



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
биофизики и биотехнологии

 В.Г.Артюхов
15.05.2024 г.

Заведующий кафедрой
биохимии и физиологии клетки

 А.Т.Епринцев
15.05.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.35 Введение в биотехнологию и биоинженерию

1. Код и наименование направления подготовки: 06.03.01 Биология
2. Профиль подготовки: Биология
3. Квалификация выпускника: бакалавр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра биофизики и биотехнологии, биохимии и физиологии клетки
6. Составители программы: Наквасина Марина Александровна, д.б.н., доцент, Холявка Марина Геннадьевна, д.б.н., доцент, Федорин Дмитрий Николаевич, к.б.н., доцент
7. Рекомендована: Научно-методическим советом медико-биологического факультета 22.04.2024г., протокол № 3
8. Учебный год: 2026-2027, 2027-2028 Семестр(ы)/Триместр(ы): 6, 7

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является:

освоение современных представлений об основных направлениях биотехнологии (микробной биотехнологии, инженерной энзимологии, генетической инженерии, клеточной инженерии), их задачах, методах, достижениях, проблемах, перспективах развития.

Задачи учебной дисциплины:

- изучить основы современного биотехнологического производства хозяйственно ценных продуктов, используемых в медицине, промышленности, сельском хозяйстве;
- изучить основы технологии получения и основные направления использования ферментных препаратов в медицине и отраслях народного хозяйства;
- изучить теоретические основы и методы генетической и клеточной инженерии, позволяющие получать и использовать генетически трансформированные биологические объекты.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: дисциплина относится к Блоку 1. Обязательная часть.

Для освоения дисциплины студенты должны знать структурно-функциональные свойства биополимеров (нуклеиновых кислот, белков, липидов, углеводов); структурно-функциональную организацию прокариотических и эукариотических клеток и их компонентов, вирусов; принципы физико-химических методов анализа состояния биосистем.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-5	Способен применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, геномной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	ОПК-5.1	Использует принципы современной биотехнологии, молекулярной биомедицины, приемы генетической инженерии, основы нанобиотехнологии, молекулярного моделирования для решения практических задач.	Знать: теоретические основы микробной биотехнологии (стадии биотехнологического производства; характеристику продуцентов, требования к ним и методы их подготовки и подбора для культивирования; основы культивирования продуцентов; классификацию и устройство биореакторов: основы технологии получения первичных и вторичных метаболитов на примере белков, аминокислот, витаминов, антибиотиков), основы инженерной энзимологии (основы технологии получения ферментов, методы их иммобилизации, свойства и применение иммобилизованных ферментов), генетической и клеточной инженерии (основные этапы гено-инженерных проектов и методы генетической инженерии, направления практического применения и риски использования генетически трансформированных биологических объектов; основные методы получения и направления практического использования изолированных клеток и тканей растений; технологии культивирования и направления практического применения животных клеток; основные достижения и проблемы в области генетической и клеточной инженерии растений и животных). Уметь: использовать теоретические знания по биотехнологии для проектирования биотехнологического процесса, основных

				способов создания и идентификации ГМО. Владеть (иметь навык(и)): подбора и подготовки продуцента для культивирования, получения и выделения целевого метаболита; подбора метода иммобилизации, носителя и проведения иммобилизации фермента, исследования его каталитических и физико-химических свойств, выявления потенциальных сайтов связывания с носителем на поверхности молекул фермента; культивирования культур клеток и тканей растений и животных.
ОПК-5	Способен применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	ОПК-5.2	Оценивает и прогнозирует перспективность объектов своей профессиональной деятельности для биотехнологических производств, анализирует практическую значимость продуктов биотехнологических и биомедицинских производств.	Знать: теоретические основы микробной биотехнологии (стадии биотехнологического производства; характеристику продуцентов, требования к ним и методы их подготовки и подбора для культивирования; основы культивирования продуцентов; классификацию и устройство биореакторов: основы технологии получения первичных и вторичных метаболитов на примере белков, аминокислот, витаминов, антибиотиков), основы инженерной энзимологии (основы технологии получения ферментов, методы их иммобилизации, свойства и применение иммобилизованных ферментов), генетической и клеточной инженерии (основные этапы генно-инженерных проектов и методы генетической инженерии, направления практического применения и риски использования генетически трансформированных биологических объектов; основные методы получения и направления практического использования изолированных клеток и тканей растений; технологии культивирования и направления практического применения животных клеток; основные достижения и проблемы в области генетической и клеточной инженерии растений и животных). Уметь: использовать теоретические знания по биотехнологии для проектирования биотехнологического процесса, основных способов создания и идентификации ГМО. Владеть (иметь навык(и)): подбора и подготовки продуцента для культивирования, получения и выделения целевого метаболита; подбора метода иммобилизации, носителя и проведения иммобилизации фермента, исследования его каталитических и физико-химических свойств, выявления потенциальных сайтов связывания с носителем на поверхности молекул фермента; культивирования культур клеток и тканей растений и животных.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 7/252

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) зачет

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам

		6 семестр	7 семестр	...
Аудиторные занятия		112	64	48
в том числе:	лекции	48	32	16
	практические	-	-	-
	лабораторные	64	32	32
Самостоятельная работа		140	80	60
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)				
Итого:		252	144	108

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Основные направления биотехнологии	Биотехнология как наука. Направления биотехнологии. Задачи биотехнологии. История биотехнологии. Основные стадии биотехнологического производства. Характеристика продуцентов. Методы отбора и подготовки продуцентов для культивирования. Экологические аспекты промышленной биотехнологии. Биобезопасность и государственный контроль.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9747 – ЭУК «Введение в биотехнологию» на платформе «Электронный университет ВГУ»
1.2	Основы микробной биотехнологии	Особенности регуляции метаболизма в микробной клетке. Культивирование продуцентов. Классификация, принципы действия и конструкции биореакторов. Проблемы масштабирования производства. Периодические и непрерывные биотехнологические процессы. Этапы выделения и очистки целевого продукта. Особенности культивирования микробных, животных и растительных клеток. Специализированные типы биотехнологических производств. Методы выделения, очистки и модификации целевого продукта. Основы технологии микробиологического производства кормовой биомассы. Основы технологии производства первичных метаболитов на примере аминокислот. Основы технологии производства первичных метаболитов на примере витаминов. Технология производства вторичных метаболитов на примере антибиотиков.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9747 – ЭУК «Введение в биотехнологию» на платформе «Электронный университет ВГУ»
1.3	Биоиндустрия ферментов	Основы технологии получения ферментных препаратов. Области применения ферментных препаратов. Инженерная энзимология. Иммунизация ферментов – центральный метод инженерной энзимологии. Методы иммобилизации ферментов. Каталитические и физико-химические свойства иммобилизованных ферментов. Стабильность иммобилизованных ферментов. Использование иммобилизованных ферментов в медицине и промышленности. Проблемы иммобилизации клеток микроорганизмов. Биосенсоры. Применение иммобилизованных ферментов в промышленности и медицине.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9747 – ЭУК «Введение в биотехнологию» на платформе «Электронный университет ВГУ»
1.4	Основы генетической инженерии	Ферменты, применяемые в генетической инженерии. Количественные методы: ПЦР-РВ,	«Основы биоинженерии»

		гибридизация. Определение нуклеотидной последовательности: секвенирование по Сенгеру, по Максаму-Гилберту. Анализ основных методов биоинженерии. Методы получения рекомбинантных молекул ДНК и механизмы их введения рекомбинантных молекул ДНК в клетки реципиента. Применение ПЦР для идентификации трансгенных организмов.	, https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6695 на платформе «Электронный университет ВГУ»
1.5	Основы клеточной инженерии	Библиотека ДНК: принцип организации, подходы к созданию. Библиотека генов: EST и STS-библиотеки. Трансгены. Генетический нокаут и генетический нокаун. Методы определения ГМО. ИФА, ПЦР, гибридизация. Использование микрочиповых технологий при идентификации генетического материала. Технологии создания и использование генетически трансформированных микроорганизмов. Генетическая инженерия растений. Получение и применение трансгенных растений. Генетически модифицированные растения и риски их использования. Генетическая инженерия животных. Перспективы развития биоинженерии: реальности и мифы.	«Основы биоинженерии», https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6695 на платформе «Электронный университет ВГУ»
2. Практические занятия			
3. Лабораторные занятия			
3.2	Основы микробной биотехнологии	Поиск продуцентов целевого продукта из различных таксономических групп. Поиск гомологов целевого белка и их продуцентов в базе данных NCBI. Выявление консервативных последовательностей в заданной группе белков. Определение возможных и нежелательных участков для направленного мутагенеза. Подготовка питательных сред в лабораторных условиях. Технология культивирования продуцента в поверхностной и глубоинной культуре. Подсчет клеток продуцента. Определение чувствительности микроорганизмов к антибиотикам.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9747 – ЭУК «Введение в биотехнологию» на платформе «Электронный университет ВГУ»
3.3	Биоиндустрия ферментов	Выявление потенциальных сайтов связывания с носителем на поверхности молекул фермента. Определение оптимального размера пор носителя для иммобилизации фермента. Определение потенциальных сайтов для создания S-S-мостиков с молекулой фермента. Определение локализации потенциальных сайтов связывания молекулы фермента с матрицей носителя по отношению к активному центру энзима. Иммобилизация ферментов. Измерение каталитической активности иммобилизованных ферментов. Измерение содержания белка в иммобилизованных препаратах методом Лоури. Сравнение активности иммобилизованных препаратов в модельных реакторах периодического и непрерывного действия. Влияние микроокружения на температурный, рН-оптимумы, кинетические свойства и стабильность фермента. Иммобилизация клеток.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9747 – ЭУК «Введение в биотехнологию» на платформе «Электронный университет ВГУ»
3.4	Основы генетической инженерии	Анализ основных методов биоинженерии. Рестрикционный анализ ДНК. Выделение геномной ДНК из растительных и животных организмов. Электрофоретические исследования нуклеиновых кислот. Применение метода полиморфизма длинны рестрикционных фрагментов при анализе генетического родства организмов	«Основы биоинженерии», https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6695 на платформе

		Конструирование специфических праймеров. Критерии. Подбор параметров амплификации со специфичными праймерами. Постановка качественной ПЦР.	«Электронный университет ВГУ»
3.5	Основы клеточной инженерии	Применение полимеразной цепной реакции для идентификации трансгенных организмов. Количественная оценка ГМО в образцах. Анализ биообъектов на основе ДНК-маркеров. Сравнительная характеристика трансгенных организмов с применением генетических и биохимических маркеров.	«Основы биоинженерии», https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6695 на платформе «Электронный университет ВГУ»

* заполняется, если отдельные разделы дисциплины изучаются с помощью онлайн-курса. В колонке Примечание необходимо указать название онлайн-курса или ЭУМК. В других случаях в ячейки ставятся прочерки.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Основные направления биотехнологии	4		4	16	22
2	Основы микробной биотехнологии	14		14	32	60
3	Биоиндустрия ферментов	14		14	32	60
4	Основы генетической инженерии	10		20	20	50
5	Основы клеточной инженерии	6		12	40	58
	Итого:	48		32	140	250

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины: (рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: указание наиболее сложных разделов, работа с конспектами лекций, презентационным материалом, рекомендации по выполнению курсовой работы, по организации самостоятельной работы по дисциплине и др.)

Изучение дисциплины «Введение в биотехнологию» предусматривает чтение лекций, проведение лабораторных и практических занятий и самостоятельную работу студентов. Выполнение лабораторных работ и самостоятельная работа осуществляются с использованием конспектов лекций и учебных пособий: Холявка М.Г. Микробные биотехнологии: теоретический и практический аспекты / М.Г. Холявка, М.А. Наквасина, В.Г. Артюхов; Воронежский государственный университет. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2017. – 236 с.; Холявка М.Г. Практикум по биотехнологии: иммобилизованные биотехнологические объекты в системе лабораторных работ / М.Г. Холявка, М.А. Наквасина, В.Г. Артюхов; Воронежский государственный университет. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2017. – 161 с.; Наквасина М.А. Биоинжиниринг: молекулярно-генетические основы, аналитические и синтетические методы / М.А. Наквасина, М.Г. Холявка, В.Г. Артюхов. Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2021. 164 с.

Студенты выполняют лабораторные работы, отвечают на тестовые задания, решают задачи, выполняют задания текущей аттестации.

Студенты знакомятся с теоретическим материалом в процессе лекционного курса, самостоятельно прорабатывают и усваивают теоретические знания с использованием рекомендуемой учебной литературы, учебно-методических пособий, согласно указанному списку (п.15).

На лабораторных занятиях студенты либо индивидуально, либо в составе малой группы выполняют учебно-исследовательскую работу. В ходе выполнения лабораторных работ студенты приобретают навыки обращения с биологическими объектами, лабораторным оборудованием и инструментарием, самостоятельно осуществляют эксперименты, регистрируют, анализируют и интерпретируют результаты биотехнологических исследований. Результаты учебно-исследовательской работы, включая необходимые расчеты, заключения и выводы, ответы на вопросы (задания) оформляются в рабочей тетради студента в виде протокола исследования. В конце лабораторного занятия результаты и

материалы учебно-исследовательской работы докладываются преподавателю, при необходимости обсуждаются в группе (отчет о лабораторном занятии).

Текущая аттестация обеспечивает проверку освоения учебного материала, приобретения знаний, умений и навыков в процессе аудиторной и самостоятельной работы студентов, формирования общепрофессиональной компетенции (ОПК-5).

Текущая аттестация по дисциплине проводится 2 раза в семестр. Текущие аттестации включают в себя регулярные отчеты студентов по лабораторным работам, выполнение тестовых и иных заданий к лекциям и разделам дисциплины.

При подготовке к текущей аттестации студенты изучают и конспектируют рекомендуемую преподавателем учебную литературу по темам лекционных и лабораторных занятий, самостоятельно осваивают понятийный аппарат.

Планирование и организация текущих аттестации знаний, умений и навыков осуществляется в соответствии с содержанием рабочей программы и календарно-тематическим планом с применением фонда оценочных средств.

Текущая аттестация является обязательной, ее результаты оцениваются в балльной системе и по решению кафедры могут быть учтены при промежуточной аттестации обучающихся. Формой промежуточной аттестации знаний, умений и навыков обучающихся является зачет.

Освоение содержания дисциплины осуществляется с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ) – электронного учебного курса «Введение в биотехнологию», расположенного по адресу: <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9747> на портале «Электронный университет ВГУ». Перед началом учебных занятий обучающийся должен:

1. Проверить наличие доступа к курсу. В случае выявления проблем своевременно обратиться к преподавателю или в службу технической поддержки.

2. Изучить интерфейс курса, знать способы взаимодействия с преподавателем в рамках ЭУК: сообщение на форуме, отправка личного сообщения, чат.

3. Ознакомиться с целью и задачами дисциплины, перечнем формируемых компетенций и результатов обучения, программой дисциплины, календарным планом, траекторией освоения дисциплины, комплексом вопросов и требований для промежуточной аттестации.

4. Ознакомиться с перечнем основной и дополнительной литературы, а также списком электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины. Получить доступ к электронным библиотечным системам, на которые оформлена подписка ФГБОУ ВО «ВГУ».

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины *(список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)*

Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Холявка М.Г. Микробные биотехнологии: теоретический и практический аспекты / М.Г. Холявка, М.А. Наквасина, В.Г. Артюхов; Воронежский государственный университет. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2017. – 236 с.
2	Холявка М.Г. Практикум по биотехнологии: иммобилизованные биотехнологические объекты в системе лабораторных работ / М.Г. Холявка, М.А. Наквасина, В.Г. Артюхов; Воронежский государственный университет. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2017. – 161 с.
3	Наквасина М.А. Биоинжиниринг: молекулярно-генетические основы, аналитические и синтетические методы / М.А. Наквасина, М.Г. Холявка, В.Г. Артюхов. Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2021. 164 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Биотехнология: теория и практика / Н.В. Загоскина, Л.В. Назаренко, Е.А. Калашникова, Е.А. Живухина; под ред. Н.В. Загоскиной, Л.В. Назаренко. М.: Оникс, 2009. 496 с.
5	Егорова Т.А. Основы биотехнологии / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. – М.: Издат. Центр Академия, 2006. – 208 с.
6	Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. – М.: Мир, 2002. - 589 с.
7	Биотехнология / С.Н. Орехов, И.И. Чакалева; под ред. А.В. Катлинского. М.: Академия, 2016. 288 с.

8	Фармацевтическая биотехнология / В.А. Быков и др.; под общ.ред. В.А. Быкова. – Воронеж: Изд-во Воронеж.гос. ун-та, 2009. – 432 с.
9	Ковалева Т.А. Генетическая инженерия / Т.А. Ковалева, М.А. Наквасина. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2010. – 58 с.
10	Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия / С.Н. Щелкунов. – Новосибирск: Сиб. университет. 2004. – 496 с.
11	Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений / Е.А. Калашникова. – М.: Издво РГАУ-МСХА, 2012. – 318 с.
12	Лутова Л.А. Биотехнология высших растений / Л.А. Лутова. - СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2010. – 240 с.
13	Глик Б. Молекулярная биотехнология: Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. – М.: Мир, 2002 – 224 с.
14	Сельскохозяйственная биотехнология / под ред. В.С. Шевелухи. – М.: Высш. шк., 1998. – 416 с.
15	Бекер М.Е. Биотехнология / М.Е. Беккер, Г.К. Лиепеньш, Е.П. Райпулис. – М.: Агропромиздат, 1990. – 334 с.
16	Елинов Н.П. Основы биотехнологии / Н.П. Елинов. – СПб.: Наука, 1995.- 553 с.
17	Биотехнология растений: культура клеток / под ред. Р.Г. Бутенко. – М.: Агропромиздат, 1989. – 279 с.
18	Основы сельскохозяйственной биотехнологии / Г.С. Муромцев [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1990. – 383 с.
19	Экологическая биотехнология / под ред. К.Ф. Форстера и Р.А. Дж. Вейза. – Л.: Химия, 1990. – 382 с.
20	Иммобилизованные клетки микроорганизмов / А.П. Сеницын [и др.]. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 288 с.
21	Сидоров В.А. Биотехнология растений. Клеточная селекция / В.А. Сидоров. – Киев: Наукова думка, 1991. – 279 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
2	Elibrary.ru – научная электронная библиотека
3	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9747 – ЭУК «Введение в биотехнологию» на платформе «Электронный университет ВГУ»
4	Введение в биотехнологию: учебник для студентов вузов [Электронный ресурс] / Г.Э. Настинова. — Элиста : Калмыцкий государственный университет, 2013. — 123 с. : ил. — Режим доступа: https://rucont.ru/efd/503898
5	Алешина Е.С., Культивирование микроорганизмов как основа биотехнологического процесса: учебное пособие / Алешина Е.С. - Оренбург: ОГУ, 2017. - 191 с. - ISBN 978-5-7410-1658-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741016589.html
6	Шмид Р., Наглядная биотехнология и генетическая инженерия / Р. Шмид ; пер. с нем. - 2-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015. - 327 с. - ISBN 978-5-9963-2407-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996324071.html
7	Цымбаленко Н.В. Биотехнология. Часть 1. Технология рекомбинантной ДНК [Электронный ресурс]: учебное пособие (для студентов биологических специальностей педагогических университетов)/ Цымбаленко Н.В.— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2011.— 128 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/20549.html .— ЭБС «IPRbooks»

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

1	Холявка М.Г. Микробные биотехнологии: теоретический и практический аспекты / М.Г. Холявка, М.А. Наквасина, В.Г. Артюхов; Воронежский государственный университет. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2017. – 236 с.
2	Холявка М.Г. Практикум по биотехнологии: иммобилизованные биотехнологические объекты в системе лабораторных работ / М.Г. Холявка, М.А. Наквасина, В.Г. Артюхов; Воронежский государственный университет. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2017. – 161 с.
3	Наквасина М.А. Биоинжиниринг: молекулярно-генетические основы, аналитические и

	синтетические методы / М.А. Наквасина, М.Г. Холявка, В.Г. Артюхов. Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2021. 164 с.
4	Идентификация и исследование экспрессии генов : учебно-методическое пособие для вузов / А.Т. Епринцев, В.Н. Попов, Д.Н. Федорин ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2008 .— 62 с.
5	Методы гибридизации нуклеиновых кислот и белков : учебно-методическое пособие для вузов / А.Т. Епринцев, Д.Н. Федорин, О.С. Федорина ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2014 .— 32 с.
6	Основы биоинженерии : учебно-методическое пособие для вузов. Ч. 1 / сост. : О.С. Машкина, М.В. Белоусов, В.Н. Попов .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015 .— 44 с
7	Молекулярные аспекты биоинженерии : учебное пособие / Д.Н.Федорин, Н.В.Селиванова, А.Т.Епринцев.— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2017 .— 212 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Освоение содержания дисциплины осуществляется с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ) – электронного учебного курса «Основы бионанотехнологии» расположенного по адресу: <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7275> и электронного учебного курса «Основы биоинженерии», расположенного по адресу: <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6695> на портале «Электронный университет ВГУ».

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория: специализированная мебель, ноутбук, проектор, экран для проектора WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc, Office Standard 2019 Single OLV NL Each AcademicEdition Additional Product, Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Расширенный Russian Edition, Веб-браузер Google Chrome, Веб-браузер Mozilla Firefox	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, пом. I. Учебный корпус №1, ауд.
Учебная аудитория: специализированная мебель, лабораторная посуда, pH-метр портативный HI83141, шейкер-инкубатор для планшета Elmi SHAKER ST 3, микроскопы Микмед, спектрофотометр ПЭ-54-00 УФ.	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, пом. I. Учебный корпус №1, ауд. 61
Учебная аудитория: специализированная мебель, ноутбук, проектор, экран для проектора WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc, Office Standard 2019 Single OLV NL Each AcademicEdition Additional Product, Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Расширенный Russian Edition, Веб-браузер Google Chrome, Веб-браузер Mozilla Firefox	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, пом. I. Учебный корпус №1, ауд. 59
Учебная аудитория: специализированная мебель, шкаф вытяжной 900 БМБ, весы Ohaus Advanturer AR 1530, спектрофотометр СФ-2000, pH-метр pH-150, холодильник Atlant 4020-022, центрифуга Heraeus Biofuge pico, мультимедийный проектор Acer, экран для проектора, ноутбук Toshiba WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc, Office Standard 2019 Single OLV NL Each AcademicEdition Additional Product, Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Расширенный Russian Edition, Веб-браузер Google Chrome, Веб-браузер Mozilla Firefox	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, пом. I, Учебный корпус №1, ауд. 364
Учебная аудитория: специализированная мебель, термостат ТС-80, весы Ohaus, спектрофотометр СФ 2000, ФЭК КФК-2, микроскопы Биомед 2 (7 шт), центрифуга Heraeus Biofuge pico	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, пом. I, Учебный корпус №1, ауд. 367

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Основные направления биотехнологии	ОПК-5: Способен применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	ОПК-5.1: Использует принципы современной биотехнологии, молекулярной биомедицины, приемы генетической инженерии, основы нанобиотехнологии и молекулярного моделирования для решения практических задач. ОПК-5.2: Оценивает и прогнозирует перспективность объектов своей профессиональной деятельности для биотехнологических производств, анализирует практическую значимость продуктов биотехнологических и биомедицинских производств.	Контрольные работы
2.	Основы микробной биотехнологии	ОПК-5: Способен применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	ОПК-5.1: Использует принципы современной биотехнологии, молекулярной биомедицины, приемы генетической инженерии, основы нанобиотехнологии и молекулярного моделирования для решения практических задач. ОПК-5.2: Оценивает и прогнозирует перспективность объектов своей профессионально	Вопросы 1 и 2 «Проектирование биотехнологических процессов» Лабораторные работы Вопросы и задания к разделу «Основы микробной биотехнологии» Контрольные работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
			й деятельности для биотехнологических производств, анализирует практическую значимость продуктов биотехнологических и биомедицинских производств.	
3.	Биоиндустрия ферментов	ОПК-5: Способен применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	ОПК-5.1: Использует принципы современной биотехнологии, молекулярной биомедицины, приемы генетической инженерии, основы нанобиотехнологии и молекулярного моделирования для решения практических задач. ОПК-5.2: Оценивает и прогнозирует перспективность объектов своей профессиональной деятельности для биотехнологических производств, анализирует практическую значимость продуктов биотехнологических и биомедицинских производств.	Вопросы 3 и 4 «Проектирование биотехнологических процессов» Лабораторные работы Вопросы и задания к разделу «Биоиндустрия ферментов» Контрольные работы
4.	Основы генетической инженерии	ОПК-5: Способен применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии,	ОПК-5.1: Использует принципы современной биотехнологии, молекулярной биомедицины, приемы генетической инженерии, основы	Вопрос 7 «Проектирование биотехнологических процессов» Вопросы, задачи и задания к разделу «Основы генетической инженерии» Контрольные работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
		нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	нанобиотехнологии, молекулярного моделирования для решения практических задач. ОПК-5.2: Оценивает и прогнозирует перспективность объектов своей профессиональной деятельности для биотехнологических производств, анализирует практическую значимость продуктов биотехнологических и биомедицинских производств.	
5.	Основы клеточной инженерии	ОПК-5: Способен применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	ОПК-5.1: Использует принципы современной биотехнологии, молекулярной биомедицины, приемы генетической инженерии, основы нанобиотехнологии, молекулярного моделирования для решения практических задач. ОПК-5.2: Оценивает и прогнозирует перспективность объектов своей профессиональной деятельности для биотехнологических производств, анализирует практическую значимость продуктов биотехнологических и биомедицинских производств.	Вопросы 5 и 6 «Проектирование биотехнологических процессов» Лабораторные работы Вопросы и задания к разделу «Основы клеточной инженерии» Контрольные работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				<i>Перечень вопросов к зачету</i>

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Проектирование биотехнологических процессов

1. Охарактеризуйте этапы получения (технологии получения) первичного метаболита с помощью микроорганизма-продуцента.
2. Охарактеризуйте этапы получения (технологии получения) вторичного метаболита с помощью микроорганизма-продуцента.
3. Охарактеризуйте этапы проведения физической иммобилизации фермента и получения его промышленного препарата.
4. Охарактеризуйте этапы проведения химической иммобилизации фермента и получения его промышленного препарата.
5. Охарактеризуйте этапы получения (технологии получения) соматического гибрида растений.
6. Охарактеризуйте этапы получения (технологии получения) целевого метаболита растения с помощью метода культуры изолированных тканей.
7. Охарактеризуйте последовательность этапов получения рекомбинантного белка с помощью продуцента – кишечной палочки.

Вопросы к разделу «Основы микробной биотехнологии»

1. Какие продуценты используют в биотехнологии? Какие требования предъявляют к ним?
2. Какие методы используют для подготовки и подбора продуцентов?
3. Опишите основные стадии биотехнологического производства.
4. Что называют «биореактором»? Какие системы включает биореактор?
5. Какие продукты относят к первичным и вторичным метаболитам? Как их получают?
6. Чем непрерывное культивирование отличается от периодического?
7. С какой целью в биотехнологии используют мутагенез?
8. Какие мутанты называют регуляторными и ауксотрофными?
9. Какой обработке подвергают клеточную суспензию по завершении процесса ферментации?
10. Каковы основные пути увеличения выхода целевого метаболита в микробной биотехнологии?
11. Что понимают под термином «масштабирование производства»?
12. Каковы особенности культивирования растительных, животных и микробных клеток?
13. В чем заключается суть основных механизмов регуляции экспрессии генов в микробной клетке?
14. Каковы способы промышленного получения аминокислот?
15. Как получают антибиотики?
16. Какие витамины получают биотехнологическими методами и почему?
17. Опишите преимущества и недостатки основных продуцентов кормового белка с позиций биотехнологии и его применения в сельском хозяйстве.

Вопросы к разделу «Биоиндустрия ферментов»

1. Какие факторы влияют на адсорбцию ферментов на нерастворимом носителе?
2. Какие физико-химические методы используют для исследования активного центра фермента?
3. Какие свойства ферментов изменяются в результате их иммобилизации?
4. Как защитить активный центр фермента при иммобилизации?
5. Необходимо провести иммобилизацию фермента на полианионном носителе. Какие факторы и условия нужно учесть?
6. Как осуществляют подбор носителя для иммобилизации фермента?

7. С какими причинами может быть связано резкое снижение уровня активности иммобилизованного фермента по сравнению с таковым для свободного белка? Как это можно устранить?
8. Составить план работы по иммобилизации фермента путем его адсорбции на ионнообменном носителе.
9. Составить план работы по иммобилизации фермента путем его ковалентного связывания с носителем.
10. В чем состоит теоретическое значение исследований иммобилизованных ферментов?
11. Какова технологическая схема получения ферментного препарата?
12. Дайте сравнительную характеристику методов иммобилизации ферментов.

Вопросы к разделу «Основы генетической инженерии»

1. Принцип метода ПЦР. Типы. Условия и компоненты реакции
2. Библиотека ДНК. Принцип организации, подходы к созданию
3. Пиросеквенирование
4. Принцип метода секвенирования. Секвенирование по Максаму-Гилберту и по Сенгеру
5. Разновидности ПЦР. Количественные методы: ПЦР-РВ, гибридизация
6. Развитие метода секвенирования. Современное состояние
7. Метод электрофореза. Принцип, разновидности
8. Общие принципы создания генетически-модифицированных организмов
9. EST и STS библиотеки

Вопросы к разделу «Основы клеточной инженерии»

1. Основные принципы создания нокаутов
2. Трансгены
3. Основные принципы создания нокадаунов
4. РНК-интерференция как метод создания нокадаунов
5. Привнесение чужеродной ДНК посредством векторных систем
6. Использование микрочипов при идентификации генетически-модифицированных организмов
7. Основные подходы в идентификации генетически-модифицированных организмов
8. Применение метода ПЦР для идентификации генетически-модифицированных организмов
9. Биохимические методы анализа генетически-модифицированных организмов
10. Использование молекулярно-генетических методов анализа генетически-модифицированных организмов
11. Количественная оценка содержания трансгенов

КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Вариант № 1

Задание 1. Выбрать правильный ответ или ответы.

1. Сущность любого биотехнологического процесса определяется: а) спецификой клетки-производителя; б) спецификой питательной среды для клетки-производителя; в) особенностями конструкции биореактора; г) особенностями выделения и очистки целевого продукта.
2. По питательным свойствам к белкам сои и мяса приближаются: а) белки водорослей; б) белки дрожжей; в) белки бактерий; г) белки микроскопических грибов.
3. К факторам, влияющим на биосинтез ферментов, относятся: а) генетическая природа производителя; б) наличие в среде индуктора; в) использование блокированных мутантов; г) наличие в питательной среде кондиционирующего фактора.
4. К физическим методам иммобилизации относят: а) глутаральдегидный метод; б) включение в микрокапсулы; в) метод электроосаждения; г) включение в волокна.
5. Для получения и отделения изолированных протопластов используют методы: а) ткани-няньки; б) ферментативный; в) фильтрации; г) центрифугирования; д) соматической гибридизации.

Задание 2. Оцените, верно ли суждение. Исправьте ошибки в неверных суждениях.

1. Основным критерием для подбора биологического объекта в микробной биотехнологии является способность синтезировать целевой продукт.
2. Соматическая гибридизация – один из центральных методов генетической инженерии.
3. Лактозный оперон – пример репрессибельного оперона.
4. Нужный ген в генетической инженерии при воссоздании его на основе изолированной матричной РНК получают при помощи фермента ДНК-зависимой ДНК-полимеразы.

5. По размеру и целевому назначению биореакторы подразделяют на лабораторные, пилотные и промышленные.

Задание 3. Ответьте на вопросы письменно.

1. Что такое эндонуклеазы рестрикции и почему они важны для технологии рекомбинантных молекул ДНК?
2. Какова технологическая схема получения ферментного препарата?

Вариант № 2

Задание 1. Выберите правильный ответ или ответы.

1. Витамин В₂ синтезируется дрожжами в: а) латентную фазу роста; б) профазу; в) экспоненциальную фазу роста; г) стационарную фазу роста.
2. Нарушение конформации иммобилизованного фермента происходит в результате: а) закрепления (ужесточения) нативной конформации фермента при его посадке на носитель; б) реализации эффектов распределения реагентов в системе; в) химической модификации важных для сохранения структуры и проявления активности функциональных групп белка; г) возникновения неспецифических взаимодействий между ферментом и носителем; д) диффузионных ограничений в акте катализа.
3. К методам регулирования непрерывного культивирования относят: а) диализ; б) микроскопический контроль; в) турбидостатный режим; г) криоконсервация; д) хемостатный режим.
4. Временем генерации культуры продуцента называют: а) время, необходимое для удвоения биомассы; б) промежуток времени от лаг-фазы до начала фазы замедления роста; в) промежуток времени, за который определенный объем питательной среды поступает в ферментер.
5. Большинство фитогормонов представляет собой: а) производные органических кислот; б) глобулярные белки; в) витамины; г) гликопротеины.

Задание 2. Оцените, верно ли суждение. Исправьте ошибки в неверных суждениях.

1. Для производства аминокислот используют ауксотрофные мутанты.
2. В результате мутации в гене-регуляторе индуцибельные ферменты могут стать конститутивными.
3. Работы в области клеточной инженерии подразумевают создание и использование рекомбинантных ДНК.
4. Наиболее перспективными являются периодические биотехнологические процессы.
5. Эксплант – это ткань, возникшая при неорганизованной пролиферации клеток растения.

Задание 3. Ответьте на вопросы письменно.

1. С какой целью рестрицированную плазмидную ДНК перед лигированием обрабатывают щелочной фосфатазой?
2. Дайте сравнительную характеристику методов иммобилизации ферментов.

Вариант № 3

Задание 1. Выберите правильный ответ или ответы.

1. По размеру и целевому назначению биореакторы могут быть: а) для поверхностного культивирования; б) для анаэробных процессов; в) для мезофильных организмов; г) опытно-промышленными; д) для твердофазных процессов.
2. Для получения белков путем микробиологического синтеза используют: а) поверхностное культивирование; б) адсорбционный метод; в) включение в гели; г) метод гибридизации.
3. В качестве носителей для иммобилизации применяют: а) углеводы; б) липиды; в) нуклеиновые кислоты; г) иониты; д) оксиды металлов; е) воду; ж) солому; з) белки.
4. В качестве индукторов образования каллуса могут выступать: а) гибберелины; б) этилен; в) ауксины; г) цитокинины; д) полисахариды; е) стероиды.
5. Суспензионную культуру используют для: а) получения каллуса; б) получения вторичных метаболитов; в) индукции клеточных делений; г) получения отдельных клеток; д) получения экспланта; е) биотрансформации веществ.

Задание 2. Оцените, верно ли суждение. Исправьте ошибки в неверных суждениях.

1. Для перемешивания животных клеток в биореакторе используют аппараты с пневматическим перемешиванием.
2. Витамин С получают биотехнологическим методом.
3. Один из механизмов регуляции экспрессии генов в бактериальной клетке основан на регуляции связывания РНК-полимеразы с промотором.

4. Специально подобранный биоценоз микроорганизмов (целлюлозоразлагающие, аммонифицирующие, углеводсбраживающие, сульфитвосстанавливающие, метанобразующие бактерии), осуществляющих термофильное метановое брожение, используют для получения рибофлавина.
5. Главное направление получения новых антибиотиков состоит в химической трансформации природных молекул для создания полусинтетических антибиотиков.

Задание 3. Ответьте на вопросы письменно.

1. Почему плазмидный вектор с максимально сильным промотором не всегда является наилучшим экспрессирующим вектором?
2. С какой целью в биотехнологии используют мутагенез? Какие мутанты называют регуляторными и ауксотрофными?

Вариант № 4

Задание 1. Выбрать правильный ответ или ответы.

1. В качестве питательных субстратов при культивировании кормовых дрожжей используют: а) гидролизаты растительного сырья; б) молочную сыворотку; в) природный газ; г) низшие спирты; д) солому.
2. Имобилизованную аминоксилазу используют для получения: а) медицинских препаратов; б) глюкозо-фруктозных сиропов; в) аминокислот; г) яблочной кислоты; д) безлактозного молока.
3. Для химической иммобилизации ферментов применяют: а) витамины; б) бромциан; в) глутаровый альдегид; г) ауксины; д) липосомы; е) микроэлементы.
4. Для идентификации слившихся протопластов используют: а) метод кормящего слоя; б) плазмолиз; в) физиологическую комплементацию; г) тип пластид; д) органогенез.
5. Каллусные клетки отличаются от нормальных: а) длительностью митотического цикла; б) размерами; в) составом клеточных белков; г) генетической гетерогенностью.

Задание 2. Оцените, верно ли суждение. Исправьте ошибки в неверных суждениях.

1. Для получения антибиотиков используют блокированные мутанты, у которых блокировано определенное звено в цепи реакций, ведущих к синтезу антибиотика.
2. Для получения кормового белка используют дрожжи *Ermothecium ashbyii*.
3. Бактерии рода *Corynebacterium* используют для промышленного получения лизина.
4. Наиболее сложной стадией биотехнологического производства является выделение и очистка целевого продукта.
5. Для непрямого отбора мутантов используют метод отпечатков (реплик).

Задание 3. Ответьте на вопросы письменно.

1. Иногда стратегия синтеза белка-мишени включает получение этого белка в составе химерного продукта. В чем преимущество такого подхода? Как создают химерный белок?
2. Какой обработке подвергают клеточную суспензию по завершении процесса ферментации?

Вариант № 5

Задание 1. Выбрать правильный ответ или ответы.

1. К микроорганизмам-продуцентам предъявляют основные технологические требования: а) высокая скорость роста; б) способность к фотосинтезу и хемосинтезу; в) устойчивость к заражению посторонней микрофлорой; г) способность синтезировать целевой продукт; д) использование дешевых непищевых субстратов; е) длительный жизненный цикл.
2. Фрагмент ткани или органа, используемый для получения первичного каллуса, называют: а) соматклон; б) суспензионная культура; в) эксплант; г) клон.
3. Связывание молекулы фермента на поверхности носителя при адсорбции осуществляется за счет: а) ковалентных связей; б) электростатических взаимодействий; в) водородных связей; г) гидрофобных взаимодействий; д) гликозидных связей; е) фосфодиэфирных связей.
4. Каллусную ткань используют для: а) соматического эмбриогенеза; б) морфогенеза; в) получения соматоклональных вариантов; г) криосохранения; д) получения экспланта.
5. Ген-маркер необходим в генетической инженерии для: а) включения вектора в клетки хозяина; б) отбора колоний, образуемых клетками, в которые проник вектор; в) для включения гена-мишени в вектор; г) для повышения стабильности вектора.

Задание 2. Оцените, верно ли суждение. Исправьте ошибки в неверных суждениях.

1. Система контроля и регулировки биотехнологического процесса позволяет внедрить принцип дифференцированных режимов в производство.

2. Коллекция клонов кДНК, синтезируемых in vitro на матрицах мРНК, происходящих из одной ткани или клеточной популяции, - это библиотека кДНК.
3. Важнейшим свойством каллусных клеток, используемых в клеточной биотехнологии, является гормоннезависимость.
4. «Липкие» концы – это химически синтезированные олигонуклеотиды, представляющие собой сайты рестрикции или их комбинацию.
5. Метод биологической баллистики эффективен для внедрения чужеродной ДНК в клетки кишечной палочки.

Задание 3. Ответьте на вопросы письменно.

1. Какие преимущества и недостатки имеет интеграция плазмидного вектора в хозяйскую ДНК?
2. Каковы основные пути увеличения выхода целевого метаболита в микробной биотехнологии?

Вариант № 6

Задание 1. Выбрать правильный ответ или ответы.

1. Антибиотики синтезируются во время: а) латентной фазы роста; б) экспоненциальной фазы роста; в) стационарной фазы роста; г) фазы отмирания.
2. В качестве криопротекторов используют: а) ауксины; б) хлорид кальция; в) диметилсульфоксид; г) глицерин; д) поливиниловый спирт.
3. Имобилизованную люциферазу используют для: а) добавления в корм сельскохозяйственным животным; б) получения сахаров из молочной сыворотки; в) определения уровня глюкозы в крови; г) определения уровня АТФ и НАДН₂; д) лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта.
4. Суспензионную культуру выращивают с использованием метода: а) ткани-няньки; б) соматической гибридизации; в) хемотропного культивирования; д) органогенеза.
5. Вектор на основе плазмиды предпочтительней вектора на основе фаговой ДНК благодаря: а) большему размеру; б) меньшей токсичности; в) высокой частоты включения; г) отсутствию лизиса клетки хозяина.

Задание 2. Оцените, верно ли суждение. Исправьте ошибки в неверных суждениях.

1. Внехромосомный генетический элемент, способный к длительному автономному существованию и репликации, - это плазида.
2. Для скрининга геномной библиотеки используют метод физиологической комплементации.
3. Рестриктазно-лигазный метод используют для получения векторных молекул.
4. Продуцентами кормового белка являются одноклеточные зеленые водоросли.
5. Для дедифференцировки и каллусогенеза необходимы ауксины и цитокинины.

Задание 3. Ответьте на вопросы письменно.

1. Почему для получения многих рекомбинантных белков лучше применять эукариотические, а не прокариотические системы экспрессии?
2. Как можно использовать культуру клеточных суспензий?

Вариант № 7

Задание 1. Выбрать правильный ответ или ответы.

1. Ауксотрофные мутанты-продуценты аминокислот имеют особенности: а) отсутствие способности самостоятельно синтезировать необходимые для роста и развития аминокислоты; б) способность к сверхсинтезу целевой аминокислоты; в) продукция целевой аминокислоты осуществляется в стационарную фазу роста; г) продукция целевой аминокислоты осуществляется в лаг-фазу роста.
2. Идеальным носителем для иммобилизации ферментов медицинского назначения являются: а) иониты; б) агар; в) липосомы; г) пористое стекло; д) волокна нитрат целлюлозы.
3. Способность клеток или тканей воспринимать индуцирующее воздействие и специфически реагировать изменением развития называют: а) клональным микроразмножением; б) клеточной селекцией; в) компетенцией; г) соматической гибридизацией.
4. Для получения вторичных метаболитов используют: а) метод платирования; б) метод ткани-няньки; в) суспензионную культуру; г) соматические эмбриоиды; д) агаризованную питательную среду.
5. В генно-инженерных проектах используют ферменты: а) рестриктазы; б) ДНК-лигазы; в) лиазы; г) аминокислотазы; д) ДНК-полимеразы; е) щелочную фосфатазу; ж) кислую фосфатазу.

Задание 2. Оцените, верно ли суждение. Исправьте ошибки в неверных суждениях.

1. Участок молекулы ДНК, с которым связывается РНК-полимераза, что сопровождается инициацией транскрипции соответствующих генов, - это промотор.
2. ДНК-гибридизация – это один из методов получения нужного гена.

3. Векторы для клонирования и экспрессии генов содержат одинаковые регуляторные элементы.
4. Сверхпродукты лизина были получены с помощью метода соматической гибридизации.
5. Фитогормоны действуют на растительные клетки в концентрациях 10^{-13} – 10^{-7} моль/л.

Задание 3. Ответьте на вопросы письменно.

1. Почему Ti-плазмида подходит для создания вектора-переносчика чужеродного гена в хромосомную ДНК растения?
2. Опишите последовательность этапов получения какого-либо лекарственного вещества с помощью методов клеточной инженерии.

Вариант № 8

Задание 1. Выбрать правильный ответ или ответы.

1. Основные разделы биотехнологии: а) генетическая инженерия; б) клеточная инженерия; в) микробная биотехнология; г) молекулярная генетика; д) иммунобиотехнология; е) протеомика.
2. При иммобилизации ферментов изменяются их каталитические свойства вследствие: а) эффектов распределения реагентов в системе; б) многоточечного неспецифического связывания фермента с носителем; в) ограничения диффузии протонов; г) изменения стабильности фермента; д) возникновения стерических затруднений для проникновения субстратов; е) значительного снижения времени полуинактивации ферментов.
3. Перспективы использования изолированных протопластов связаны с: а) возможностью получения соматических гибридов; б) их способностью поглощать из среды органеллы; в) генетической нестабильностью; г) возможностью получения из них каллуса.
4. Основными стадиями биотехнологического производства являются: а) подготовка сырья и биообъекта; б) стерилизация питательных сред; в) накопление биомассы и образование целевого продукта; г) выделение и очистка целевого продукта; д) поддержание чистой культуры продуцента; е) получение товарных форм продукта.
5. Наиболее «удобной» группой для химической иммобилизации является: а) имидазольная группа гистидина; б) гидроксильная группа тирозина; в) аминокгруппа; г) тиольная группа цистеина.

Задание 2. Оцените, верно ли суждение. Исправьте ошибки в неверных суждениях.

1. Отжиг – это процесс образования двухцепочечных молекул из одиночных полинуклеотидных комплементарных цепей.
2. Биотехнологические методы используют для получения витаминов А и С.
3. Последовательность оснований длиной 6-8 нуклеотидов, расположенная перед иницирующим кодоном АУГ и определяющая эффективность трансляции, называется промотором.
4. Продукты слияния нормальных клеток с клетками, программа развития которых изменена вследствие злокачественной трансформации, называют гибридомами.
5. Дидезоксинуклеотидный метод применяют для секвенирования ДНК.

Задание 3. Ответьте на вопросы письменно.

1. Как с помощью методов генетической инженерии создать растения, устойчивые к гербициду?
2. В чем заключается суть основных механизмов регуляции экспрессии генов в микробной клетке?

Вариант № 9

Задание 1. Выбрать правильный ответ или ответы.

1. Непрерывное (проточное) культивирование используется для получения: а) аминокислот; б) антибиотиков; в) белка одноклеточных; г) ферментных препаратов; д) витаминов.
2. В качестве сшивки (спейсера) для иммобилизации может выступать: а) глутаровый альдегид; б) динитродифторбензол; в) метиленбисакриламид; г) фиброин; д) силикагель; е) агароза.
3. Обязательными условиями для осуществления каллусогенеза являются: а) температура 25 °С; б) температура 18-20 °С; в) аэрация; г) наличие в питательной среде витаминов; д) наличие в питательной среде полиэтиленгликоля; е) освещение люминесцентной лампой; ж) темнота или рассеянный свет.
4. При иммобилизации фермента на полианионном носителе необходимо учитывать: а) величину ионной силы раствора фермента; б) величину изоэлектрической точки фермента; в) величину константы Михаэлиса для свободного фермента; г) поверхностный заряд носителя.
5. Для получения изолированных протопластов используют: а) метод кормящего слоя; б) метод плазмолиза; в) метод криосохранения; г) метод создания гибридом; д) ферментативный метод.

Задание 2. Оцените, верно ли суждение. Исправьте ошибки в неверных суждениях.

1. Для создания интегрирующего вектора используют плазмиды, не способные к самостоятельной репликации в клетках хозяина.
2. Стеблевой органогенез осуществляется в условиях превалирования в питательной среде концентрации ауксинов.
3. Вторичные метаболиты синтезируются в лаг-фазу и экспоненциальную фазы роста клеточной культуры.

4. К модификациям периодического культивирования относят культивирование с подпиткой и культивирование в режиме хеостата.
5. Одной из причин повышения стабильности иммобилизованных ферментов по сравнению со свободными является ужесточение (закрепление) нативной конформации фермента.

Задание 3. Ответьте на вопросы письменно.

1. В каких случаях ген «нуждается» в замене одного промотора на другой?
2. Охарактеризуйте последовательность этапов получения соматического гибрида растений.

Вариант № 10

Задание 1. Выбрать правильный ответ или ответы.

1. Более 60 % препаратов аминокислот получают путем: а) гидролиза белков растительного и микробного происхождения; б) микробиологического синтеза; в) химического синтеза.
2. Иммобилизованные ферменты используются для получения: а) пенициллина; б) глюкозо-фруктозных сиропов; в) аспарагиновой кислоты; г) аминокислот; д) кормового белка; е) изолированных протопластов.
3. При непрерывных биотехнологических процессах биообъект постоянно поддерживается в: а) лаг-фазе; б) экспоненциальной фазе; в) стационарной фазе; г) фазе ускорения роста.
4. Для культивирования животных клеток используют: а) реакторы с механическим перемешиванием; б) реакторы с циркуляционным перемешиванием; в) реакторы с пневматическим перемешиванием; г) реакторы без перемешивания.
5. Соматональные варианты – это: а) растения, полученные путем гибридизации соматических клеток; б) растения, регенерировавшие из культивируемых клеток и несущие какие-либо отклонения от исходных форм; в) варианты каллусных тканей, полученные путем переноса и культивирования на свежей питательной среде.

Задание 2. Оцените, верно ли суждение. Исправьте ошибки в неверных суждениях.

1. Для получения гена из бактериальной клетки используют метод обратной транскрипции.
2. Молекулы ДНК, способные акцептировать чужеродную ДНК и обеспечивать ее репликацию, называют линкерами.
3. Соматический гибрид – это растение, полученное путем гибридизации соматических клеток.
4. В результате иммобилизации фермента на носителе изменяется зависимость его активности от величины рН.
5. Химическая иммобилизация фермента возможна без применения носителя.

Задание 3. Ответьте на вопросы письменно.

1. Что называют геномной библиотекой? Каковы этапы создания геномной библиотеки?
2. Как проводят оздоровление посадочного материала с помощью методов клеточной инженерии?

тия представил отчет в соответствии с данными методическими рекомендациями.

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины, осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа, доклады); письменных работ (контрольные работы, тестирования).

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний. При оценивании используется качественная шкала оценок. Критерии оценивания приведены ниже.

Вариант № 11

1. Вектор, способный к репликации и в бактериальной, и животной клетке - _____
2. Последовательность из 6-8 нуклеотидов, отвечающая за связывание РНК с рибосомой - _____
3. Последовательность ДНК, с которой начинается считывание информации - _____
4. Создание в пробирке рекомбинантных ДНК называется _____

5. Искусственные генетические структуры называются _____
6. Фермент, отвечающий за синтез комплементарной цепи ДНК – _____
7. Этап полимеразной цепной реакции, когда образуются одноцепочечный фрагмент, связанный с праймером - _____
8. Назовите минимум 3 критерия, необходимые для создания праймеров для полимеразной цепной реакции:
 1. _____
 2. _____
 3. _____

Вариант № 12

Ниже приведена последовательность нуклеотидов ДНК.

ACCACACTCACCGCACCACCGACCACTGCCTCCGTACGCGTCCCTCTGGCGGACAATCGGTCCTA
 GTGCCGAGCTCGTTTTGTTTGGATCTTCTGTATATATAATGGAGGCTTCTCCATGTCCTCGGAGC
 AGCAAGGCTGTGCAGCAATGGAGAAGTATAACAGCAACACTCAATTTGCACCATTGAGAGAGACTC
 CGTTTGCCCTCCGTGGTGTCTTTGGTAGTTCAAGCTCATATCTTGAGCAAGCCAGGGGCTACACAT
 CTTCCCCTGTAGCAGCTCTGCGCCCAAAGATGTCTACACCTGGAAATCGACTCCTGCATACGAGCT
 GCCCCTGTGCATCTGCTGTAGCGAACCGCCCGCTGTGCGCCCATCTTCCTCTGAAGAAGCCACAGT
 TCAGCGCTACTTTCTCTATCTCGCACCGTATCTTCGGTGTGCGCGCTGGGAGTTGCCATCATATCCGT
 CCCCTCGCCACCAAGTTCAGCCTGATGTTTGGCGTTTGAGAGCGATTTGCTGCATCTTATGAGGA
 ACTGCATTTCCCGTTCCCTGTGACTGTTTCATCGTTCGTCTGGGTTACCTTGCAACACAACCTTAGG
 TGCAGTTGGAATAACATCTTTGTCATGCTGACAGACTTCTGTAATACAGTAATAAGTAAAAC
 TATAAAATATCAGTGCAAGGAGGTTTGCSCCA

Определите по данной последовательности начало и конец гена, зная, что размер белка составляет 169 аминокислот. Найдите точку начала транскрипции данного гена. Подберите к данной последовательности праймеры для проведения ПЦР таким образом, чтобы мы смогли этот ген использовать для трансформации, рассчитайте температуры плавления данных праймеров.

Вариант № 13

На основании нуклеотидной последовательности ДНК разработаны специфические праймеры для проведения ПЦР. Праймер 1: 5'-CAGTGCCCGGAGAGTTGCCCC-3' Праймер 2: 5'-CCGTACGCGTCACTCTGGCGC-3' Составьте схему проведения ПЦР с этими праймерами, указав параметры каждого этапа цикла реакции (температуру и время этапа). Известно, что оптимальной температурой для присоединения праймера к ДНК-матрице является температура на 2 °С ниже T_a , а скорость плавления составляет 1 нуклеотид в секунду. Кроме того, зная, что длина продукта реакции 650 нукл., а скорость работы Taq-ДНК-полимеразы 70 нуклеотидов/сек. Определите, какое количество продуктов реакции Вы получите, если проведете 18 циклов при эффективности реакции 72%.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели: владение теоретическими основами дисциплины, способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований. Для выставления зачета необходимо выполнить лабораторные работы. Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено. Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований. Выполнение лабораторных работ.	<i>Базовый уровень</i>	<i>Зачтено</i>

Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания по программе дисциплины, допускает грубые ошибки в ответе.	-	Не зачтено
---	---	------------

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

19.3.1 Перечень вопросов к зачету:

№ п/п	Перечень вопросов
1.	Биотехнология как наука, ее задачи. История биотехнологии. Связь биотехнологии с другими науками.
2.	Характеристика основных направлений биотехнологии.
3.	Общая характеристика продуцентов, используемых в биотехнологии. Требования, предъявляемые к продуцентам.
4.	Особенности регуляции метаболизма в микробной клетке.
5.	Пути повышения выхода целевого метаболита продуцента.
6.	Методы подбора продуцентов для культивирования. Использование индуцированного мутагенеза, методов селекции, генетической и клеточной инженерии для подготовки биологических объектов-продуцентов для культивирования.
7.	Основные стадии биотехнологического производства, их характеристика. Сырье и питательные среды для культивирования продуцентов.
8.	Принципы действия и конструкции биореакторов. Классификация биореакторов.
9.	Характеристика систем перемешивания, аэрации, теплообмена, пеногашения, стерилизации, контроля и регулировки биотехнологического процесса.
10.	Масштабирование биотехнологического производства.
11.	Биотехнологические процессы и аппараты периодического культивирования. Модификации периодического культивирования. Кинетические модели роста продуцента в реакторе. Фазы развития продуцента.
12.	Биотехнологические процессы и аппараты непрерывного культивирования. Хемостатный и турбидостатный режимы непрерывного культивирования.
13.	Особенности культивирования микробных, растительных и животных клеток.
14.	Методы выделения, очистки и модификации целевого продукта.
15.	Основы технологии микробиологического производства кормовой биомассы.
16.	Основы технологии производства первичных метаболитов на примере аминокислот.
17.	Основы технологии производства первичных метаболитов на примере витаминов.
18.	Технология производства вторичных метаболитов на примере антибиотиков.
19.	Источники ферментов и их выделение.
20.	Основы технологии получения ферментных препаратов.
21.	Иммобилизация ферментов – центральный метод инженерной энзимологии. Условия «успешной» иммобилизации ферментов. Преимущества иммобилизованных ферментов.
22.	Носители для иммобилизации ферментов.
23.	Характеристика методов физической иммобилизации ферментов: адсорбция на нерастворимых носителях, включение в гели, использование полупроницаемых оболочек (мембран), использование систем двухфазного типа. Методические приемы, достоинства и недостатки каждого из них.
24.	Характеристика химических методов иммобилизации ферментов.
25.	Кинетические аспекты катализа иммобилизованными ферментами. Эффекты распределения реагентов в системе с иммобилизованными ферментами, учет диффузионных затруднений.
26.	Влияние иммобилизации на структурно-функциональное состояние и стабильность ферментов.
27.	Использование иммобилизованных ферментов в промышленности и аналитической химии.
28.	Новые подходы для использования иммобилизованных ферментов в медицине. Биосенсоры.
29.	Особенности биореакторов для процессов с применением иммобилизованных ферментов.
30.	Клеточная инженерия растений. История развития метода культур клеток.

31.	Основные направления использования культур клеток, тканей и протопластов.
32.	Дедифференцировка и каллусогенез – основа создания клеточных культур. Техника введения в культуру и культивирование изолированных тканей растений. Механизмы каллусогенеза.
33.	Фитогормоны, механизмы их биологического действия. Роль фитогормонов в процессах получения и использования каллусных тканей.
34.	Особенности каллусных клеток.
35.	Культивирование отдельных клеток растений.
36.	Поверхностное культивирование каллусных клеток. Глубинное культивирование каллусных клеток.
37.	Суспензионные культуры и их применение.
38.	Методы получения изолированных протопластов растений. Методы культивирования протопластов растительных клеток.
39.	Механизмы слияния изолированных протопластов растительных клеток. Соматическая гибридизация растительных клеток.
40.	Возможности соматической гибридизации клеток.
41.	Вторичная дифференцировка каллусных клеток.
42.	Клональное микроразмножение растений. Оздоровление посадочного материала.
43.	Клеточная селекция. Получение соматоклональных вариантов растений с заданными свойствами.
44.	Криосохранение растений.
45.	Культивирование животных клеток.
46.	Получение иммунобиотехнологических препаратов с помощью животных клеток.
47.	Гибридомные технологии. Получение и использование моноклональных антител.
48.	Получение вакцин с помощью клеточных культур и их применение.
49.	Стволовые клетки животных: характеристика, отличия от стволовых клеток растений, применение.
50.	Применение клеточных технологий в фармакологических исследованиях.
51.	Двумерные и трехмерные клеточные культуры.
52.	Принцип метода ПЦР. Типы. Условия и компоненты реакции
53.	Пиросеквенирование
54.	Принцип метода секвенирования. Секвенирование по Максаму-Гилберту и по Сенгеру
55.	Разновидности ПЦР. Количественные методы: ПЦР-РВ, гибридизация
56.	Развитие метода секвенирования. Современное состояние
57.	Метод электрофореза. Принцип, разновидности
58.	Общие принципы создания генетически-модифицированных организмов
59.	EST и STS библиотеки
60.	Основные принципы создания нокаутов
61.	Трансгены
62.	Основные принципы создания нокадаунов 13. РНК-интерференция как метод создания нокадаунов
63.	Привнесение чужеродной ДНК посредством векторных систем
64.	Использование микрочипов при идентификации генетически-модифицированных организмов
65.	Основные подходы в идентификации генетически-модифицированных организмов
66.	Применение метода ПЦР для идентификации генетически-модифицированных организмов
67.	Биохимические методы анализа генетически-модифицированных организмов
68.	Использование молекулярно-генетических методов анализа генетически-модифицированных организмов
69.	Библиотека ДНК. Принцип организации, подходы к созданию
70.	Количественная оценка содержания трансгенов
71.	Основные группы ферментов биоинженерии.
72.	Способы трансформации эукариотических клеток.

Контрольно-измерительный материал для зачета и экзамена включает 2 вопроса из перечня вопросов для зачета.

Пример контрольно-измерительных материалов к промежуточной аттестации

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
биофизики и биотехнологии
_____ В.Г. Артюхов
___.2023

Направление *06.03.01 Биология*

Дисциплина *Б1.О.35 Введение в биотехнологию и биоинженерию*

Форма обучения *очная*

Вид контроля *зачет*

Вид аттестации *промежуточная (5 семестр)*

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Методы подбора продуцентов для культивирования. Использование индуцированного мутагенеза, методов селекции, генетической и клеточной инженерии для подготовки биологических объектов-продуцентов для культивирования.
2. Дедифференцировка и каллусогенез – основа создания клеточных культур. Техника введения в культуру и культивирование изолированных тканей растений. Механизмы каллусогенеза.

Преподаватель _____ М.А. Наквасина

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Биохимии и физиологии клетки
_____ А.Т.Епринцев
___.2024

Направление *06.03.01 Биология*
Дисциплина *Б1.О.35 Введение в биотехнологию и биоинженерию*
Форма обучения *очная*
Вид контроля *зачет*
Вид аттестации *промежуточная (6 семестр)*

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Принцип метода ПЦР. Типы. Условия и компоненты реакции.
2. Использование микрочипов при идентификации генетически-модифицированных организмов.

Преподаватель _____ Федорин Д.Н.