

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

Е. С. Землякова, Л. С. Дышлюк

**ПРОМЫШЛЕННЫЕ И ИННОВАЦИОННЫЕ
БИОТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ИЗ СЫРЬЯ
РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

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»
2023

УДК 664.4

Рецензент

кандидат технических наук, доцент, зам. директора института агроинженерии
пищевых систем ФГБОУ ВО «КГТУ» по основной образовательной
деятельности, доцент кафедры технологии продуктов питания
М. Н. Альшевская

Землякова, Е. С.

Промышленные и инновационные биотехнологии продуктов из сырья растительного происхождения: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студ. магистратуры по направлению подготовки 19.04.01 Биотехнология (профиль программы «Пищевая биотехнология») / Е. С. Землякова, Л. С. Дышлюк. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 36 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Промышленные и инновационные биотехнологии продуктов из сырья растительного происхождения» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие план лекции по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля; методические рекомендации по подготовке к лабораторным работам, по организации самостоятельной подготовки студентов, по проведению экзамена для направления подготовки Биотехнология, магистратура, форма обучения очная.

Табл. 2, список лит. – 17 наименований

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой пищевой биотехнологии 23 сентября 2023 г., протокол № 1

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 апреля 2023 г., протокол № 4

УДК 664. 4

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2023 г.
© Землякова Е. С., Дышлюк Л. С.,
2023 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	7
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ	18
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА	22
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЭКЗАМЕНА	24
ГЛОССАРИЙ.....	26
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	29
ПРИЛОЖЕНИЯ	31
ПРИЛОЖЕНИЕ А	31
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	33

ВВЕДЕНИЕ

XXI век по праву считается временем наук о жизни, когда биотехнологии начинают играть все возрастающую роль в защите окружающей среды, создании новых материалов, повышении продуктивности сельского хозяйства, улучшении качества жизни в целом. Мир стремительно идет к новому экономическому укладу, основанному на использовании возобновляемого сырья, к построению биоэкономики.

По оценкам экспертов, мировой рынок биотехнологической продукции в 2025 году достигнет уровня в 2 трлн. долларов США, темпы роста по отдельным сегментам рынка при этом варьируются в пределах от 5 до 30 % ежегодно. Доля России на рынке биотехнологической продукции составляет на сегодняшний день менее 0,1 %, а по ряду сегментов (биоразлагаемые материалы, биотопливо) практически равна нулю.

Перспективным сырьем для биотехнологических производств является растительное сырье. Основные тенденции развития инновационных биотехнологий переработки растительного сырья отражены в стратегической программе исследований Технологической платформы БиоТех2030 (<http://biotech2030.ru/>), а также в дорожной карте рынка Фуднет (<https://nti2035.ru/markets/foodnet>) Национальной технологической инициативы (НТИ).

БиоТех2030 – это форма реализации института частно-государственного партнерства и инструмент осуществления научно-технической и инновационной политики на приоритетном направлении технологической модернизации российской экономики в области биотехнологий. Целью ТП «БиоТех2030» является создание в Российской Федерации современной биоиндустрии, обеспечивающей вклад в ВВП, сопоставимый с ведущими экономиками мира (до 3 %).

Технологические направления деятельности платформы БиоТех2030 нацелены на использование возобновляемых источников биомассы для целей рационального и устойчивого промышленного производства и энергообеспечения при снижении вредного воздействия на окружающую среду:

- биотехнологии переработки возобновляемого сырья;
- возобновляемые биомассы как сырьевую базу химической промышленности и тяжелого органического синтеза;
- геномные и постгеномные технологии, методы биоинженерии, клеточные технологии для создания новых продуктов (биореагентов, биоматериалов, биотоплив) и биопроцессов;
- биокаталитические и биосинтетические технологии;
- биотехнологии производства новых видов пищевых продуктов, и продовольственного сырья, функциональных пищевых продуктов,

диетических (лечебных и профилактических) продуктов, мониторинга качества и безопасности пищи;

- биотехнологии переработки и утилизации отходов промышленности и сельского хозяйства, охраны окружающей среды;
- информационные системы дистанционного мониторинга для оценки растительных ресурсов;
- агrobiотехнологии.

Основными сегментами рынка BioTech2030, затрагивающими растительное сырье, являются: сельскохозяйственные биотехнологии (производство кормов для животных, производство, переработка и хранение сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, биологические средства защиты растений), пищевые биотехнологии (пищевой белок, пребиотические ингредиенты, ГМО), природоохранные (экологические) биотехнологии (биотехнологическая переработка отходов растениеводства), биотехнологии для лесного сектора (биорефайнинг).

Предметом работы рынка Фуднет является формирование глобально конкурентоспособной российской «пищевой индустрии-4.0» – новых производственных, логистических и сбытовых решений, основанных на цифровизации, сетевых рыночных моделях, кастомизации продуктов и услуг, биотехнологиях и ресурсоэффективности. Основными сегментами рынка Фуднет, связанными с переработкой растительного сырья, являются: альтернативные источники сырья и пищи, персонализированное и специализированное питание, умное и высокопродуктивное сельское хозяйство, биологизированное и органическое сельское хозяйство.

Целью освоения дисциплины «Промышленные и инновационные биотехнологии продуктов из сырья растительного происхождения» является формирование у студентов систематизированных знаний в области прогрессивных технологий переработки сырья растительного происхождения, а также воспитание у студентов устойчивых навыков самостоятельной научно-исследовательской работы.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение основных понятий, методов и приемов создания промышленных и инновационных биотехнологий продуктов из сырья растительного происхождения;
- приобретение навыков разработки и апробации биотехнологий продуктов из сырья растительного происхождения;
- формирование базовых знаний, умений и навыков для успешного (в т.ч. самостоятельного) освоения различных биотехнологических продуктов из сырья растительного происхождения.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

– основные технологии производства пищевой продукции из сырья растительного происхождения;

– принципы создания и внедрения инновационных биотехнологий пищевых продуктов из сырья растительного происхождения;

уметь:

– использовать в практике знания о зарубежных и отечественных биотехнологиях производства промышленных и инновационных продуктов питания из растительного сырья;

владеть:

– навыками управления промышленными процессами производства инновационных продуктов питания из растительного сырья.

Для успешного освоения дисциплины «Промышленные и инновационные биотехнологии продуктов из сырья растительного происхождения» студент должен активно работать на лекционных и лабораторных занятиях, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) предусмотрены тестовые задания по отдельным темам и контрольные вопросы по лабораторным занятиям. Тестирование обучающихся проводится на лекционных занятиях после изучения соответствующих тем. Тестовое задание предусматривает выбор правильного ответа на поставленный вопрос из предлагаемых вариантов ответа. Перед проведением тестирования преподаватель знакомит студентов с вопросами теста, а после проведения тестирования проводит анализ его работы.

Критерии оценки выполнения заданий в тестовой форме.

По итогам выполнения тестовых заданий оценка выставляется по пятибалльной шкале в следующем порядке при правильных ответах на:

– 85–100 % заданий – оценка «5» (отлично);

– 70–84 % заданий – оценка «4» (хорошо);

– 51–69 % заданий – оценка «3» (удовлетворительно);

– менее 50 % – оценка «2» (неудовлетворительно).

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен. К экзамену допускаются студенты:

– получившие положительные оценки по тестированиям;

– получившие положительные оценки по результатам защиты лабораторных работ.

Для успешного освоения дисциплины «Промышленные и инновационные биотехнологии продуктов из сырья растительного происхождения» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, вопросы для самоконтроля.

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Промышленные и инновационные биотехнологии продуктов из сырья растительного происхождения», студент должен научиться работать на лекциях, лабораторных занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность. В начале лекции необходимо уяснить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать, отмечать наиболее существенную информацию и кратко ее конспектировать; сравнивать то, что услышано на лекции с прочитанным и усвоенным ранее материалом, укладывать новую информацию в собственную, уже имеющуюся, систему знаний. По ходу лекции необходимо подчеркивать новые термины, определения, устанавливать их взаимосвязь с изученными ранее понятиями. На лекциях рассматриваются основные понятия и определения по дисциплине, важнейшие тенденции развития биотехнологий продуктов из сырья растительного происхождения, изучаются промышленные и инновационные методы экстракции растительного сырья, а также фракционирования и очистки растительных экстрактов, промышленные и инновационные методы получения белка из растительного сырья, биотехнология растений, инновационные методы получения биоразлагаемых полимеров на основе растительного сырья, технологии применения биологически активных веществ растений в производстве продуктов функционального назначения и БАД.

Тематический план лекционных занятий представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Объем (трудоемкость освоения) и структура лекционных занятий

Номер темы	Содержание лекционного занятия	Кол-во часов лекционных занятий
1	Важнейшие тенденции развития биотехнологий продуктов из сырья растительного происхождения	2
2	Промышленные и инновационные методы экстракции растительного сырья	2
3	Промышленные и инновационные методы фракционирования и очистки растительных экстрактов	2
4	Промышленные и инновационные методы получения белка на основе растительного сырья	2

Номер темы	Содержание лекционного занятия	Кол-во часов лекционных занятий
5	Биотехнология растений: проблемы и перспективы развития	2
6	Применение биологически активных веществ растений в производстве продуктов функционального назначения и БАД	2
7	Биоразлагаемые полимеры из растительного сырья	2
Итого		14

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. Важнейшие тенденции развития биотехнологий продуктов из сырья растительного происхождения

Ключевые вопросы темы

1. Тенденции развития биотехнологий продуктов из сырья растительного происхождения согласно ТП Биотех-2030.
2. Национальная технологическая инициатива и рынки FoodNet и MariNet. Сегменты рынка FoodNet/Foodtech.

Ключевые понятия: пищевая биотехнология, сельскохозяйственная биотехнология, экобиотехнология, альтернативные источники белка, компоненты кормов, пребиотики, ГМ-растения.

Методические рекомендации

Первая тема курса дисциплины «Важнейшие тенденции развития биотехнологий продуктов из сырья растительного происхождения» позволит обучающимся получить представление о современных тенденциях развития биотехнологий продуктов из сырья растительного происхождения. В первом вопросе рассматриваются технологические направления деятельности технологической платформы БиoТех2030, сегменты рынка БиoТех2030, связанные с переработкой растительного сырья: пищевая биотехнология, сельскохозяйственная биотехнология, экологическая биотехнология, биотехнология для лесного сектора.

При изучении второго вопроса обучающиеся знакомятся со сферой деятельности Национальной технологической инициативы и рынков FoodNet и MariNet, а также с сегментами рынка FoodNet/Foodtech, связанными с переработкой растительного сырья: альтернативные источники сырья и пищи, персонализированное и специализированное питание, умное и высокопродуктивное сельское хозяйство, биологизированное и органическое сельское хозяйство.

Вопросы для самоконтроля

1. Опишите основные тенденции развития биотехнологий продуктов из сырья растительного происхождения согласно ТП Биотех-2030.
2. Дайте определение сельскохозяйственных биотехнологий. Опишите принципы получения компонентов кормов на растительной основе.
3. В чем заключается биотехнологическая переработка растительных отходов?
4. Назовите основные направления пищевой биотехнологии.
5. Какое растительное сырье может быть использовано для получения альтернативного белка?
6. Какое растительное сырье может быть использовано для получения пребиотических ингредиентов?
7. Дайте определение генно-модифицированных растений (в том числе новых сортов, «биофабрик» по производству рекомбинантного белка).
8. Что представляет собой растительное мясо? Какие технологии применяются для его создания?
9. Опишите Национальную технологическую инициативу и рынок FoodNet. Назовите сегменты рынка FoodNet/Foodtech.

Тема 2. Промышленные и инновационные методы экстракции растительного сырья

Ключевые вопросы темы

1. Классификация методов экстракции. Этапы экстрагирования. Факторы, влияющие на эффективность экстракции. Традиционные методы экстракции: статические и динамические, непрерывные и периодические.

2. Современные методы экстракции: сверхкритическая флюидная экстракция, субкритическая водная экстракция, микроволновая экстракция, ультразвуковая экстракция, жидкостная экстракция под давлением, экстракция с применением ферментов. Антиоксидантная активность экстрактов растений.

Ключевые понятия: экстракция, экстрагент, диффузия, массообмен, гидромодуль, мацерация, перколяция, сверхкритический флюид, гидродистилляция, микроволновая экстракция, ультразвуковая экстракция.

Методические рекомендации

В первом вопросе рассматривается общее понятие экстракции, этапы экстрагирования, факторы, влияющие на эффективность экстракции. Необходимо сделать акцент на классификацию методов экстракции: традиционные и современные, статические и динамические, непрерывные и периодические. Рассматриваются традиционные методы экстракции: мацерация, ремацерация, перколяция, реперколяция, непрерывное экстрагирование, циркуляция.

Вторая тема посвящена знакомству с закономерностями современных методов экстракции: сверхкритическая флюидная экстракция; гидродистилляция, пародистилляция, гидропародистилляция; микроволновая экстракция; ультразвуковая экстракция; экстракция с применением ферментов; жидкостная экстракция под давлением; механохимическая экстракция. Кроме того, во второй теме обучающиеся знакомятся с антиоксидантными свойствами растений, структурой, свойствами и классификацией растительных антиоксидантов, применением антиоксидантов в производстве БАД и продуктов питания, в том числе функционального и специализированного назначения.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение экстракции. Назовите этапы процесса экстрагирования и факторы, влияющие на процесс экстрагирования.
2. Приведите классификацию методов экстракции. Опишите статические и динамические методы; непрерывные и периодические способы.
3. Опишите принцип, аппаратное оснащение, преимущества и недостатки мацерации и ремацерации.
4. Опишите принцип, аппаратное оснащение, преимущества и недостатки перколяции и реперколяции.
5. Опишите принцип, аппаратное оснащение, преимущества и недостатки противоточного экстрагирования.
6. Опишите принцип, аппаратное оснащение, преимущества и недостатки циркуляционного экстрагирования.
7. Опишите принцип, аппаратное оснащение, преимущества и недостатки сверхкритической флюидной экстракции (SFE).
8. Опишите принцип, аппаратное оснащение, преимущества и недостатки гидродистилляции, пародистилляции, гидропародистилляции.
9. Опишите принцип, аппаратное оснащение, преимущества и недостатки микроволновой экстракции (MAE).
10. Опишите принцип, аппаратное оснащение, преимущества и недостатки ультразвуковой экстракции (UAE).
11. Опишите принцип, аппаратное оснащение, преимущества и недостатки экстракции с применением ферментов (EAE).

12. Опишите принцип, аппаратное оснащение, преимущества и недостатки жидкостной экстракции под давлением (PLE).
13. Опишите принцип, аппаратное оснащение, преимущества и недостатки механохимической экстракции (МСАЕ).
14. Опишите структуру и свойства растительных антиоксидантов.
15. Какие методы определения антиоксидантной активности растительных экстрактов вы знаете?
16. Опишите направления применения антиоксидантов в пищевой промышленности.

Тема 3. Промышленные и инновационные методы фракционирования и очистки растительных экстрактов

Ключевые вопросы темы

1. Хроматографические методы фракционирования и очистки растительных экстрактов.
2. Другие методы фракционирования и очистки растительных экстрактов.

Ключевые понятия: фракционирование, препаративная хроматография, ионная жидкость, мембранное разделение, микрофльтрация, ультрафльтрация, нанофльтрация.

Методические рекомендации

В первом вопросе рассматривается общая классификация методов фракционирования и очистки растительных экстрактов. Студенты знакомятся с общими принципами и аппаратным оснащением таких видов хроматографии, как колоночная, тонкослойная, высокоскоростная противоточная, высокоэффективная препаративная жидкостная (ВЭЖХ), препаративная сверхкритическая флюидная хроматография, получают сведения о преимуществах и недостатках каждого вида хроматографии.

Вторая тема направлена на знакомство с закономерностями других методов фракционирования и очистки растительных экстрактов, к которым относятся разделение биоактивных веществ с использованием ионной жидкости и мембранные (микрофльтрация, ультрафльтрация, нанофльтрация) технологии разделения.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие методы фракционирования и очистки растительных экстрактов вы знаете?
2. Опишите сущность колоночной хроматографии, параметры, аппаратное оснащение, преимущества и недостатки.

3. Опишите сущность тонкослойной хроматографии (ТСХ), параметры, аппаратное оснащение, преимущества и недостатки.
4. Опишите сущность высокоскоростной противоточной хроматографии, параметры, аппаратное оснащение, преимущества и недостатки.
5. Опишите сущность высокоэффективной препаративной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), параметры, аппаратное оснащение, преимущества и недостатки.
6. Опишите сущность препаративной сверхкритической флюидной хроматографии, параметры, аппаратное оснащение, преимущества и недостатки.
7. В чем заключается метод разделения биоактивных веществ с использованием ионной жидкости? Каковы параметры процесса, необходимое аппаратное оснащение? Назовите преимущества и недостатки метода.
8. В чем заключается технология мембранного разделения? Каковы параметры процесса, необходимое аппаратное оснащение? Назовите преимущества и недостатки метода.

Тема 4. Промышленные и инновационные методы получения белка на основе растительного сырья

Ключевые вопросы темы

1. Технологии получения белка путем глубокой переработки растительного сырья.
2. Технологии получения белка путем глубокой переработки водорослей, в том числе микроводорослей.
3. Технологии микробиологического получения белка с использованием отходов агропромышленного комплекса.

Ключевые понятия: биоконверсия, экстракция, псевдозлаковые культуры, микроводоросли, культивирования, микробный белок, ферментация.

Методические рекомендации

Первая тема знакомит обучающихся с основными технологическими операциями извлечения белка из растительного материала: бобовых, злаковых, псевдозлаковых культур, орехов: подготовка сырья, экстракция, фракционирование экстракта, выделение и очистка белка.

Вторая тема посвящена знакомству студентов с технологиями извлечения белка из биомассы водорослей, в том числе микроводорослей. Также в данной теме затрагивается вопрос культивирования микроводорослей.

При изучении третьей темы студенты знакомятся с основными принципами микробиологического синтеза белка. В данной теме рассматриваются во-

просы: требования к промышленным штаммам-продуцентам (бактерии, грибы/дрожжи) белка, стадии микробного синтеза белка, классификация питательных сред, их стерилизация, подготовка посевного материала, характеристика ферментаторов, технологии выделения и очистки белка из ферментационной среды.

Вопросы для самоконтроля

1. Опишите технологии получения белка из бобовых, злаковых культур и орехов: основные стадии, требования к сырью, очистка белка.
2. Опишите технологии получения белка из псевдозлаковых культур: основные стадии, требования к сырью, очистка белка.
3. Опишите технологии получения белка из водорослей, в том числе микроводорослей: основные стадии, требования к сырью, требования к штаммам микроводорослей и питательным средам, очистка белка.
4. Назовите требования, предъявляемые к экстрагентам для извлечения белка из растительного сырья.
5. Какие требования предъявляются к процессам очистки белка?
6. Опишите общие принципы технологии получения микробного белка с использованием отходов агропромышленного комплекса.
7. Опишите технологические стадии микробного синтеза белка. Охарактеризуйте стадию предферментации.
8. Опишите технологию подготовки питательной среды. На чем основаны классификации питательных сред? Какие требования предъявляются к стерилизации питательной среды?
9. Опишите технологию подготовки посевного материала: бактерии, грибы/дрожжи.
10. Охарактеризуйте инокулятор-ферментатор и принцип его работы.
11. Какие требования предъявляются к промышленным штаммам-продуцентам белка?
12. Опишите технологии выделения и очистки белка из ферментационной среды.

Тема 5. Биотехнология растений: проблемы и перспективы развития

Ключевые вопросы темы

1. Биотехнология производства культуры клеток, тканей и органов растений.
2. Микрклональное размножение растений.
3. Генная инженерия растений.
4. Способы сохранения генофонда растений.

Ключевые понятия: клеточная инженерия, генная инженерия, микрклональное размножение, генофонд, биобанк, криоконсервация, каллус, суспензия, адвентивные корни, меристема, фитогормоны, пассаж, эксплант, тотипотентность, культура протопластов, агробактериальная трансформация.

Методические рекомендации

При рассмотрении первой темы студенты знакомятся с клеточными технологиями, основанными на культивировании *in vitro* органов, тканей, клеток и изолированных протопластов высших растений. Особое внимание уделяется изучению каллусных культур растений: физиолого-биохимические свойства, условия образования, питательные среды, примеры БАВ, полученных из каллусных культур. Кроме того, обучающиеся получают представление о суспензионных культурах клеток растений и культурах адвентивных корней, как источниках получения БАВ.

Вторая тема затрагивает основные аспекты клонального микроразмножения растений: преимущества и недостатки, разновидности, этапы, примеры растений, размножаемых данным способом. Также данная тема знакомит обучающихся с иммобилизацией и биотрансформацией, как методами повышения выхода вторичных метаболитов.

Третья тема посвящена знакомству обучающихся с генной инженерией растений: основные принципы метода, виды генетических трансформаций, примеры ГМ-растений.

При изучении четвертой темы обучающиеся знакомятся со способами сохранения генофонда растений: банком *in vitro* (изолированные культуры клеток, тканей), криоконсервацией, распылительной и сублимационной сушкой.

Вопросы для самоконтроля

1. Опишите перспективы применения растений в качестве источника БАВ.
2. Что представляет собой клеточная инженерия растений? Приведите примеры лекарственных веществ, получаемых из клеточных культур растений.
3. Дайте определение и характеристику каллусных культур. Назовите условия образования.
4. Охарактеризуйте физиолого-биохимические свойства каллусных культур, опишите их сходства и различия с растительными клетками.
5. Опишите методы выращивания клеток *in vitro*.
6. Какие требования предъявляются к питательным средам, используемым для выращивания каллусных культур? Назовите наиболее часто используемые питательные среды.
7. Назовите преимущества использования культур клеток растений в производстве БАВ.

8. Опишите другие клеточные культуры растений: суспензионные культуры и адвентивные культуры корней.
9. Дайте определение клонального микроразмножения растений. Опишите преимущества и недостатки метода.
10. Какие виды клонального микроразмножения вы знаете? Назовите этапы клонального микроразмножения.
11. Опишите перспективы получения лекарственных средств на основе клеток растений.
12. Опишите способы повышения выхода вторичных метаболитов растений: иммобилизация и биотрансформация.
13. Опишите основные принципы генной инженерии растений, приведите примеры трансгенных растений.
14. В чем заключается метод слияния протопластов?
15. Дайте определение трансгенных растений. Опишите преимущества и виды генетических трансформаций.
16. Назовите три группы признаков растений, получаемых путем генной инженерии.
17. Опишите способы сохранения генофонда растений: банк *in vitro*, криоконсервация, распылительная и сублимационная сушка.

Тема 6. Применение биологически активных веществ растений в производстве продуктов функционального назначения и БАД

Ключевые вопросы темы

1. Функциональные и лечебно-профилактические продукты питания на основе биологически активных веществ растений.
2. Биологически активные добавки к пище на основе биологически активных веществ растений.

Ключевые понятия: функциональный пищевой продукт, функциональный ингредиент, нутриент, эссенциальный пищевой компонент, спортивное питание, биологическое действие, пищевые волокна, антиоксиданты, биологически активная добавка (БАД), пробиотик, эубиотик, галеновые препараты, нутрицевтик, парафармацевтик.

Методические рекомендации

При изучении первой темы обучающиеся знакомятся с понятием функциональных продуктов питания (ФПП), медико-биологическими требованиями, предъявляемыми к ФПП, принципами превращения продукта питания в функциональный, этапами создания ФПП. Также в данной теме рассматриваются лечебно-профилактические продукты: примеры, этапы создания. Особое внима-

ние уделяется растительным ингредиентам, используемым для изготовления функциональных и лечебно-профилактических продуктов питания.

Вторая тема посвящена рассмотрению БАД к пище на основе растительных БАВ: классификация по химической природе, происхождению компонентов и степени технологической модификации продукта, отличия БАД от лекарств. Студенты знакомятся с понятиями нутрицевтиков, парафармацевтиков, эубиотиков.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение функциональных продуктов питания, приведите примеры. Как вы понимаете концепцию функционального питания?
2. Какие медико-биологические требования предъявляются к функциональным продуктам питания?
3. Опишите принципы превращения пищевого продукта в функциональный.
4. Опишите пути получения функциональных продуктов питания.
5. Каковы этапы создания функциональных продуктов питания?
6. В чем отличие лечебно-профилактических продуктов питания от функциональных? Приведите примеры лечебно-профилактических продуктов питания.
7. Назовите и опишите этапы создания лечебно-профилактических продуктов питания.
8. Приведите классификацию ингредиентов растительного происхождения, входящих в состав функциональных и лечебно-профилактических продуктов питания.
9. На какие группы классифицируются БАД по химической природе и происхождению компонентов?
10. На какие группы классифицируются БАД по степени технологической модификации продукта?
11. Дайте определение нутрицевтиков, парафармацевтиков, эубиотиков. Назовите отличия БАД от лекарств.

Тема 7. Биоразлагаемые полимеры из растительного сырья

Ключевые вопросы темы

1. Биоразлагаемые полимеры – классификация, способы получения, перспективы использования.
2. Перспективы производства биоразлагаемых полимеров из возобновляемых ресурсов.

Ключевые понятия: биоразлагаемые полимеры, полисахариды, степень биоразложения, микроорганизмы.

Методические рекомендации

При рассмотрении первой темы студенты знакомятся с основными понятиями в области биоразлагаемых полимеров: понятие, классификация, способы получения (разные виды экструзии), перспективы использования. Также у обучающихся формируются знания относительно полисахаридов, используемых для производства биоразлагаемых полимеров: альгиновая кислота, каррагинаны, пектин, агар, целлюлоза и его производные.

Вторая тема посвящена ознакомлению обучающихся с перспективами производства биоразлагаемых полимеров из возобновляемых ресурсов – отходов растениеводства. Кроме того, при рассмотрении данной темы обучающиеся знакомятся с факторами, влияющими на скорости разложения биоразлагаемых полимеров в природе.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение биоразлагаемых полимеров, приведите примеры.
2. Опишите принципы классификации биоразлагаемых полимеров.
3. Какие способы получения биоразлагаемых полимеров вы знаете?
4. Опишите перспективы использования биоразлагаемых полимеров в различных отраслях промышленности.
5. Охарактеризуйте растительные компоненты, используемые для производства биоразлагаемых полимеров: альгиновая кислота, каррагинаны, пектин, агар, целлюлоза и его производные.
6. Опишите возможности и перспективы производства биоразлагаемых полимеров из возобновляемых ресурсов – отходов растениеводства.
7. Какие факторы влияют на скорости разложения биоразлагаемых полимеров в природе?

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 экстракции растительного сырья, фракционирования и очистки растительных экстрактов, создания и анализа показателей качества функциональных продуктов питания и БАД к пище на основе компонентов растительного происхождения, а также в области биотехнологии растений и создания биоразлагаемых полимеров на основе растительных компонентов, в воспитании навыков самостоятельной научно-исследовательской работы. Лабораторные работы способствуют закреплению и углублению теоретических знаний студентов по изучаемой дисциплине, развивают практические умения в работе с лабораторным оборудованием и прививают навыки проведения исследований в области биотехнологии растений, экстракционного извлечения биологически активных веществ из растительного сырья, а также создания и изучения функциональных продуктов питания и БАД к пище на основе растительных компонентов.

Общие методические рекомендации по подготовке и выполнению лабораторных работ

Со структурой и последовательностью занятий студент знакомится на первом занятии, также 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.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с методическими указаниями: *Дышлюк, Л. С. Промышленные и инновационные биотехнологии продуктов из сырья растительного происхождения / Л. С. Дышлюк. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», 2022. – 60 с.*

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 в каждом опыте 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 должен делаться анализ о соответствии / несоответствии продукта требованиям качества и безопасности.

По результатам выполнения лабораторной работы студент должен защитить свои теоретические и практические знания. *Критерии оценки устного ответа на контрольные вопросы* следующие.

«5» (отлично): обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

Обучающийся на высоком уровне способен:

- организовать свою работу ради достижения поставленных целей;
- работать самостоятельно;
- к познавательной деятельности;
- применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных;
- проводить органолептическую оценку качества пищевых продуктов, обрабатывать полученные результаты;
- ориентироваться в основных проблемах пищевой биотехнологии.

«4» (хорошо): обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

Обучающийся на базовом уровне способен:

- организовать свою работу ради достижения поставленных целей;
- работать самостоятельно;
- к познавательной деятельности;
- применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных;
- проводить органолептическую оценку качества пищевых продуктов, обрабатывать полученные результаты;
- ориентироваться в основных проблемах пищевой биотехнологии.

«3» (удовлетворительно): обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает недостаточно свободное владение монологической речью, терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

Обучающийся на пороговом уровне способен:

- организовать свою работу ради достижения поставленных целей;
- работать самостоятельно;
- к познавательной деятельности;
- применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных;
- проводить органолептическую оценку качества пищевых продуктов, обрабатывать полученные результаты;
- ориентироваться в основных проблемах пищевой биотехнологии.

«2» (неудовлетворительно): обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем. Отказывается отвечать на поставленные вопросы.

Обучающийся на низком уровне способен:

- организовать свою работу ради достижения поставленных целей;
- работать самостоятельно;
- к познавательной деятельности;
- применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных;
- проводить органолептическую оценку качества пищевых продуктов, обрабатывать полученные результаты;
- ориентироваться в основных проблемах пищевой биотехнологии.

Время защиты – 10–15 мин. При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных психофизических особенностей.

Тематический план лабораторных занятий (ЛЗ) представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Объем (трудоемкость освоения) и структура лабораторных занятий

Номер ЛЗ	Номер темы	Тема лабораторной работы	Кол-во часов ЛЗ
1	2	Изучение антиоксидантной активности экстрактов лекарственных растений	4
2	2	Изучение антимикробной активности экстрактов лекарственных растений	4
3	6	Получение полисахаридов растительного происхождения и изучение их свойств	4
4	4	Количественное определение белка в муке злаковых и бобовых культур	2
5	5	Биотехнология производства культуры клеток, тканей и органов растений	6
6	7	Получение биоразлагаемых пленок на основе полисахаридов и изучение их свойств	4
Итого			32

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Согласно учебному плану дисциплины «Промышленные и инновационные биотехнологии продуктов из сырья растительного происхождения» направления подготовки 19.03.01 Биотехнология, студенты очной формы обучения закрепляют изучаемый материал при выполнении самостоятельной работы.

Очень важно на достойном уровне выполнить индивидуальное задание.

Тема индивидуального задания выбирается из перечня, представленного в приложении А к настоящему учебно-методическому пособию. Студент должен выбрать одну тему, согласовав ее с преподавателем.

Для выполнения индивидуального задания необходимо представить теоретическую обзорную часть (реферат) и защитить работу.

В реферате студент должен:

- проанализировать классическую литературу по теме реферата;
- подобрать, изучить и проанализировать современную и техническую литературу;
- выразить собственное мнение по теме реферата.

Работа должна быть выполнена на листах формата А4 с одной стороны листа, в печатном варианте. Шрифт текстовой части размер – 12 (для заголовков – 14), Times New Roman, интервал 1,5. Поля страницы: левое 3 см, правое 1,5 см, верхнее и нижнее 2 см. Выравнивание текста по ширине. Нумерация страниц внизу справа.

Структура реферата:

- титульный лист;
- содержание;
- текстовая часть (каждый вопрос начинается с нового листа);
- список используемой литературы оформляется в соответствии с действующим ГОСТ.

Объем выполненной работы не должен превышать 15 листов формата А4. Стилль и язык изложения материала индивидуальной работы должны быть четкими, ясными и грамотными. Грамматические и синтаксические ошибки недопустимы. Текстовая часть работы может быть иллюстрирована рисунками, схемами, таблицами. В конце приводится список использованных источников (не менее 10 источников).

Защита индивидуального задания проходит в виде его устного сообщения с представлением электронной презентации в течение 7–10 мин и ответов на вопросы. При положительной защите студент получает оценку «зачтено».

Положительная оценка («зачтено») выставляется в зависимости от полноты раскрытия вопроса и объема предоставленного материала в

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

Индивидуальная работа с оценкой «не зачтено» возвращается студенту с рецензией, выполняется студентом вновь и сдается вместе с не зачтенной работой на проверку преподавателю.

Индивидуальная работа, выполненная не по своему варианту, возвращается без проверки и зачета.

Результат работы учитывается при промежуточной аттестации по дисциплине.

Ответы на рассматриваемые вопросы должны излагаться по существу, быть четкими, полными, ясными и содержать элементы анализа.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЭКЗАМЕНА

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. К экзамену допускаются студенты:

- положительно аттестованные (оценки «отлично» и «хорошо») по результатам текущего контроля успеваемости (тестовые задания);
- получившие положительную оценку по результатам выполнения и защиты лабораторных работ;
- получившие положительную оценку по результатам защиты реферата.

В приложении Б приведены вопросы и задания для экзамена по дисциплине. Экзаменационный билет содержит три экзаменационных вопроса.

Экзаменационная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно») является экспертной и зависит от уровня освоения студентом тем дисциплины (наличия и сущности ошибок, допущенных студентом при ответе на экзаменационный вопрос). При промежуточной аттестации по дисциплине учитываются оценка индивидуальной работы студента на лабораторных занятиях, а также оценки тестирования.

Критерии оценки устного ответа на экзаменационные вопросы.

«5» (отлично): обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

«4» (хорошо): обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

«3» (удовлетворительно): обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает недостаточно свободное владение монологической речью, терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

«2» (неудовлетворительно): обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и

последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем. Отказывается отвечать на поставленные вопросы.

Время подготовки по экзаменационному билету не более 30 мин, защиты – 10–15 мин.

При необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных особенностей.

ГЛОССАРИЙ

Антиоксидант – вещества, которые ингибируют окисление; любое из многочисленных химических веществ, в том числе естественные продукты деятельности организма и питательные вещества, поступающие с пищей, которые могут нейтрализовать окислительное действие свободных радикалов и других веществ.

Свободные радикалы – частицы, содержащие один или несколько неспаренных электронов на внешней электронной оболочке.

Активные формы кислорода (АФК, англ. *Reactive oxygen species, ROS*) – включают ионы кислорода, свободные радикалы и перекиси как неорганического, так и органического происхождения. Это, как правило, небольшие молекулы с исключительной реактивностью благодаря наличию неспаренного электрона на внешнем электронном уровне.

Флавоноиды – крупнейший класс растительных полифенолов, представляют собой гидроксипроизводные флавона (собственно *флавоноиды*), 2,3-дигидрофлавона (*флаваноны*) изофлавона (*изофлавоноиды*), 4-фенил-кумарина (*неофлавоноиды*).

Препаративная хроматография – вид хроматографии, проводимый с целью выделения индивидуальных соединений из смеси. В отличие от аналитической хроматографии, препаративные разделения проводят на колонках большого диаметра и используют специальные устройства для сбора отдельных компонентов (фракций).

Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) – один из эффективных методов разделения сложных смесей веществ, широко применяемый как в аналитической химии, так и в химической технологии. Основой хроматографического разделения является участие компонентов разделяемой смеси в сложной системе Ван-дер-Ваальсовых взаимодействий (преимущественно межмолекулярных) на границе раздела фаз.

Тонкослойная хроматография (ТСХ) – хроматографический метод, в котором в качестве неподвижной фазы используется тонкий слой адсорбента. Метод основан на том, что разделяемые вещества по-разному распределяются между сорбирующим слоем и протекающим через него элюентом, вследствие чего расстояние, на которое эти вещества смещаются по слою за одно и то же

Сверхкритическая флюидная хроматография – вид элюентной хроматографии, в которой в качестве основного компонента подвижной фазы используется вещество в сверхкритическом или околокритическом состоянии.

Микрофильтрация – процесс разделения жидких или газовых смесей от взвешенных частиц диаметром 100–0,1 мкм.

Ультрафильтрация – процесс мембранного разделения, а также фракционирования и концентрирования веществ, осуществляемый путем

фильтрации жидкости под действием разности давлений до и после мембраны. Размер пор ультрафильтрационных мембран варьируется от 0,01 до 0,1 мкм.

Наночистка – процесс разделения жидкости на мембранной поверхности, имеющей менее плотный и более проницаемый селективный слой, чем для обратного осмоса. Соответственно, наночисточные мембраны имеют пониженную селективность и повышенную проницаемость в сравнении с мембранами обратного осмоса, т.е. наночисточные мембраны работают при меньшем рабочем давлении при заданной производительности.

Ионная жидкость – жидкость, содержащая только ионы. В широком смысле этого понятия ионные жидкости – это любые расплавленные соли, например, расплавленный хлорид натрия при температуре выше 800 °С. В настоящее время под термином «ионные жидкости» чаще всего подразумевают соли, температура плавления которых ниже температуры кипения воды, то есть ниже 100 °С. В частности, соли, которые плавятся при комнатной температуре, называются «RTIL» или «Room-Temperature Ionic Liquids».

Полисахариды – высокомолекулярные углеводы, полимеры моносахаридов (гликаны). Молекулы полисахаридов представляют собой длинные линейные или разветвлённые цепочки моносахаридных остатков, соединённых гликозидной связью.

Гомополисахариды – полимеры, состоящие из остатков только одного типа моносахарида.

Гетерополисахариды – полимеры, в состав которых входят звенья остатков двух и более различных моносахаридов.

Целлюлоза – линейный гомогликан построенный из остатков глюкозы, связанных в положении $\beta(1\rightarrow4)$.

Крахмал – гомогликан, состоящий из нескольких компонентов, различающихся по строению и молекулярной массе:

– линейные амилозы А, В, V – звенья глюкозы соединены гликозидными связями $\alpha(1\rightarrow4)$, степень полимеризации 200–1000;

– разветвлённый амилопектин – существуют $\alpha(1\rightarrow4)$ и боковые $\alpha(1\rightarrow6)$ с небольшим количеством $\alpha(1\rightarrow3)$ гликозидных связей, степень полимеризации 600–6000.

Пектиновые вещества (пектины) – комплекс углеводовных веществ кислого характера, содержащий в качестве главного компонента пектиновую кислоту, а также арабинан и галактан.

Микрочлониальное размножение – массовое бесполое размножение растений *in vitro*, при котором полученные особи растений генетически идентичны исходному экземпляру.

Каллусная культура – это неорганизованная пролиферирующая ткань, состоящая из дифференцированных (потерявших специализацию) клеток.

Меристема – это клетки в растительном организме, которые постоянно растут, делятся, из которых может сформироваться любая часть материнского организма или целый организм.

Апикальная меристема – группа меристематических (образовательных) клеток, организованных в ростовой центр, занимающая терминальное положение в побеге или корне и обеспечивающая образование всех органов и первичных тканей.

Камбий – образовательная ткань в стеблях и корнях преимущественно двудольных и голосеменных растений, дающая начало вторичным проводящим тканям и обеспечивающая их прирост в толщину.

Тотипотентность – это свойство соматических клеток растений полностью реализовывать свой потенциал развития с образованием целого организма. Сущность его состоит в том, что если растительная клетка изолируется, она ведет себя подобно клетке зародышевого мешка, то есть образует эмбрионид (зародыш, образующийся неполным путем из соматической клетки растения) и целое растение.

Эксплант – группа клеток, отделенная от материнского организма.

Биоразлагаемые полимеры – полимерные материалы, самопроизвольно разрушающиеся в результате естественных микробиологических и химических процессов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антиоксидантные свойства культурных растений Калининградской области: монография / Г. Н. Чупахина, П. В. Масленников, Л. Н. Скрыпник [и др.]. – Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2016. – 145 с.
2. Джапаридзе, Л. А. Старение, геропротекторы, генная терапия / Л. А. Джапаридзе // Региональная экология. – 2019. – № 2 (56). – С. 109–123.
3. Журавлев, А. К. Актуальные вопросы раннего проявления болезней старения, возможности классической и традиционной восточной медицины / А. К. Журавлев, Ю. Ю. Голубев // Живая психология. – 2016. – № 1, т. 3. – С. 47–52.
4. Шарова, Е. И. Антиоксиданты растений: учеб. пособие / Е. И. Шарова. – Санкт-Петербург: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2016. – 140 с.
5. Исследование компонентного состава лекарственного растительного сырья методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием / Е. С. Жестовская, А. М. Антохин, В. Ф. Таранченко, С. В. Василевский [и др.] // Химия растительного сырья. – 2018. – № 3. – С. 149–157.
6. Минович, В. М. Биологически активные вещества растений (полисахариды, эфирные масла, фенологликозиды, кумарины, флавоноиды): учеб. пособие / В. М. Минович, Е. Г. Привалова. – Иркутск: ФГБОУ ВО Иркутский государственный медицинский университет МЗ РФ, 2018. – 70 с.
7. Птичкин, И. И. Пищевые полисахариды: структурные уровни и функциональность / И. И. Птичкин, Н. М. Птичкина. – Саратов: Изд-во ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2005. – 164 с.
8. Кочетков, Н. К. Химия биологически активных природных соединений / Н. К. Кочетков. – Москва: Химия, 1970. – 378 с.
9. Кудашкина, Н. В. Фитохимический анализ: учеб. пособие / Н. В. Кудашкина, С. Р. Хасанова, С. А. Мещерякова. – Уфа: ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2019. – 193 с.
10. Белковые изоляты из растительного сырья: обзор современного состояния и анализ перспектив развития технологии получения белковых изолятов из растительного сырья / Д. В. Компанцев, А. В. Попов, И. М. Привалов, Э. Ф. Степанова // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 1. – С. 58.
11. Пелевина, А. И. Зернобобовые культуры – решение проблемы белка / А. И. Пелевина // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2017. – Т. 1, № 3. – С. 44–46.

12. Бутенко, Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе: учеб. пособие / Р. Г. Бутенко. – Москва: ФБК–ПРЕСС, 1999. – 160 с.
13. Кулуев, Б. Р. Основы биотехнологии растений: учеб. пособие / Б. Р. Кулуев, Н. Н. Круглова, А. А. Зарипова, Р. Г. Фархутдинов. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2017. – 244 с.
14. Гамбург, К. З. Ауксины в культурах тканей и клеток растений / К. З. Гамбург, Н. И. Рекославская, С. Г. Швецов. – Новосибирск: Наука, 1990.
15. Цыренов, В. Ж. Основы биотехнологии: культивирование изолированных клеток и тканей растений: учеб.-метод. пособие / В. Ж. Цыренов. – Улан-Удэ: ВСГТУ, 2003. – 57 с.
16. Васильева, Н. Г. Биоразлагаемые полимеры / Н. Г. Васильева // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16, № 22. – С. 156–157.
17. Ермакова, Е. А. Применение инновационных решений в создании экологически чистых упаковочных материалов / Е. А. Ермакова // Сервис в России и за рубежом. – 2014. – № 2 (49). – С. 116–121.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

1. Микроводоросли – перспективное сырье для получения белка, полисахаридов, каротиноидов, фосфолипидов, биотоплива.
2. Использование микроводорослей для очистки сточных вод и биоремедиации загрязненных почв.
3. Оборудование для культивирования микроводорослей: микрожидкостные фотобиореакторы, встряхиваемые фотобиореакторы, микропланшетные биореакторы, фотобиореакторы с пузырьковой колонкой, плоские фотобиореакторы, фотобиореакторы с мешалкой, трубчатые фотобиореакторы.
4. Штаммы микроорганизмов (бактерий и дрожжей) – продуценты подсластителей белковой природы (браззеин, монелин и тауматин).
5. Биотрансформация отходов переработки древесины (лигноцеллюлозного сырья) с получением пищевых волокон (целлоолигосахаридов).
6. Использование псевдозлаковых культур (амарант) для получения альтернативного белка.
7. БАД противовоспалительного действия на основе галактуронанов из пектинсодержащего растительного сырья.
8. БАД иммуномодулирующего действия на основе полипренолов древесной зелени хвойных растений и порфиринов.
9. БАД адаптогенного действия на основе суммарных хвойных экстрактов.
10. БАД противоопухолевого действия на основе хлорофилла А.
11. Получение микробного белка пищевого назначения на основе биомассы ассоциаций грибов и микроводорослей, выращенных на отходах сельского хозяйства.
12. «Еда будущего» на основе сырья растительного происхождения.
13. История развития методов культивирования растительных объектов *in vitro*.
14. Изолированные протопласты растений – объект и модель для физиологических исследований.
15. Тотипотентность и типы дифференциации растительных клеток в культуре *in vitro*.
16. Клеточные технологии для получения экономически важных веществ растительного происхождения.
17. Конструктивные особенности биореакторов для культивирования клеток растений.

- 18.Криоконсервация клеток растений.
- 19.Вторичные метаболиты растений: изопреноиды и алкалоиды.
- 20.Вторичные метаболиты растений: фенольные соединения.
- 21.Вторичные метаболиты растений: гликозиды, ацетогенины, тиофены.
- 22.Аппаратурное оснащение хроматографических методов.
- 23.Современные тенденции в области производства биоразлагаемых пленок.
- 24.Создание искусственных ассоциаций клеток высших растений с микроорганизмами как способ модификации растительной клетки.
- 25.Характеристика органелл, лежащих в основе метода культивирования пыльников и пыльцы.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Тенденции развития биотехнологий продуктов из сырья растительного происхождения согласно ТП Биотех-2030.
2. Сельскохозяйственные биотехнологии. Компоненты кормов на растительной основе.
3. Биотехнологическая переработка растительных отходов.
4. Пищевая биотехнология.
5. Источники альтернативного белка (соя, люпин, амарант).
6. Пребиотические ингредиенты. ГМ-растения (в т.ч. новые сорта, «биофабрики» по производству рекомбинантного белка).
7. Заменители сахара, в т.ч. сладкие белки, низкокалорийные полиолы (маннит, сорбит, эритрит, ксилит и др.).
8. Растительное мясо.
9. Национальная технологическая инициатива и рынок FoodNet. Сегменты рынка FoodNet/Foodtech.
10. Альтернативные источники сырья и пищи: растительные аналоги продукции животного происхождения; новые пищевые композиты, концентраты, нутриенты и ингредиенты растительного происхождения, в т.ч. для специализированного, функционального и персонализированного питания; кормовые продукты на основе растительного сырья.
11. Экстракция растительного сырья. Этапы процесса экстрагирования. Факторы, влияющие на процесс экстрагирования.
12. Классификация методов экстракции. Статические и динамические методы. Непрерывные и периодические способы.
13. Мацерация, ремасерация. Перколяция, реперколяция.
14. Противоточное экстрагирование.
15. Циркуляционное экстрагирование.
16. Сверхкритическая флюидная экстракция (SFE). Параметры, оборудование. Преимущества и недостатки.
17. Гидродистилляция, пародистилляция, гидропародистилляция. Параметры, оборудование. Преимущества и недостатки.
18. Микроволновая экстракция (MAE). Параметры, оборудование. Преимущества и недостатки.
19. Ультразвуковая экстракция (UAE). Параметры, оборудование. Преимущества и недостатки.
20. Экстракция с применением ферментов (EAE). Параметры, оборудование. Преимущества и недостатки.

21. Жидкостная экстракция под давлением (PLE). Параметры, оборудование. Преимущества и недостатки.
22. Механохимическая экстракция (МСАЕ). Параметры, оборудование. Преимущества и недостатки.
23. Антиоксидантный потенциал экстрактов растений. Структура и свойства растительных антиоксидантов. Методы определения антиоксидантной активности растительных экстрактов. Применение антиоксидантов в пищевой промышленности.
24. Методы фракционирования и очистки растительных экстрактов. Колоночная хроматография. Параметры, оборудование. Преимущества и недостатки.
25. Тонкослойная хроматография (ТСХ). Параметры, оборудование. Преимущества и недостатки.
26. Высокоскоростная противоточная хроматография. Параметры, оборудование. Преимущества и недостатки.
27. Разделение биоактивных веществ с использованием ионной жидкости. Параметры, оборудование. Преимущества и недостатки.
28. Технология мембранного разделения. Параметры, оборудование. Преимущества и недостатки.
29. Высокоэффективная препаративная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Параметры, оборудование. Преимущества и недостатки.
30. Препаративная сверхкритическая флюидная хроматография. Параметры, оборудование. Преимущества и недостатки.
31. Технологии получения белка из бобовых, злаковых культур и орехов.
32. Технологии получения белка из псевдозлаковых культур.
33. Технологии получения белка из водорослей, в том числе микроводорослей.
34. Технологии получения микробного белка с использованием отходов агропромышленного комплекса (бактерии, грибы/дрожжи, микроводоросли).
35. Биоразлагаемые пленки (съедобные, функциональные): классификация, свойства, применение.
36. Использование сырья растительного происхождения (крахмал, агар, каррагинан, пектин, целлюлоза и ее производные, глютен, зеин, альгинаты) для получения биоразлагаемых пленок.
37. Модифицирующие добавки для придания функциональных свойств биоразлагаемым пленкам.
38. Растения как источник БАВ.
39. Клеточная инженерия растений (примеры лекарственных веществ, получаемых из растений).
40. Генная инженерия растений (примеры трансгенных растений). Метод слияния протопластов.
41. Трансгенные растения. Преимущества и виды генетических трансформаций.

42. Три группы признаков растений, получаемых путем генной инженерии.
43. Каллусные культуры. Определение, характеристика, условия образования.
44. Характеристика физиолого-биохимических свойств каллусных культур. Сходства и различия с растительными клетками.
45. Методы выращивания клеток *in vitro*.
46. Питательные среды, используемые для выращивания каллусных культур.
47. Преимущества использования культур клеток растений в производстве БАВ.
48. Клональное микроразмножение. Преимущества метода.
49. Виды клонального размножения. Этапы клонального размножения.
50. Недостатки клонального микроразмножения растений.
51. Перспективы получения лекарственных средств на основе клеток растений.
52. Применение методов иммобилизации и биотрансформации.
53. Примеры промышленного получения БАВ на основе культур клеток растений.
54. Функциональные продукты питания. Концепция функционального питания.
55. Медико-биологические требования к функциональным продуктам.
56. Принципы и пути получения функциональных продуктов.
57. Этапы создания функциональных продуктов питания.
58. Лечебно-профилактические продукты питания: понятие и примеры.
59. Этапы создания лечебно-профилактических продуктов питания.
60. Классификация ингредиентов, входящих в состав ФП. Рынок ФП.
61. Классификация БАД по химической природе и происхождению компонентов.
62. Классификация БАД по степени технологической модификации продукта.
63. Нутрицевтики, парафармацевтики, эубиотики. Отличия БАД от лекарств.

Локальный электронный методический материал

Евгения Сергеевна Землякова
Любовь Сергеевна Дышлюк

**ПРОМЫШЛЕННЫЕ И ИННОВАЦИОННЫЕ BIOTEХНОЛОГИИ
ПРОДУКТОВ ИЗ СЫРЬЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 2,8. Печ. л. 2,3

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