формами отчетности по выполненным работам.

При подготовке к лабораторной работе обучающийся предварительно должен повторить теоретические знания, полученные на лекции по данной теме, а также самостоятельно изучить специальную литературу, рекомендованную преподавателем.

При оформлении лабораторной работы в тетради обучающийся должен обязательно указать номер и тему занятия, её цель и задачи, при необходимости – перечень материалов и оборудования. Далее необходимо оформить ход лабораторной работы, оставив место каждому опыту для экспериментальных данных, полученных непосредственно во время проведения исследований, а также расчетов. В конце каждого опыта должен делаться анализ полученных данных. В конце лабораторной работы обучающийся должен подвести итоги работы.

Для допуска студента к лабораторной работе преподаватель проверяет

теоретическую подготовку обучающегося к каждому лабораторному занятию по вопросам, приведенным в конце каждой работы.

В ходе выполнения заданий у обучающихся должны сформироваться практические умения и навыки обращения с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой, которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения: наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты. Обучающемуся необходимо обратить внимание, что полученные экспериментальные данные должны сравниваться с нормативными документами и делаться анализ о соответствии / несоответствии продукта требованиям качества и безопасности.

По результатам выполнения лабораторной работы студент должен защитить свои теоретические и практические знания.

Тематический план лабораторных занятий (Лаб) представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Объем (трудоемкость освоения) и структура лабораторных занятий

Номер Лаб	Тема лабораторной работы	Кол-во часов лаб (заочная форма)
1	Качественное и количественное определение пигментов в растительном сырье, перспективном для получения БАД-антиоксидантов	4
2	Выделение алкалоидов из растительного сырья. Качественные реакции и количественное определение алкалоидов	4
	Итого	8

Лабораторная работа № 1. Качественное и количественное определение пигментов в растительном сырье, перспективном для получения БАД-антиоксидантов

1 Цель лабораторной работы

Сформировать умения и навыки по проведению количественного анализа каротиноидов, хлорофиллов и ликопина в растительном сырье, а также выделению антоцианов из растительного сырья.

2 Задание по лабораторной работе

- провести количественное определение каротиноидов и хлорофиллов в растительном сырье спектрофотометрическим методом (п. 3.1);
- провести количественное определение ликопина в растительном сырье спектрофотометрическим методом (п. 3.2);
- выделить антоцианы из растительного сырья; зафиксировать изменение цвета экстрактов под действием кислот и щелочей, сформулировать выводы относительно наблюдаемых изменений (п. 3.3);
- сформулировать рекомендации по применению каротиноидов и хлорофиллов при создании БАД к пище, определить направленность БАД.

3 Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы

Материалы и реактивы: растительное сырье (ягоды черники, черноплодной рябины, калины, клюквы, черной смородины, плоды свеклы, красного сладкого перца, краснокочанной капусты); кварцевый песок, кальций углекислый, ацетон, этиловый спирт 70%-ный, 1%-ный раствор соляной кислоты, 6%-ный раствор уксусной кислоты, 0,025%-ный раствор лимонной кислоты, 0,001%-ный раствор едкого натра, бумага индикаторная.

Оборудование, лабораторная посуда: колбы конические объемом 250 см³, колбы мерные объемом 100 и 50 см³, цилиндры мерные, воронки стеклянные, пробирки стеклянные, фильтры бумажные (синяя лента), фарфоровая ступка с пестиком, центрифуга, спектрофотометр, УЗ-баня, спиртовка, пробиркодержатели, индикаторная бумага.

3.1 Количественное определение каротиноидов и хлорофиллов в растительном сырье

Навеску (0,5 г) растительного материала растереть в фарфоровой ступке. При растирании растительной ткани в фарфоровой ступке в среду внести кварцевый песок и 1–2 г углекислого кальция (CaCO₃). Растирание производить до получения однородной массы, к которой прилить 10 см³ экстрагента (ацетон, этиловый спирт 70 %, хлороформ). К растертому материалу прилить еще 20 см³ экстрагента. Дать экстракту отстояться и профильтровать через бумажный фильтр (синяя лента) в коническую колбу. После этого в ступку прилить еще 20 см³ экстрагента, растереть и профильтровать, собирая фильтрат в ту же колбу. Данную процедуру повторить еще раз. Зафиксировать объем получившихся (суммарных) экстрактов.

Концентрацию хлорофиллов а и b и каротиноидов определить спектрофотометрическим методом. Для этого полученные экстракты налить в

кювету спектрофотометра. Во вторую кювету налить растворитель (ацетон, этиловый спирт 70 %, хлороформ) и использовать как контроль. Кюветы поместить в кюветную камеру спектрофотометра и определить оптическую плотность (А) вытяжки при длинах волн, соответствующих максимумам поглощения хлорофиллов и каротиноидов: для хлорофилла а – 662 нм, для хлорофилла b – 644 нм, для каротиноидов – 440,5 нм. Показания занести в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Результаты измерений оптической плотности экстрактов

Экстрагент	Масса навески, г	Объём экстракта, см ³	Оптическая плотность		
			A ₆₆₂	A ₆₄₄	A _{440,5}
Растительный объект 1					
70 % этанол					
ацетон					
Растительный объект 2					
70 % этанол					
ацетон					

Концентрацию пигментов (мкг/см³) в экстрактах рассчитать по формулам (1.1)–(1.4):

$$C_a = 9,784 \cdot A_{662} - 0,99 \cdot A_{644} \quad (1.1)$$

$$C_b = 21,426 \cdot A_{644} - 4,65 \cdot A_{662} \quad (1.2)$$

$$C_{a+b} = 5,134 \cdot A_{662} + 20,436 \cdot A_{644} \quad (1.3)$$

$$C_k = 4,695 \cdot A_{440,5} - 0,268 \cdot (C_a + C_b) \quad (1.4)$$

где A₆₆₂ – оптическая плотность экстракта при 662 нм; A₆₄₄ – оптическая плотность экстракта при 644 нм; A_{440,5} – оптическая плотность экстракта при 440,5 нм; C_a – концентрация хлорофилла а, мкг/см³; C_b – концентрация хлорофилла b, мкг/см³; C_k – концентрация каротиноидов, мкг/см³.

Содержание пигментов в образцах растительного сырья (мкг/г) рассчитать по формуле (1.5):

$$X = C \cdot V \cdot m \quad (1.5)$$

где C – концентрация пигмента в экстракте, мкг/см³; V – объём экстракта, см³; m – масса навески растительного сырья, г.

В случае разбавления экстракта содержание пигментов в образцах (мкг/г) рассчитать по формуле (1.6):

$$X_1 = C \cdot V \cdot V_2 / m \cdot V_1 \quad (1.6)$$

где C – концентрация пигмента, мкг/см³; V – объем исходного экстракта, см³; V_1 – объем экстракта, взятого для разбавления, см³; V_2 – объем разбавленного экстракта, см³; m – масса навески растительного образца, г.

3.2 Количественное определение ликопина в растительном сырье

Сущность метода состоит в переводе ликопина из проб растительного сырья в раствор путем растворения навески пробы в воде и дальнейшей экстракции смесью воды и ацетона с последующим определением содержания ликопина спектрофотометрическим методом.

Навеску анализируемой пробы растительного сырья 1–2 г поместить в мерную колбу вместимостью 100 см³, прилить 10 см³ воды. Колбу поместить в ультразвуковую баню на 5 мин. Смесь нагреть в ультразвуковой бане до 60 °С в течение 3–5 мин. Раствор охладить, довести объем раствора до метки ацетоном. Перенести 1 см³ раствора в мерную колбу вместимостью 50 см³ и довести объем раствора до метки смесью вода:ацетон (1:9), отфильтровать.

Измерить оптическую плотность исследуемого раствора на спектрофотометре в кювете с толщиной слоя 10 мм при длине волны 475 нм. В качестве раствора сравнения использовать смесь вода:ацетон (1:9).

Содержание ликопина (X , %) в процентах вычислить по формуле (1.7):

$$X = A \cdot 100 \cdot 50 / 14 \cdot 3220 \cdot 1 \cdot m, \quad (1.7)$$

где A – оптическая плотность исследуемого раствора при длине волны 475 нм; 14 3220 – удельный показатель поглощения ликопина в смеси вода:ацетон (1:9); m – масса навески, г; 100, 1, 50 – разведения, см³

3.3 Выделение антоцианов из растительного сырья

Изменение цвета экстрактов под действием кислот и щелочей 0,5–1 г растительного сырья поместить в пробирку. Залить 5 см³ воды и довести до кипения над пламенем спиртовки. Нагревание выше 70 °С приводит к разрушению мембран клеток. Антоцианы свободно выходят из клеток, окрашивая воду в розовый, синий или зеленоватый цвет. Отфильтровать раствор в чистую пробирку через бумажный фильтр.

Вместо кипячения растительный материал можно измельчить в ступке с небольшим количеством песка, и, добавив около 5 см³ воды, отфильтровать. Цвет раствора убеждает в том, что антоцианы – водорастворимые пигменты.

В чистую пробирку отлить 2–3 см³ вытяжки пигментов, добавить каплю разбавленной кислоты (1%-ной соляной, 6–9%-ной уксусной, 0,025%-ной лимонной). Если полученная вытяжка антоцианов имела первоначально буроватую окраску, то после добавления 1–2 капель кислоты она примет красивый розово-красный цвет. Изменения окраски связаны с перестройками в молекуле антоциана.

К окрасившемуся в розовый цвет раствору добавлять по каплям разбавленную щелочь (0,001%-ный раствор едкого натра) или немного, на самом кончике ножа, порошка пищевой соды. Розовая окраска исчезает.

Контролируя с помощью индикаторной бумаги изменение рН раствора, происходящее в результате постепенного добавления кислоты или щелочи, можно установить более точную зависимость цвета антоцианов от кислотности среды. Например, у краснокочанной капусты исходная вытяжка имеет красно-фиолетовый цвет. В сильноокислой среде (рН 2–3) она приобретает красный, а при рН 4–5 – розовый цвет. В результате нейтрализации розово-красный цвет изменяется сначала на синий (нейтральная среда, рН 6–7), затем на зеленый (рН 8), желто-зеленый (рН 9–10) и в сильнощелочной среде – на желтый (рН выше 10).

К зеленоватому или синему раствору добавить еще несколько капель кислоты. Наблюдается повторное появление красного окрашивания. Можно повторить весь цикл изменения окраски антоциановых растворов под действием кислот и щелочей несколько раз.

Вытяжка пигментов синих лепестков и листьев многих растений при добавлении щелочи окрашивается в зеленый цвет. Только у некоторых видов, например, у фиолетовых анютиных глазок, гибискуса (китайская роза), краснокочанной капусты раствор антоциана приобретает под действием щелочи довольно устойчивую сине-фиолетовую окраску. У василька синего голубая окраска устойчива даже в кислой среде (рН 4–6). Причина этого явления в том, что голубой и синий цвета появляются только в том случае, если молекула пигмента входит в состав сложного комплексного соединения с металлами (Fe, Ca, Mg и др.), углеводами, белками. У многих видов в процессе выделения пигментов из листьев происходит разрушение этого комплекса и утрата способности к проявлению голубого и синего цветов.

4 Контрольные вопросы

1. Дайте определение свободного радикала, активных форм кислорода и антиоксиданта.

2. В чем сущность свободнорадикальной теории старения?
3. Назовите ферменты антиоксидантной системы человека.
4. Какие пигменты относятся к каротиноидам?
5. В чем отличие хлорофилла а от хлорофилла b?
6. При каких длинах волн поглощают свет фотосинтетические пигменты?
7. Опишите закономерности изменения цвета антоциановых экстрактов в зависимости от рН среды. В чем химическая суть данных изменений?

Лабораторная работы № 2. Выделение алкалоидов из растительного сырья. Качественные реакции

1 Цель лабораторной работы

Сформировать умения и навыки по извлечению алкалоидов из растительного сырья, проведению качественных реакций и количественному анализу алкалоидов в разных видах растительного сырья.

2 Задание по лабораторной работе

- выделить алкалоиды в форме солей из растительного сырья (п. 3.1);
- провести качественные реакции на выделенные алкалоиды (п. 3.2);
- сформулировать рекомендации по применению алкалоидов при создании БАД к пище, определить направленность БАД.

3 Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы

Материалы и реактивы: растительное сырье на выбор из списка: чай черный листовой, перец стручковый, термопсис ланцетный (трава), чистотел большой (трава), барбарис обыкновенный (листья, корни), красавка обыкновенная (листья, трава, корни), паслен дольчатый (трава); 0,05%-ный раствор серной кислоты, диэтиловый эфир, безводный натрия сульфат, сулема (HgCl_2), уксусная кислота, йод кристаллический, йодид кадмия, натрия фосфат, азотная кислота, молибдат аммония, кремневольфрамовая кислота, фенолфталеин, метиловый оранжевый, метиленовый синий, 0,02 М раствор натрия гидроксида.

Оборудование, лабораторная посуда: колбы конические, колбы круглодонные, воронки делительные на 50 см³, воронки стеклянные, бумага фильтровальная, часовое стекло, баня водяная, мерные цилиндры.

3.1 Выделение алкалоидов в форме солей из растительного сырья

1,0 г сырья, измельченного и просеянного сквозь сито с диаметром отверстий 2 мм, поместить в колбу со шлифом, залить 25 см³ 1%-ного раствора кислоты хлористоводородной и нагреть на кипящей водяной бане в течение 30 мин, периодически помешивая. Охлажденное извлечение отфильтровать и использовать для проведения качественных реакций.

3.2 Проведение качественных реакций на выделенные алкалоиды

На предметное стекло поместить 2–3 капли кислого извлечения алкалоидов, полученного в задании 3.1, и добавить 1 каплю специального реактива. Наблюдать появление характерной окраски раствора.

1) Реакция с реактивом Майера (раствор дийодида ртути в йодиде калия: $\text{HgI}_2 + 2\text{KI} = \text{K}_2\text{HgI}_4$). Результат – белый или желтоватый осадок.

Приготовление реактива Майера: 1,358 г сулемы (HgCl_2) растворить в 60 мл воды, прилить раствор 5 г йодида калия в 10 см³ воды и разбавить водой до 100 см³.

2) Реакция с реактивами Вагнера, Бушарда (раствор йода в растворе йодида калия в различных концентрациях). Результат – бурый осадок.

Приготовление реактива Вагнера: 1,27 г йода растворить в 100 см³ 2%-ного водного раствора йодида калия.

Приготовление реактива Бушарда: 1 г йода растворить в 50 см³ 4 %-ного водного раствора йодида калия.

3) Реакция с реактивом Марме (раствор йодида кадмия в растворе йодида калия). Результат – беловатый или желтоватый осадок.

Приготовление реактива Марме: 10 г йодида кадмия растворить в 100 см³ 20%-ного горячего водного раствора йодида калия.

4) Реакция с раствором кремневольфрамовой кислоты. Результат – аморфные осадки белого, светло-желтого цвета.

Приготовление раствора кремневольфрамовой кислоты: 1 г кремневольфрамовой кислоты растворить в воде и довести водой до 100 см³.

5) Реакция с 0,1%-ным водным раствором танина. Результат – беловатый или желтоватый аморфный осадок.

Полученные результаты качественного определения алкалоидов в растительном сырье внести в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Результаты качественного определения алкалоидов в растительном сырье

Наименование растительного объекта	Результат качественной реакции (п. 3.2)				
	1	2	3	4	5
Объект 1					
Объект 2					

4 Контрольные вопросы

1. Дайте определение алкалоидов, приведите примеры.
2. В чем отличие истинных алкалоидов от псевдоалкалоидов?
3. На чем основана классификация истинных алкалоидов и псевдоалкалоидов?
4. Какими свойствами обладают алкалоиды? В чем заключается их физиологическое действие?
5. Опишите качественные реакции на алкалоиды.
6. Назовите методы количественного определения алкалоидов.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Согласно учебному плану дисциплины «Парафармацевтики в пищевой биотехнологии» направления подготовки 19.04.01 Биотехнология, студенты заочной формы обучения закрепляют изучаемый материал при выполнении контрольной работы.

Цель работы заключается в формировании у студентов систематизированных знаний в области изучения химической природы, свойств и видов парафармацевтиков, закрепление навыков технологических расчетов при разработке функциональных пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище.

В процессе работы над контрольной студент закрепляет навыки по пользованию специальной научной и справочной литературой, нормативной и технической документации.

Руководство контрольной работой осуществляется преподавателем дисциплины «Парафармацевтики в пищевой биотехнологии» и заключается в консультациях, контроле качества и хода поэтапного выполнения работы студентом.

Контрольная работа представляет собой расчетно-аналитическое задание, направленное на формирование профессиональных компетенций в области проектирования рецептур продуктов, обогащенных парафармацевтиками, с учетом физиологических норм потребления, технологических потерь и экономической эффективности.

Структура работы:

Часть 1. Теоретический блок (2 вопроса).

Часть 2. Расчетный блок (1 задача).

Часть 3. Аналитический блок (ситуационная задача).

Контрольная работа оформляется в письменном виде.

Примерный перечень тем для выполнения контрольной работы приведен в приложении А.

Пример выполнения контрольной работы

Часть 1. Теоретический блок

Вопрос 1. Методы инкапсуляции липофильных парафармацевтиков: сравнительная характеристика, преимущества и недостатки.

Инкапсуляция – процесс заключения активных веществ в оболочку (капсулу) для защиты от неблагоприятных факторов внешней среды, маскировки

вкуса и запаха, контроля высвобождения и повышения биодоступности.

Для липофильных парафармацевтиков (ПНЖК, витамины А, D, E, E, каротиноиды, коэнзим Q10) применяются следующие методы (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Методы

Метод	Принцип	Преимущества	Недостатки	Применение
Распылительная сушка	Распыление эмульсии в горячем воздухе, быстрое испарение растворителя	Высокая производительность, непрерывность, низкая стоимость	Высокая температура, окисление термолабильных веществ	Массовые продукты (сухие смеси, детское питание)
Экструзия	Продавливание расплава через фильеры и застывание в охлаждающей среде	Хорошая защита, узкое распределение частиц	Ограниченная производительность, высокие температуры	Добавки в масложировые продукты
Липосомы	Формирование бислойных везикул из фосфолипидов	Высокая биодоступность, имитация клеточных мембран	Низкая стабильность, высокая стоимость	Функциональные напитки, косметика
Комплексообразование с циклодекстринами	Включение гидрофобной молекулы в полость циклодекстрина	Повышение растворимости в воде, защита от света и кислорода	Высокая стоимость циклодекстринов, возможное снижение активности	Напитки, фармпрепараты
Коацервация	Разделение фаз полимеров с осаждением на каплях масла	Высокая эффективность инкапсуляции (до 99 %)	Сложность, использование органических растворителей	Ароматизаторы, жирорастворимые витамины

Вывод: выбор метода инкапсуляции определяется свойствами парафармацевтика, требуемой степенью защиты, целевой пищевой матрицей и экономической целесообразностью. Для обогащения водных продуктов (напитки, молочка) наиболее перспективны липосомы и комплексы с циклодекстринами, для сухих продуктов – распылительная сушка и экструзия.

Вопрос 2. Что такое парафармацевтики, и чем они отличаются от БАД и лекарственных средств?

Парафармацевтики – это особая категория биологически активных добавок (БАД), которые содержат вещества растительного, животного или микробного происхождения. Их основное назначение – профилактика заболеваний,

поддержка функциональной активности органов и систем организма, а также коррекция метаболических процессов. В отличие от нутрицевтиков (другой группы БАД), которые восполняют дефицит нутриентов (витаминов, минералов, аминокислот), парафармацевтики оказывают более целенаправленное действие на физиологические функции, например, улучшают работу сердечно-сосудистой, нервной или иммунной систем.

Основные отличия парафармацевтиков от лекарственных средств:

Состав и происхождение: парафармацевтики содержат натуральные или идентичные натуральным биологически активные вещества, полученные из растительного, животного или микробного сырья. Лекарственные средства часто содержат синтетические или химически выделенные действующие вещества.

Дозировка и механизм действия: суточная доза парафармацевтика не должна превышать разовую терапевтическую дозу соответствующего лекарственного средства. Их действие реализуется через инициацию адаптационных механизмов организма, а не через прямую фармакологическую активность, как у лекарств.

Цель применения: парафармацевтики используются для профилактики, поддержки здоровья и оптимизации функций организма в пределах физиологической нормы. Лекарственные средства предназначены для лечения, диагностики или предотвращения заболеваний, имеют конкретные терапевтические цели и проходят строгие клинические испытания.

Регуляторный статус: в России парафармацевтики, как и все БАД, не проходят обязательную сертификацию или декларирование каждой партии, в отличие от лекарственных средств, которые подлежат строгому контролю качества и безопасности.

Побочные эффекты и противопоказания: парафармацевтики, как правило, имеют меньше побочных эффектов и противопоказаний, чем лекарственные средства, но индивидуальная непереносимость компонентов возможна.

Отличия парафармацевтиков от других БАД (нутрицевтиков):

Нутрицевтики восполняют дефицит нутриентов (витаминов, минералов, аминокислот).

Парафармацевтики содержат биологически активные вещества, оказывающие целенаправленное действие на физиологические функции организма (например, адаптогены, антиоксиданты, иммуномодуляторы).

Таким образом, парафармацевтики занимают промежуточное положение между пищевыми продуктами и лекарственными средствами, сочетая в себе свойства обоих, но не являясь ни тем, ни другим в полной мере.

Часть 2. Расчетный блок (задача)

Рассчитайте количество сухого экстракта зеленого чая (содержание катехинов 25 %), необходимое для введения в рецептуру питьевого йогурта (объем порции 200 мл) с целью обеспечения 30 % от ориентировочной суточной нормы

флавоноидов (250 мг/сут). Технологические потери катехинов на стадиях пастеризации и сквашивания составляют 15 %. Плотность йогурта принять 1,03 г/мл.

Дано

Решение

1. Рассчитаем массу порции йогурта:

$$m_{\text{порции}} = V \cdot \rho = 200 \text{ мл} \cdot 1,03 \text{ г/мл} = 206 \text{ г}$$

Объем порции йогурта (V) – 200 мл

Плотность йогурта (ρ) – 1,03 г/мл

Целевой уровень обогащения – 30 % от суточной нормы флавоноидов

Ориентировочная суточная норма флавоноидов – 250 мг/сут

Содержание катехинов в экстракте ($C_{\text{экст}}$) – 25 % (0,25)

Технологические потери (Π) – 15 % (0,15)

Найти: массу экстракта на порцию.

2. Рассчитаем необходимое количество катехинов в порции с учетом потерь:

Целевое содержание катехинов в готовом продукте (без учета потерь):

$$m_{\text{кат.цел}} = 250 \text{ мг/сут} \cdot 0,30 = 75 \text{ мг}$$

Для компенсации потерь (15 % теряется) в продукт нужно внести больше:

$$m_{\text{кат.вносимое}} = m_{\text{кат.цел}} / (1 - (\Pi/100)) = 75 / (1 - 0,15) = 88,24 \text{ мг}$$

3. Рассчитаем массу экстракта, содержащую 88,24 мг катехинов:

$$m_{\text{экст.}} = m_{\text{кат.вносимое}} / C_{\text{экст}} = 88,24 \text{ мг} / 0,25 = 352,94 \text{ мг}$$

4. Переведем в граммы и проверим дозировку на порцию:

$$m_{\text{экст.}} = 0,353 \text{ г на порцию } 206 \text{ г}$$

В пересчете на 100 г продукта:

$$m_{\text{экст на } 100\text{г}} = (0,353 \cdot 100) / 206 = 0,171 \text{ г/100г}$$

Ответ: для обеспечения 30 % от суточной нормы флавоноидов в порции йогурта 200 мл с учетом потерь необходимо вносить **0,353 г** сухого экстракта зеленого чая на порцию или 0,171 г на 100 г продукта.

Часть 3. Ситуационная задача

Предложите технологическую схему производства желеинового мармелада, обогащенного витамином С, с учетом потерь аскорбиновой кислоты при нагревании. Обоснуйте стадию внесения витамина.

Аскорбиновая кислота (витамин С) является термолабильным и окисляемым соединением. При нагревании в присутствии кислорода она быстро деградирует. Потери витамина С при варке мармеладной массы могут достигать 30–60 % в зависимости от температуры и продолжительности нагрева.

Таблица 3.2 – Возможные варианты внесения

Стадия внесения	Преимущества	Недостатки	Потери
В начале варки	Равномерное распределение	Максимальные тепловые потери (до 60 %)	Высокие
В конце варки (за 5–10 мин до окончания)	Меньшее время нагрева	Частичное разрушение, возможна неравномерность	Средние (30–40 %)
После варки, перед разливом	Минимальные тепловые потери	Трудность растворения в густой массе, риск неравномерности	Низкие (10–15 %)
После охлаждения (опрыскивание)	Отсутствие нагрева	Только поверхностное внесение, неравномерность	Минимальные (до 5 %)
Инкапсулированная форма	Защита от нагрева и окисления	Дополнительные затраты	Очень низкие (до 10 %)

Оптимальное решение внесение витамина С в конце варки, после снятия массы с огня, но до разлива в формы, с использованием инкапсулированной или стабилизированной формы.

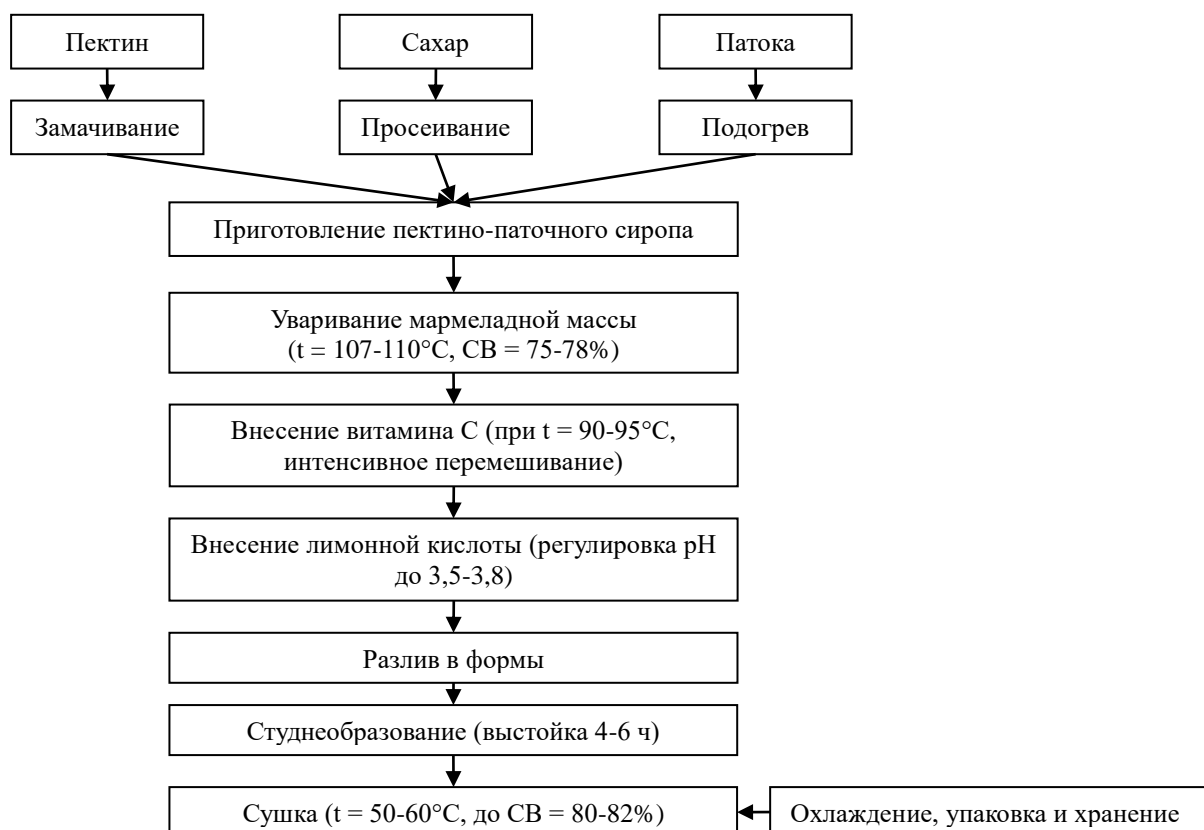


Рисунок 1 – Технологическая схема

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЭКЗАМЕНА

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К экзамену допускаются студенты:

- защитившие все лабораторные работы и получившие допуск;
- получившие положительную оценку по контрольной работе.

Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену приведен в приложении Б.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Байдалинова, Л. С. Природные антиоксиданты флавоноидной природы в технологии мясных полуфабрикатов: монография / Л. С. Байдалинова, Я. И. Шарыгина; Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград: КГТУ, 2012. – 236 с. – ISBN 978-5-94826-343-4.
2. Биотехнология морепродуктов: учебник / Л. С. Байдалинова [и др.]; Федер. агентство по рыболовству. – Москва: Мир, 2006. – 560 с. – ISBN 5-03-003769-1.
3. Дышлюк, Л. С. Парафармацевтики в пищевой биотехнологии: учеб.-методич. пособие по лабораторным работам для студ. магистратуры по напр. подгот. 19.04.01 Биотехнология / Л. С. Дышлюк. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 71 с.
4. Общая биотехнология: учебник / В. В. Ревин, Н. А. Атыкян, Е. В. Лияськина [и др.]; под общ. ред. акад. А. И. Мирошникова. – 3-е изд., доп. и перераб. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2019. – 416 с.
5. Позняковский, В. М. Пищевые ингредиенты и биологически активные добавки: учебник / В. М. Позняковский, О. В. Чугунова, М. Ю. Тамова; под общ. ред. В.М. Позняковского. – Москва: ИНФРА-М, 2025. – 143 с. – ISBN 978-5-16-018637-5.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Часть 1 – Теоретические вопросы

1. Особенности валидации методик количественного определения парафармацевтиков в сложных пищевых матрицах.
2. Кинетика деградации термолабильных парафармацевтиков в процессе тепловой обработки. Уравнение Аррениуса, энергия активации.
3. Факторы, влияющие на биодоступность минеральных веществ в составе обогащенных продуктов.
4. Математическое моделирование при разработке рецептур функциональных продуктов. Метод линейного программирования.
5. Сорбционные свойства пищевых волокон и их влияние на доступность других нутриентов.
6. Взаимодействие парафармацевтиков с компонентами пищевой матрицы (белки, липиды, углеводы).
7. Проблема стабильности пробиотических микроорганизмов в составе пищевых продуктов. Криопротекторы и лиопротекторы.
8. Регулирование содержания парафармацевтиков с помощью мембранных методов разделения.
9. Токсикологическая оценка безопасности парафармацевтиков. Расчет максимально допустимой суточной дозы.
10. Энзиматические методы модификации парафармацевтиков для повышения биодоступности.
11. Каковы основные цели и задачи использования парафармацевтиков в пищевой биотехнологии?
12. Какие основные нормативные документы регулируют использование парафармацевтиков в пищевой промышленности в РФ?
13. Какие требования предъявляются к парафармацевтикам, используемым в детском питании?
14. Каковы основные преимущества и недостатки использования парафармацевтиков в пищевой промышленности?
15. Какова роль парафармацевтиков в создании функциональных пищевых продуктов?
16. Что такое пробиотики, и какие штаммы бактерий наиболее часто используются в пищевой промышленности?
17. Каковы механизмы действия пробиотиков в организме человека?
18. Какие факторы влияют на выживаемость пробиотиков в пищевых продуктах и желудочно-кишечном тракте?

19. Какие продукты содержат пребиотики, и как их можно использовать для обогащения пищевых продуктов?

20. Какие существуют синбиотические продукты (сочетание пробиотиков и пребиотиков), и каковы их преимущества?

Часть 2 – Расчетный блок

1. Рассчитайте количество йодказеина (содержание йода 8 %), необходимое для обогащения 1 т пшеничного хлеба. Целевой уровень обогащения – 25 % от суточной потребности в йоде (150 мкг/сут.) в 100 г готового продукта. Потери йода при выпечке составляют 30 %. Выход хлеба – 135 % от массы муки.

2. Рассчитайте рецептуру сухой смеси для производства 100 кг обогащенного напитка с содержанием пищевых волокон 3 % и витамина С 50 мг/100 г. В наличии имеются следующие ингредиенты: инулин (содержание пищевых волокон 95 %), аскорбиновая кислота (чистота 99 %), сахар, лимонная кислота, ароматизатор. Составьте материальный баланс.

3. Антиоксидантная активность экстракта розмарина, определенная методом DPPH, составляет 85 % ингибирования в растворе концентрацией 100 мкг/мл. Рассчитайте, сколько экстракта розмарина необходимо добавить в растительное масло (100 кг), чтобы достичь такой же антиоксидантной активности в пересчете на стандартный образец. Молярная масса DPPH – 394 г/моль, коэффициент экстинкции – $1,2 \cdot 10^4 \text{ M}^{-1} \text{ см}^{-1}$, длина кюветы – 1 см.

4. В 1 г лиофилизированной закваски содержится $1 \cdot 10^{10}$ КОЕ пробиотических бактерий. Для получения терапевтического эффекта в 1 мл готового продукта должно содержаться не менее $1 \cdot 10^7$ КОЕ. Рассчитайте минимальное количество закваски (г) для производства 1000 л продукта. Учтите, что при хранении в течение срока годности количество жизнеспособных клеток снижается на 1 log (90 %).

5. Для экстракта гинкго билоба установлена максимально недействующая доза (NOAEL) – 100 мг/кг массы тела в сутки в исследованиях на крысах. Рассчитайте максимальную допустимую суточную дозу для человека массой 70 кг с использованием коэффициента запаса 100. Сравните с типичной рекомендуемой дозой 120 мг/сут. Сделайте вывод о безопасности.

6. При гидролизе казеина получен гидролизат, содержащий 15 % биоактивных пептидов со средней молекулярной массой 800 Да. Степень гидролиза (отношение числа разорванных пептидных связей к общему числу связей) составила 18%. Рассчитайте, сколько пептидных связей в среднем приходилось на одну молекулу исходного казеина, если средняя молекулярная масса аминокислоты 110 Да.

7. Содержание 20-гидроксиэкдизона в корнях рапontiкума сафлоровидного составляет 0,8 %. После экстракции 70 % этанолом и сушки

получен экстракт с содержанием экидистерона 5 %. Рассчитайте выход экстракта из 100 кг сырья и эффективность извлечения (коэффициент концентрирования).

8. В 1 таблетке БАД массой 500 мг содержится 200 мг экстракта гарцинии камбоджийской с содержанием гидроксимилимонной кислоты (НСА) 50 %. Рекомендуемая суточная доза – 2 таблетки 3 раза в день. Рассчитайте суточное потребление НСА. Соответствует ли оно терапевтически эффективной дозе (1500–2000 мг/сут.)? Если нет, предложите корректировку.

9. Рассчитайте количество селена содержащей добавки (селенопиран, содержание селена 2,5 %), необходимое для обогащения 500 кг пшенично-ржаного хлеба. Целевой уровень обогащения – 30 % от суточной потребности в селене (70 мкг/сут.) в 100 г готового продукта. Потери селена при выпечке составляют 15 %. Выход хлеба – 145 % от массы муки. Мука используется в соотношении пшеничная : ржаная = 70:30.

10. Рассчитайте количество фолиевой кислоты (витамин В9, чистка 98 %), необходимое для обогащения 800 кг ржаного хлеба. Целевой уровень обогащения – 50 % от суточной потребности в фолиевой кислоте (400 мкг/сут.) в 100 г готового продукта. Потери фолиевой кислоты при выпечке составляют 40 %. Выход хлеба – 160 % от массы муки. Дополнительно учесть, что содержание природных фолатов в ржаной муке составляет 55 мкг/100 г муки, а сохранность природных фолатов при выпечке – 60 %.

Часть 3 – Ситуационная задача

1. Разработайте рецептуру детского творожка для питания детей старше одного года, обогащенного кальцием и витамином D. Укажите форму вносимых добавок (цитрат кальция, холекальциферол) и рассчитайте их количество на 100 г продукта, обеспечивающее 30 % от суточной нормы для детей 1–3 лет.

2. Предложите метод стабилизации антоцианов черники при производстве фруктового йогурта. Рассчитайте необходимое количество экстракта черники (содержание антоцианов 4 %) для получения целевого содержания 50 мг антоцианов на порцию 150 г с учетом потерь 25 %.

3. Разработайте рецептуру напитка для спортсменов с антиоксидантным комплексом (витамины С, Е, селен). Рассчитайте содержание каждого компонента в порции 500 мл, обеспечивающее 50 % от суточной нормы. Укажите возможные синергетические эффекты.

4. Предложите технологию получения синбиотического кисломолочного продукта, сочетающего пробиотик *Lactobacillus rhamnosus* и пребиотик инулин. Обоснуйте концентрацию инулина (г/100 мл), обеспечивающую пребиотический эффект. Рассчитайте массу инулина для производства 500 кг продукта.

5. Разработайте состав капсулы для БАД, содержащей комбинацию жирорастворимых (витамины А, D, E) и водорастворимых (витамины группы В) компонентов. Предложите технологическое решение для их совместного включения. Рассчитайте массу каждого компонента для одной капсулы массой 500 мг.

6. Предложите технологию получения нанокапсулированного β -каротина для обогащения напитков. Рассчитайте количество нанокапсульного концентрата (содержание β -каротина 5 %) для получения 1000 л напитка с содержанием β -каротина 2 мг/100 мл.

7. Разработайте этикетку для функционального напитка, содержащего экстракт эхинацеи и витамин С. Сформулируйте разрешенные утверждения о пользе в соответствии с требованиями законодательства РФ.

8. Сравните эффективность экстракции экидистерона из растительного сырья традиционным методом (70 % этанол, 60 °С, 3 ч) и методом субкритической воды (150 °С, 30 мин). Рассчитайте энергозатраты и качественные показатели для каждого метода.

9. Разработайте методику ВЭЖХ-анализа для одновременного определения кофеина, таурина и витаминов группы В в энергетическом напитке. Укажите тип колонки, подвижную фазу, детектор и условия хроматографирования. Рассчитайте ожидаемое время удерживания каждого компонента.

10. Разработайте рецептуру детского фруктового пюре (яблочно-абрикосовое) для питания детей старше 6 месяцев, обогащенного железом и витамином С. Укажите форму вносимых добавок (железа (II) сульфат гептагидрат, аскорбиновая кислота) и рассчитайте их количество на 100 г готового продукта, обеспечивающее 40 % от суточной нормы для детей 6–12 месяцев.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

1. Роль пищевых продуктов, биологически активных веществ (БАВ) и биологически активных добавок (БАД) в профилактике заболеваний и сохранении здоровья человека. Сравнительный анализ с лекарственными средствами.

2. Классификация БАД: нутрицевтики, парафармацевтики, пробиотики. Нормативно-правовая база (СанПиН 2.3.2.1078-01, реестр БАД РФ). Отличия от лекарственных препаратов.

3. Механизмы действия нутрицевтиков и парафармацевтиков на метаболические процессы организма. Примеры клинических и экспериментальных исследований.

4. Окислительные процессы в пищевых продуктах: причины, механизмы (перекисное окисление липидов, образование свободных радикалов). Последствия для качества и безопасности пищи.

5. Антиоксиданты и их синергисты, разрешённые для использования в пищевой промышленности (Е-добавки). Механизмы действия, нормативные ограничения.

6. Натуральные антиоксиданты: источники, химическая структура, механизмы антиоксидантной активности. Примеры применения в технологии пищевых продуктов.

7. Флавоноиды: классификация, строение, биохимические и фармакологические свойства. Роль в профилактике хронических заболеваний.

8. Технологии выделения и применения антиоксидантов растительного происхождения в пищевой промышленности. Примеры коммерческих препаратов.

9. Классификация биополимеров-структурообразователей (полисахариды, белки, нуклеиновые кислоты). Их роль в формировании текстуры и функциональных свойств пищевых продуктов.

10. Полисахариды бурых и красных водорослей (альгинаты, агар, каррагинан): строение, технология получения, применение в пищевой промышленности.

11. Пектиновые вещества: источники, технология экстракции, применение в производстве функциональных продуктов питания.

12. Хитин, хитозан, глюкозамин: биохимические свойства, технологии получения, применение в пищевой и фармацевтической промышленности.

13. Биохимические основы метаболизма биополимеров-структурообразователей в организме человека. Влияние на микробиом и иммунную систему.

14. Нуклеиновые кислоты: строение, источники, технологии выделения и применения в пищевой промышленности. Перспективы использования в функциональном питании.

15. Биохимические и фармакологические аспекты действия нуклеиновых кислот на организм человека. Роль в регуляции метаболизма и иммунитета.

16. Алкалоиды: классификация, химическое строение, источники (атропин, хинин, кофеин, теобромин, папаверин и др.). Технологии выделения и применения в фармации.

17. Биохимические и фармакологические эффекты алкалоидов на организм человека. Механизмы действия, токсикологические аспекты.

18. Органические кислоты (янтарная, лимонная, фумаровая, яблочная, парааминобензойная): строение, источники, технологии получения и применения в пищевой промышленности.

19. Биохимические и фармакологические аспекты действия органических кислот на метаболические процессы организма. Примеры клинических исследований.

20. Таурин, убихинон, орнитин, индол, карнитин: биохимическая роль, источники, технологии получения и применения в функциональном питании и фармации.

Локальный электронный методический материал

Анастасия Дмитриевна Сушина
Наталья Юрьевна Ключко
Любовь Сергеевна Дышлюк

ПАРАФАРМАЦЕВТИКИ В ПИЩЕВОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

Редактор С. Кондрашова
Корректор Т. Звада

Уч.-изд. л. 2,6. Печ. л. 2,3.

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
236024, Калининград, Советский проспект, 1