

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Мичуринский государственный аграрный университет»

Кафедра садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных
культур

УТВЕРЖДЕНА
решением учебно-методического совета уни-
верситета
(протокол от 23 мая 2024 г. № 09)

УТВЕРЖДАЮ
Председатель учебно-методического
совета университета
С.В. Соловьёв
«23» мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ФЕРМЕНТНАЯ BIOTEХНОЛОГИЯ

Научная специальность 1.5.6. Биотехнология

Мичуринск, 2024 г.

1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Ферментная биотехнология» является: формирование у обучающихся теоретических представлений об основных методах ферментной биотехнологии, подготовки специалистов в области биотехнологии, обладающих фундаментальными знаниями, способных проводить научно-исследовательскую деятельность, эффективно использовать в научно-исследовательской и практической работе современные методы исследований, обобщать и анализировать полученные результаты, осуществлять биотехнологические процессы с участием ферментов на основе последних достижений в данной отрасли.

Задачи дисциплины:

- определить место ферментной биотехнологии в ряду приоритетных направлений науки;
- углубить понимание физико-химических и биохимических закономерностей биокатализа, особенностей его использования в биотехнологии;
- развить видение перспектив практического использования достижений ферментной биотехнологии.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Согласно учебному плану по данной научной специальности дисциплина относится к Образовательному компоненту, Элективные дисциплины (модули) 2.1.5.

Дисциплина взаимосвязана с освоением таких дисциплин как: «Методология научных исследований в биотехнологии», «История философии и науки», «Генная инженерия», «Иностранный язык».

Знания, умения и навыки, приобретенные при изучении данной дисциплины необходимы при освоении дисциплин: «Биотехнология», «Клеточная биотехнология», «Биотехнологические методы защиты окружающей среды», а также для успешного прохождения итоговой аттестации, подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- общие сведения о химическом и ферментативном катализе;
- молекулярные основы специфичности ферментов;
- принципы классификации и номенклатуры ферментов;
- механизм действия ферментов;
- физико-химические основы влияния температуры и рН среды на активность ферментов;
- механизмы активации и ингибирования ферментов;
- принципы и методы определения активности ферментов;
- способы выделения и очистки ферментов;
- способы получения и применения иммобилизованных ферментов;
- способы стабилизации и регенерации ферментативных систем, применяемых в биотехнологии;
- примеры использования биокатализа в науке и промышленности;
- современные технологические схемы индустриального биокатализа;
- принципы создания биокатализаторов с заданными свойствами;
- экологические последствия применения в профессиональной деятельности различного технологического оборудования и биотехнологических процессов;

- сущность, задачи и значение современной биотехнологии, способы применения полученных знаний и умений в профессиональной деятельности;

Уметь:

- использовать основные методы генетической и клеточной инженерии для проведения экспериментальных исследований и получения новых видов конечных продуктов;
- применять отечественный и зарубежный опыт и инновационные технологии для управления биотехнологическими процессами;
- пользоваться измерительными приборами и оборудованием, применяемыми в ферментативных исследованиях;
- подбирать субстраты и условия проведения ферментативных реакций.

Владеть:

- навыками самостоятельного решения научных, инженерных и производственных задач в области ферментной биотехнологии;
- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;
- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий,
- методами очистки и стерилизации воздуха, приготовления и стерилизации питательных сред,
- методами проведения стандартных испытаний по определению качества сырья и продукции,
- методами технического контроля технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства.

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды занятий	Всего акад.часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем	40
Аудиторные занятия	40
лекции	20
практические занятия	20
Самостоятельная работа	68
Проработка учебного материала	24
Выполнение индивидуальных заданий	24
написание реферата	20
Вид итогового контроля	зачет

4.2. Лекции

№	Раздел дисциплины (модуля), темы лекций и их содержание	Всего акад.часов
1.	Раздел 1. Перспективы развития ферментной биотехнологии.	2

№	Раздел дисциплины (модуля), темы лекций и их содержание	Всего акад. часов
	Тема 1. Фундаментальные и прикладные аспекты ферментной биотехнологии. Основные направления развития ферментной биотехнологии	2
2.	Раздел 2. Основы энзимологии.	4
	Тема 1. Строение, свойства, функции, номенклатура ферментов.	1
	Тема 2. Кинетика ферментативных реакций.	1
	Тема 3. Факторы, влияющие на активность ферментов	1
	Тема 4. Конструирование биокатализаторов	1
3.	Раздел 3. Промышленное получение ферментов	5
	Тема 1. Получение ферментных препаратов различной степени очистки. Технологическая схема производства	1
	Тема 2. Разработка штамма для производства ферментов	1
	Тема 3. Выделение и очистка ферментов, концентрация, стабилизация	1
	Тема 4. Ферментные препараты и их товарные формы.	1
	Тема 5. Имобилизация ферментных препаратов	1
4.	Раздел 4. Ферментные препараты в отраслях промышленности	7
	Тема 1. Применение ферментов в производстве молочных продуктов	1
	Тема 2. Применение ферментов в хлебопечении и производстве изделий из муки.	1
	Тема 3. Применение ферментов в производстве спирта, вина, пива.	1
	Тема 4. Ферменты в переработке мяса, рыбы и гидробионтов.	1
	Тема 5. Ферменты в модификации крахмала, белков и жиров	1
	Тема 6. Ферментные препараты в медицине, химической и др. отраслях промышленности	1
	Тема 7. Утилизация отходов при помощи ферментов.	1
5.	Раздел 5. Безопасность биотехнологического производства ферментов.	2
	Тема. 1. Санитарно-гигиеническая характеристика загрязняющих факторов при производстве ферментов. Обеспечение безопасности биотехнологического производства ферментов.	2
	Итого	20

4.3. Лабораторные работы не предусмотрены

4.4. Практические занятия

№ раздела	Наименование занятия	Всего акад. часов
1	Изучение номенклатуры ферментных препаратов и нормативно-технической документации.	2
2	Методы определения физико-химических показателей ферментных препаратов	2
3	Методы определения общей микробной обсемененности ферментных препаратов	2
4	Методы определения активности ферментов. Техника безопасности при работе с оборудованием.	2
5	Методы определения зависимости амилолитической активности	2

	ферментных препаратов от температуры	
5	Методы определения зависимости амилалитической активности ферментных препаратов от pH среды	2
5	Методы определения влияния ингибиторов на скорость ферментативной реакции	2
5	Методы выделения ферментов	2
5	Технологии и оборудование для биосинтеза ферментов на производстве	4
	Итого	20

4.5. Самостоятельная работа обучающихся

Раздел модуля	№	Вид самостоятельной работы	Всего акад. часов
Раздел 1	1	Проработка учебного материала	4
	2	Выполнение индивидуальных заданий	4
	3	написание реферата	4
Раздел 2	1	Проработка учебного материала	4
	2	Выполнение индивидуальных заданий	4
	3	написание реферата	4
Раздел 3	1	Проработка учебного материала	4
	2	Выполнение индивидуальных заданий	4
	3	написание реферата	4
Раздел 4	1	Проработка учебного материала	4
	2	Выполнение индивидуальных заданий	4
	3	написание реферата	4
Раздел 5	1	Проработка учебного материала	6
	2	Выполнение индивидуальных заданий	6
	3	написание реферата	4
итого			68

Перечень методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

1. УМКД по дисциплине «Ферментная биотехнология» для обучающихся по научной специальности 1.5.6. Биотехнология. Мичуринск, Мичуринский ГАУ, 2024.

4.6. Выполнение контрольной работы обучающимися заочной формы не предусмотрено

4.7. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Перспективы развития ферментной биотехнологии

Сущность, задачи и значение современной биотехнологии, способы применения полученных знаний и умений в профессиональной деятельности. Предмет, история развития, цели и задачи ферментной биотехнологии.

История открытия и изучения ферментов. Роль ферментов в живых системах и в пищевом сырье. Перспективы развития ферментной биотехнологии.

Раздел 2. Основы энзимологии

Химическая природа ферментов. Молекулярная структура ферментов. Активный и аллостерический центры. Функциональные отличия ферментов от низкомолекулярных катализаторов. Проферменты. Апоферменты и простетические группы сложных фермен-

тов. Коферменты, кофакторы и их роль в каталитическом процессе. Мультимолекулярные ферментные комплексы. Изоферменты и их биологическое значение.

Молекулярные аспекты специфичности ферментов. Теории сродства фермента и субстрата.

Теории катализа. Отличительные черты ферментативного катализа. Эффективность действия ферментов. Образование фермент-субстратных комплексов. Зависимость скорости реакции от концентрации субстрата. Теория Михаэлиса – Ментен. Кинетика ферментативных реакций. Освоение физико-химических основ биокатализа как управление способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.

Зависимость активности фермента от температуры раствора. Температурный оптимум ферментативной реакции. Термостабильные и термолабильные ферменты. Активность ферментов при низких температурах. Зависимость скорости реакции от значения pH раствора.

Влияние pH на заряд ионогенных групп в молекулах белка. Оптимальное значение pH для ферментов и его биологическое значение.

Активность нативных ферментов. Специфические факторы, повышающие активность ферментов.

Ингибиторы ферментов: классификация, механизмы действия. Обратимые и необратимые ингибиторы. Константы ингибирования. Конкурентное и аллостерическое ингибирование ферментов. Белковые ингибиторы ферментов.

Принципы классификации ферментов. Принципы и способы количественного определения активности ферментов. Единицы ферментативной активности.

Направления и перспективы развития молекулярного дизайна биокатализаторов. Способы использовать основные методы генетической и клеточной инженерии для проведения экспериментальных исследований и получения новых видов конечных продуктов биокатализаторов.

Раздел 3. Промышленное получение ферментов

Поверхностный и глубинный способы культивирования. Преимущества и недостатки. Периодическое и непрерывное культивирование. Аппаратурное обеспечение. Технологические особенности подготовки посевного материала. Сырье для микробного синтеза. Приготовление питательных сред. Стерилизация питательных сред и воздуха для аэрации. Научно-обоснованные технологические приемы выделения и очистки продуктов как демонстрация умения пользоваться способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.

Стабилизация ферментов в биотехнологических системах. Стабилизирующие добавки. Химическая модификация ферментов. Имобилизация ферментов. Разработка носителей ферментов как демонстрация умения пользоваться способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

Раздел 4. Ферментные препараты в отраслях промышленности

Ферменты в химической промышленности. Ферменты в фармацевтической промышленности. Ферменты в пищевой и перерабатывающей промышленности. Получение глюкозо-фруктозных сиропов с помощью глюкозоизомеразы. Использование в пищевой промышленности протеиназ, амилаз, липаз, пектиназ, α-галактозидаз.

Ферменты как компоненты моющих средств. Перспективы развития индустриального биокатализа и возможность применять отечественный и зарубежный опыт и инновационные технологии для управления биотехнологическими процессами.

Раздел 5. Безопасность биотехнологического производства ферментов.

Санитарно-гигиеническая характеристика загрязняющих факторов при производстве ферментов: живые и инактивированные клетки микроорганизмов, генно-инженерные штаммы, продукты биосинтеза. Гигиеническое, инженерно-технологическое обеспечение безопасности биотехнологического производства ферментов. Обеспечение микробиологической безопасности биотехнологических производств. Нормативная документация, регламентирующая создание безопасных условий на биотехнологических производствах.

Экологические последствия применения в профессиональной деятельности различного технологического оборудования и биотехнологических процессов.

5. Образовательные технологии

Вид учебной работы	Образовательные технологии
Лекции	Электронные материалы, использование мультимедийных средств
Практические занятия	Выполнение групповых аудиторных заданий, индивидуальные доклады
Самостоятельные работы	Презентация и защита результатов самостоятельной работы на занятиях

Для достижения целей приобретения обучающимися теоретических знаний и практических навыков используются лекции, практические работы, написание рефератов по предложенным темам.

В целях реализации лекционного цикла, практической и самостоятельной работы будут использованы лично-ориентированный, деятельный подход дифференцированного обучения с использованием методов активного и интерактивного обучения.

6. Фонд оценочных средств дисциплины (модуля)

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Ферментная биотехнология»

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочное средство	
		наименование	Кол-во
1	Перспективы развития ферментной биотехнологии.	Тесты	20
		Темы рефератов	4
		Вопросы для зачета	5
2	Основы энзимологии	Тесты	20
		Темы рефератов	4
		Вопросы для зачета	20
3	Промышленное получение ферментов	Тесты	20
		Темы рефератов	4
		Вопросы для зачета	10
4	Ферментные препараты в отраслях промышленности	Тесты	20
		Темы рефератов	4
		Вопросы для зачета	10
5	Безопасность биотехнологического производства	Тесты	20
		Темы рефератов	4
		Вопросы для зачета	5

6.2. Перечень вопросов для зачета

Раздел 1

1. Сущность, задачи и значение современной биотехнологии, способы применения полученных знаний и умений в профессиональной деятельности.
2. Развитие рынка ферментных препаратов .
3. Роль ферментов в живых объектах .
4. Роль ферментов в пищевом сырье .
5. Применение ферментов в научных исследованиях .

Раздел 2

6. Общая характеристика катализаторов
7. Общие свойства ферментов и других катализаторов
8. Отличия ферментов от неорганических катализаторов.
9. Молекулярное строение ферментов, изоферменты .
10. Строение активного центра .
11. Строение и значение аллостерического центра.
12. Теория индуцированного соответствия субстрата активному центру фермента .
13. Освоение физико-химических основ биокатализа как управление способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития. .
14. Теория Михаэлиса-Ментен .
15. Зависимость скорости реакции от концентрации субстрата .
16. Константа Михаэлиса и максимальная скорость реакции .
17. Зависимость скорости реакции от температуры .
18. Зависимость скорости реакции от pH .
19. Активаторы ферментов и механизм их действия.
20. Ингибиторы ферментов.
21. Виды ингибирования.
22. Механизм конкурентного ингибирования и его значение .
23. Классификация и номенклатура ферментов .
24. Методы определения активности ферментов .
25. Способы использовать основные методы генетической и клеточной инженерии для проведения экспериментальных исследований и получения новых видов конечных продуктов-биокатализаторов. .

Раздел 3

26. Поверхностный и глубинный способы получения ферментов. Преимущества и недостатки .
27. Периодическое и непрерывное культивирование. Аппаратурное обеспечение .
28. Технологические особенности подготовки посевного материала .
29. Сырье для микробного синтеза. Приготовление питательных сред .
30. Стерилизация питательных сред и воздуха для аэрации .
31. Научно-обоснованные технологические приемы выделения и очистки продуктов как демонстрация умения пользоваться способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий. .
32. Стабилизация ферментов в биотехнологических системах .
33. Стабилизирующие добавки .
34. Химическая модификация ферментов .
35. Иммунизация ферментов. Разработка носителей ферментов как демонстрация умения пользоваться способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях .

Раздел 4

36. Применение ферментов в пищевой промышленности .
37. Применение ферментов в производстве молочных продуктов .
38. Применение ферментов в производстве спирта .
39. Применение ферментов в производстве соков, вина и пива .
40. Применение ферментов в переработке мяса, рыбы, гидробионтов .
41. Перспективы развития индустриального биокатализа и возможность применять отечественный и зарубежный опыт и инновационные технологии для управления биотехнологическими процессами .
42. Ферментные препараты в медицине .
43. Применение ферментов в химической промышленности .
43. Применение ферментов в научных исследованиях .
44. Применение ферментов при утилизации отходов .
45. Применение ферментов в генной инженерии .

Раздел 5

46. Санитарно-гигиеническая характеристика загрязняющих факторов при производстве ферментов: живые и инактивированные клетки микроорганизмов, генно-инженерные штаммы, продукты биосинтеза .
47. Гигиеническое обеспечение безопасности биотехнологического производства ферментов
48. Экологические последствия применения в профессиональной деятельности различного технологического оборудования и биотехнологических процессов. .
49. Обеспечение микробиологической безопасности биотехнологических производств .
50. Нормативная документация, регламентирующая создание безопасных условий на биотехнологических производствах .

6.3. Шкала оценочных средств

Уровни освоения компетенций	Критерии оценивания*	Оценочные средства** (кол. баллов)
Продвинутый (75 -100 баллов) «отлично»	<p>Отлично знает:</p> <p>экологические последствия применения в профессиональной деятельности различного технологического оборудования и биотехнологических процессов;</p> <p>сущность, задачи и значение современной биотехнологии, способы применения полученных знаний и умений в профессиональной деятельности.</p> <p>Отлично умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать основные методы генетической и клеточной инженерии для проведения экспериментальных исследований и получения новых видов конечных продуктов; - применять отечественный и зарубежный опыт и инновационные технологии для управления биотехнологическими процессами; - пользоваться способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях 	Реферат -25- 50 б., экзамен - 50 б.

Уровни освоения компетенций	Критерии оценивания*	Оценочные средства** (кол. баллов)
	<p>Отлично владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития; - способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий. 	
<p>Базовый (50 -74 балла) – «хорошо»</p>	<p>Хорошо знает:</p> <p>экологические последствия применения в профессиональной деятельности различного технологического оборудования и биотехнологических процессов;</p> <p>сущность, задачи и значение современной биотехнологии, способы применения полученных знаний и умений в профессиональной деятельности.</p> <p>Хорошо умеет:</p> <p>использовать основные методы генетической и клеточной инженерии для проведения экспериментальных исследований и получения новых видов конечных продуктов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять отечественный и зарубежный опыт и инновационные технологии для управления биотехнологическими процессами; - пользоваться способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях <p>Хорошо владеет:</p> <p>способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий. 	<p>Реферат -10-24 б., экзамен - 40 б.</p>
<p>Пороговый (35 - 49 баллов) – «удовлетворительно»</p>	<p>Удовлетворительно знает:</p> <p>экологические последствия применения в профессиональной деятельности различного технологического оборудования и биотехнологиче-</p>	<p>Реферат -0-14 б. экзамен - 35 б.</p>

Уровни освоения компетенций	Критерии оценивания*	Оценочные средства** (кол. баллов)
	<p>ских процессов; сущность, задачи и значение современной биотехнологии, способы применения полученных знаний и умений в профессиональной деятельности.</p> <p>Удовлетворительно умеет: использовать основные методы генетической и клеточной инженерии для проведения экспериментальных исследований и получения новых видов конечных продуктов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять отечественный и зарубежный опыт и инновационные технологии для управления биотехнологическими процессами; - пользоваться способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях <p>Удовлетворительно владеет: способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий. 	
<p>Низкий (допороговый) (компетенция не сформирована) (менее 35 баллов) – «неудовлетворительно»</p>	<p>Не знает: экологические последствия применения в профессиональной деятельности различного технологического оборудования и биотехнологических процессов;</p> <p>сущность, задачи и значение современной биотехнологии, способы применения полученных знаний и умений в профессиональной деятельности.</p> <p>Не умеет: использовать основные методы генетической и клеточной инженерии для проведения экспериментальных исследований и получения новых видов конечных продуктов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять отечественный и зарубежный опыт и инновационные технологии для управления биотехнологическими процессами; - пользоваться способностью к критическому анализу и оценке современных научных 	<p>экзамен - менее 35 б.</p>

Уровни освоения компетенций	Критерии оценивания*	Оценочные средства** (кол. баллов)
	<p>достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p>Не владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития; -способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.. 	

Все комплекты оценочных средств (контрольно-измерительных материалов), необходимых для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля) подробно представлены в документе «Фонд оценочных средств дисциплины (модуля)».

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1. Основная учебная литература:

1. Биотехнология растений : учебник и практикум для вузов / Л. В. Назаренко, Ю. И. Долгих, Н. В. Загоскина, Г. Н. Ралдугина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 161 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05619-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/538344>
2. Биотехнология : учебник и практикум для вузов / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 384 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16026-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/543823>
3. Биотехнология: Учебник/ И.В.Тихонов, Е.А. Рубан, Т.Н. Грязнева и др.; под ред. Акад. РАСХН Е.С. Воронина.- СПб.: ГИОРД, 2008. – 704с.
4. Смятская, Ю. А. Современная биотехнология : учебное пособие / Ю. А. Смятская, А. Туми. — Санкт-Петербург : Троицкий мост, 2024. — 156 с. — ISBN 978-5-6049611-3-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/403181>
4. Тарова З.Н., Расторгуев С.Л. Ферментные препараты. Получение. Применение: учебное пособие. - Мичуринск, Изд. МичГАУ, 2013.
5. УМКД по дисциплине «Ферментная биотехнология» для обучающихся по научной специальности 1.5.6. Биотехнология». Мичуринск, Мичуринский ГАУ, 2018.
4. Чечина, О. Н. Общая биотехнология : учеб. пособие для вузов / О. Н. Чечина. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 231 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-08291-3. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/9F713447-3653-433F-80AA-8CF4308AA603.

7.2 Дополнительная учебная литература:

1. Биотехнология: Учебник/ И.В.Тихонов, Е.А. Рубан, Т.Н. Грязнева и др.; под ред. Акад. РАСХН Е.С. Воронина.- СПб.: ГИОРД, 2008. – 704с.
2. Бирюков, В.В. Основы промышленной биотехнологии : учебное пособие / В. В. Бирюков. — М. : КолосС, 2004. — 295 с. : ил. — (Для высшей школы).
3. Грачева, И.М. Технология ферментных препаратов/ О.В. Грачева. - М.: Агропромиздат.-1987. - 335 с.
4. Грачева О.В., Технология ферментных препаратов/ О.В. Грачева, А.Ю. Кривова. – М.: Элевар.- 2000. – 512 с.
5. Рогов, И.А. Пищевая биотехнология/ И.А.Рогов, Л.В.Антипова, Г.П. Шуваева. – М.: КолосС.- 2004. – 440 с.
6. Польшгалына Г.В., Чередниченко В.С., Римарева Л.В. Определение активности ферментов. Справочник. /Г.В.Польшгалына, В.С.Чередниченко, Л.В. Римарева– М.: Де Липринт. - 2003. – 375 с.

7.3. Методические указания по освоению дисциплины

1. УМКД по дисциплине «Ферментная биотехнология» для обучающихся по научной специальности 1.5.6. Биотехнология. Мичуринск, Мичуринский ГАУ, 2024.

7.4. Информационные технологии (программное обеспечение и информационные справочные материалы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы)

Учебная дисциплина (модуль) предусматривает освоение информационных и цифровых технологий. Реализация цифровых технологий в образовательном пространстве является одной из важнейших целей образования, дающей возможность развивать конкурентоспособные качества обучающихся как будущих высококвалифицированных специалистов.

Цифровые технологии предусматривают развитие навыков эффективного решения задач профессионального, социального, личностного характера с использованием различных видов коммуникационных технологий. Освоение цифровых технологий в рамках данной дисциплины (модуля) ориентировано на способность безопасно и надлежащим образом получать доступ, управлять, интегрировать, обмениваться, оценивать и создавать информацию с помощью цифровых устройств и сетевых технологий. Формирование цифровой компетентности предполагает работу с данными, владение инструментами для коммуникации.

7.4.1 Электронно-библиотечная системы и базы данных

1. ООО «ЭБС ЛАНЬ» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг от 03.04.2024 № б/н (Сетевая электронная библиотека)
2. База данных электронных информационных ресурсов ФГБНУ ЦНСХБ (договор по обеспечению доступа к электронным информационным ресурсам ФГБНУ ЦНСХБ через терминал удаленного доступа (ТУД ФГБНУ ЦНСХБ) от 09.04.2024 № 05-УТ/2024)
3. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопт»: Коллекции «Базовый массив» и «Колос-с. Сельское хозяйство» (<https://rucont.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа от 26.04.2024 № 1901/БП22)
4. ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (<https://urait.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» от 07.05.2024 № 6555)

5. Электронно-библиотечная система «Вернадский» (<https://vernadsky-lib.ru>) (договор на безвозмездное использование произведений от 26.03.2020 № 14/20/25)

6. База данных НЭБ «Национальная электронная библиотека» (<https://rusneb.ru/>) (договор о подключении к НЭБ и предоставлении доступа к объектам НЭБ от 01.08.2018 № 101/НЭБ/4712)

7. Соглашение о сотрудничестве по оказанию библиотечно-информационных и социокультурных услуг пользователям университета из числа инвалидов по зрению, слабовидящих, инвалидов других категорий с ограниченным доступом к информации, лиц, имеющих трудности с чтением плоскочечатного текста ТОГБУК «Тамбовская областная универсальная научная библиотека им. А.С. Пушкина» (<https://www.tambovlib.ru>) (соглашение о сотрудничестве от 16.09.2021 № б/н)

7.4.2. Информационные справочные системы

11. Справочная правовая система КонсультантПлюс (договор поставки, адаптации и сопровождения экземпляров систем КонсультантПлюс от 11.03.2024 № 11921 /13900/ЭС)

2. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ» (договор на услуги по сопровождению от 15.01.2024 № 194-01/2024)

7.4.3. Современные профессиональные базы данных

1. База данных нормативно-правовых актов информационно-образовательной программы «Росметод» (договор от 15.08.2023 № 542/2023)

2. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU – российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования - <https://elibrary.ru/>

3. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru/>

4. Открытые данные Федеральной службы государственной статистики - <https://rosstat.gov.ru/opendata>

7.4.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

№	Наименование	Разработчик ПО (право-обладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)	Реквизиты подтверждающего документа (при наличии)
1	Microsoft Windows, Office Professional	Microsoft Corporation	Лицензионное	-	Лицензия от 04.06.2015 № 65291651 срок действия: бес-срочно
2	Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	АО «Лаборатория Касперского» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/366574/?sphrase_id=415165	Сублицензионный договор с ООО «Софттекс» от 24.10.2023 № б/н, срок действия: с 22.11.2023 по

					22.11.2024
3	МойОфис Стандартный - Офисный пакет для работы с документами и почтой (myoffice.ru)	ООО «Новые облачные технологии» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301631/?sphrase_id=2698444	Контракт с ООО «Рубикон» от 24.04.2019 № 0364100000819000012 срок действия: бессрочно
4	Офисный пакет «Р7-Офис» (десктопная версия)	АО «Р7»	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/306668/?sphrase_id=4435041	Контракт с ООО «Софттекс» от 24.10.2023 № 0364100000823000007 срок действия: бессрочно
5	Операционная система «Альт Образование»	ООО "Базальт свободное программное обеспечение"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303262/?sphrase_id=4435015	Контракт с ООО «Софттекс» от 24.10.2023 № 0364100000823000007 срок действия: бессрочно
6	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат ВУЗ» (https://docs.antiplagiat.ru)	АО «Антиплагиат» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303350/?sphrase_id=2698186	Лицензионный договор с АО «Антиплагиат» от 23.05.2024 № 8151, срок действия: с 23.05.2024 по 22.05.2025
7	Acrobat Reader - просмотр документов PDF, DjVU	Adobe Systems	Свободно распространяемое	-	-
8	Foxit Reader - просмотр документов PDF, DjVU	Foxit Corporation	Свободно распространяемое	-	-

7.4.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. CDTOWiki: база знаний по цифровой трансформации <https://cdto.wiki/>

7.4.6. Цифровые инструменты, применяемые в образовательном процессе

1. LMS-платформа Moodle
2. Виртуальная доска Миро: miro.com
3. Виртуальная доска SBoard <https://sboard.online>
4. Облачные сервисы: Яндекс.Диск, Облако Mail.ru
5. Сервисы опросов: Яндекс.Формы, MyQuiz
6. Сервисы видеосвязи: Яндекс.Телемост, Webinar.ru
7. Сервис совместной работы над проектами для небольших групп Trello <http://www.trello.com>

7.4.7. Цифровые технологии, применяемые при изучении дисциплины

№	Цифровые технологии выбрать нужное	Виды учебной работы, выполняемые с применением цифровой технологии
1.	Облачные технологии	Лекции Самостоятельная работа
2.	Большие данные	Лекции Самостоятельная работа

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 2/32)	1. Жалюзи горизонтальные на три окна (инв. № 2101065486) 2. Интерактивная доска (инв. № 2101040205) 3. Системный комплект: процессор Intel Original LGA 1150, вентилятор Deepcool THETA 21, материнская плата ASUS H81M-K<S-1150 iH, память DDR3 4 Gd, жесткий диск 500 Gb, корпус MAXcase H4403, блок питания Aerocool 350W (инв. № 21013400740) 4. Проектор Viewsonic PJD6243 DLP 3200 lumens XGA 3000:1 HDMI 3D 5. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.	"1. Microsoft Windows 7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно).
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций,	1. Сушильный шкаф CM 50/250-500-ИИС (инв.№ 41013401713) 2. Весы электронные (инв.№2101040151) 3. Камера КБУ-1 СПУ мод 9001 бактерицидная ультрафиолетовая для хранения стерильных инструментов (инв. № 21013600786)	1. Microsoft Windows 7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно). 2. Microsoft Office 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно).

<p>текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебная лаборатория микробиологии) (г. Мичуринск, учхоз «Роща», 9/29)</p>	<p>4. Колбонагреватель UT- 4100 ULAB (500мл+450 град) (инв.№ 21013600787) 5. Ультразвуковая мойка (ванна) Uitecian-3 DT (3 л) (инв.№ 21013600791) 6. Доска классная (инв.№ 41013602279) 7. Кресло офисное AV 204 PL МК ткань (инв.№ 41013602313) 8. Микроскоп медицинский Биомед 2 (инв.№ 41013401743, 41013401742, 41013401741, 41013401740, 41013401739, 41013401738, 41013401737, 41013401736, 41013401735, 41013401734, 41013401733, 41013401732, 41013401731, 41013401730, 41013401729, 41013401745, 41013401744) 9. Настенный экран Lumien Master Picture 220-220 см (инв.№ 41013401708) 10. Прибор для измерения (НІ 2215-2 микропроцессорный рН/ С - метр с автоматической калибровкой и автотермокомпенсацией) (инв.№ 41013401712) 11. Проектор NEC M361 X (инв.№ 41013401705) 12. Системный комплект: Процессор Intel Original LGA 1155, вентилятор, материнская плата, память, жесткий диск, видеокарта, монитор, устройство для чтения карт памяти, привод, корпус, клавиатура, мышь (инв.№ 41013401698) 13. Стол лабораторный химический (1200х600х750) столешн. пластик/каркас ал. профиль (инв.№ 41013602351, 41013602350, 41013602336, 41013602335, 41013602334, 41013602333, 41013602332, 41013602331, 4103602330, 41013602329, 41013602328, 41013602327, 41013602326, 41013602325, 41013602324, 41013602323, 41013602322) 14. Шейкер-инкубатор ES- 20/60 с платформой P-16/250, BioSan, с держателем для 16 штук 250 мл колб/стак. BS-010135-СК (инв.№ 21013400713) 15. Рефрактометр ИРФ-454Б2М с подсветкой и доп.шкалой. (инв.№ 41013401711) 16. Ультротермостат (инв.№ 1101040311) 17. Шкаф для хранения лабораторной посуды (800х450х1950) полки пластик/каркас ал. профиль с замком (инв. № 41013602357)</p>	
<p>Учебная аудитория для самостоятельной работы (г. Мичуринск,</p>	<p>1. Доска классная (инв. № 2101063508) 2. Жалюзи (инв. № 2101062717) 3. Жалюзи (инв. № 2101062716) 4. Компьютер Celeron E3500, мат. плата</p>	<p>1. Microsoft Windows XP,7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно). 2. Microsoft Office 2003,</p>

ул. Интернациональная, дом № 101, 3/2396)	ASUS, опер.память 2048Mb, монитор 19"АОС (инв.№ 2101045283, 2101045284, 2101045285) 5. Компьютер Pentium-4 (инв.№ 2101042569) 6. Моноблок iRU308 21.5 HD i3 3220/4Gb/500gb/GT630M 1Gb/DVDRW/MCR/DOS/WiFi/white/Web/ клавиатура, мышь (инв. № 21013400521, 21013400520) 7. Компьютер Dual Core E 6500 (инв.№ 1101047186) 8. Компьютер торнадо Core-2 (инв.№ 1101045116, 1101045118, 1101045117) 9. Экран на штативе (инв.№ 1101047182) Компьютерная техника подключена к сети «Интернет» и обеспечена доступом в ЭИОС университета.	2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно). 3. AutoCAD Design Suite Ultimate (договор от 17.04.2015 № 110000940282); 4. nanoCAD (версия 5.1 локальная, образовательная лицензия, серийный номер NC50B-270716 лицензия действительна бессрочно, бесплатная). 5. Программный комплекс «АСТ-Тест Plus» (лицензионный договор от 18.10.2016 № Л-21/16). 6. ГИС MapInfo Professional 15.0 для Windows для учебных заведений (лицензионный договор от 18.12.2015 №123/2015-у)
---	--	--

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования РФ № 951 от 20.10.2021г.

Авторы:

профессор кафедры садоводства,
биотехнологий и селекции
сельскохозяйственных культур,
кандидат биол. наук

Муратова С.А.

доцент кафедры садоводства,
биотехнологий и селекции
сельскохозяйственных культур,
кандидат с.-х. наук

Белосохов Ф.Г.

Рецензент:

профессор кафедры агрохимии,
почвоведения и агроэкологии,
доктор сельскохозяйственных наук

Алиев Т. Г.-Г.

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур (протокол № 7 от 10 марта 2022 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 7 от 21 марта 2022 г.)

Программа утверждена решением учебно-методического совета университета, протокол № 7 от 24 марта 2022 года.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГТ

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур протокол № 11 от 13 июня 2023 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии института фундаментальных и прикладных агробiotехнологий им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 11 от 19 июня 2023 г.)

Программа утверждена решением учебно-методического совета университета, протокол № 10 от 22 июня 2023 года.

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур протокол № 11 от 03 мая 2024 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии института фундаментальных и прикладных агробiotехнологий им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 10 от 20 мая 2024 г.)

Программа утверждена решением учебно-методического совета университета, протокол № 09 от 23 мая 2024 года.

Оригинал документа хранится на кафедре садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур