

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Естественнонаучный институт
Кафедра «Биотехнологий»

Утверждено на заседании кафедры
«Биотехнологий»
«30» января 2023г., протокол № 6

Заведующий кафедрой

_____ О.Н. Понаморева

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Биосинтез и биокатализ»**

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки
19.03.01 Биотехнология

с направленностью (профилем)
Экобиотехнология

Форма обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 190301-01-22

Тула 2023 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик(и):

Акатова Е.В., доцент, к.б.н



(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины (модуля) является формирование представлений о биосинтезе органических веществ и роли ферментов в этом процессе; приобретение основных понятий о различных процессах биосинтеза органических веществ для исследования и решения прикладных задач по защите окружающей среды.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение фундаментальных аспектов утилизации органических загрязнителей микроорганизмами;
- овладение основными законами и путями биосинтеза и биокатализа;

2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина (модуль) изучается в 8 семестре.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

- 1) Теоретические основы биокатализа (код компетенции – ПК-3, код индикатора –ПК-3.4).
- 2) основные технологические этапы производства ферментов и микробной биомассы как основы для получения биокатализаторов (код компетенции – ПК-6, код индикатора –ПК-6.3).

Уметь:

- 1) выделять ферментов из нативных микроорганизмов (код компетенции – ПК-3, код индикатора –ПК-3.4).).
- 2) выбирать оптимальные условия проведения биокаталитических процессов (код компетенции – ПК-6, код индикатора –ПК-6.3)

Владеть:

- 1) навыками работы с ферментами (код компетенции – ПК-3, код индикатора –ПК-3.4).
- 2) технологическими аспектами применения ферментов для получения биотехнологических продуктов (код компетенции – ПК-6, код индикатора –ПК-6.3).

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
8	ДЗ	3	108	24	24	24	-	-	0,25	35,75
Итого	—	3	108	24	24	24	-	-	0,25	35,75
Заочная форма обучения										
8	ДЗ	3	108	2	6	4	-	-	0,25	95,75
Итого	—	3	108	2	6	4	-	-	0,25	95,75

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

4.2 Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
8 семестр	
1	Понятие о науке "Биокатализ". Ферменты – биологические катализаторы; область применения ферментов; проблемы и перспективы. Основные отличия ферментативного и химического катализа (специфичность действия и эффективность реакций).
2	Классификация ферментов. Активные центры ферментов. Структура активных центров ферментов. аминокислотные остатки, входящие в активные центры ферментов, принципы их взаимодействия между собой и со структурными элементами субстратов. Роль гидрофобных и электростатических контактов, водородных связей и ван дер Ваальсовых сил в обеспечении специфичности действия ферментов. Коферменты и простетические группы, их классификация.
3	Кинетика ферментативных реакций. Понятие о величинах констант Михаэлиса (KM) и максимальных скоростей. Уравнение Михаэлиса-Ментен и границы его применимости. Понятие об основных кинетических факторах каталитических процессов. Экспериментальные методы определения термодинамических и кинетических параметров, характеризующих ферментативные процессы. Ингибирование ферментативных реакций. Обратимые и необратимые ингибиторы. Типы ингибирования. Методы описания и определения констант ингибирования.

№ п/п	Темы лекционных занятий
4	Инженерная энзимология Современные методы конструирования ферментов с необходимыми свойствами. Ферменты в органическом синтезе. Ферменты в аналитической химии.
5	Основные технологические этапы производства ферментов и микробной биомассы как основы для получения биокатализаторов Получение посевного материала. Получение производственных культур. Стерилизация питательных сред и аппаратуры. Производственное культивирование микроорганизмов. Факторы, влияющие на биосинтез ферментов в процессе культивирования. Глубинное культивирование микроорганизмов. Получение ферментов из культур микроорганизмов.
6	Технологические особенности получения ферментов различных классов для получения биокатализаторов Получение амилалитических ферментов. Получение целлюлолитических ферментов. Получение липолитических ферментов. Получение протеолитических ферментов. Получение глюкозооксидазы и каталазы.
7	Биокатализаторы на основы ферментов и клеток, полученные путём физической иммобилизации Получение биокатализаторов путём физической иммобилизации: иммобилизация ферментов и клеток путем адсорбции на нерастворимых носителях; иммобилизация ферментов и клеток путем включения в гели; иммобилизация ферментов и клеток с использованием полупроницаемых оболочек (мембран); микрокапсулирование; двойное эмульгирование; включение в волокна.
8	Биокатализаторы на основы ферментов и клеток, полученные путём химической иммобилизации Основные принципы конструирования препаратов ковалентно иммобилизованных ферментов. Химическая структура ферментов и их функциональные группы. Приемы химической (ковалентной) иммобилизации белков.
9	Кинетические закономерности катализа иммобилизованными ферментами Кинетические параметры ферментативных реакций. Влияние иммобилизации на состояние фермента. Эффекты распределения реагентов в катализе иммобилизованными ферментами.
10	Стабильность и регенерация биокатализаторов Воздействия и вещества, вызывающие инактивацию ферментов. Молекулярные механизмы инактивации ферментов. Влияние иммобилизации на инактивацию ферментов. Регенерация биокатализаторов. Регенерация коферментов.
11	Биокаталитические методы защиты окружающей среды Пути биodeградации и биотрансформации ксенобиотиков: нефтяные углеводороды, поверхностно-активные вещества, пестициды, галогенированные углеводороды.
12	Биопрепараты для ремедиации загрязнённых природных экосистем.

Заочная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
8 семестр	
1	Классификация ферментов. Активные центры ферментов. Структура активных центров ферментов. аминокислотные остатки, входящие в активные центры ферментов, принципы их взаимодействия между собой и со структурными элементами субстратов. Роль гидрофобных и электростатических контактов, водородных связей и ван дер Ваальсовых сил в обеспечении специфичности действия ферментов. Коферменты и простетические группы, их классификация.

№ п/п	Темы лекционных занятий
2	Кинетика ферментативных реакций. Понятие о величинах констант Михаэлиса (КМ) и максимальных скоростей. Уравнение Михаэлиса-Ментен и границы его применимости. Понятие об основных кинетических факторах каталитических процессов. Экспериментальные методы определения термодинамических и кинетических параметров, характеризующих ферментативные процессы. Ингибирование ферментативных реакций. Обратимые и необратимые ингибиторы. Типы ингибирования. Методы описания и определения констант ингибирования.

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<i>8 семестр</i>	
1	Ферменты как биокатализаторы. Базы данных по ферментам
2	Особенности ферментативной кинетики.
3	Влияние различных факторов на скорость ферментативной реакции.
4	Контрольная работа №1
5	Управляемая эволюция генов, кодирующих синтез ферментов с целью оптимизации их свойств
6	Выделение и очистка ферментов
7	Способы получения биокатализаторов путём физической иммобилизации ферментов и клеток
8	Способы получения биокатализаторов путём химической иммобилизации ферментов и клеток
9	Особенности биокатализа иммобилизованными ферментами
10	Реактивация инактивированных ферментов
11	Контрольная работа №2
12	Доклады презентацией

Заочная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<i>8 семестр</i>	
1	Ферменты как биокатализаторы. Базы данных по ферментам
2	Особенности ферментативной кинетики. Влияние различных факторов на скорость ферментативной реакции.
3	Пути применения биокатализаторов на основе ферментов различных классов

4.4 Содержание лабораторных работ

Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<i>8 семестр</i>	
1	Изучение кинетических свойств ферментов

№ п/п	Наименования лабораторных работ
2	Применение химического метода иммобилизации ферментов на полимерных носителях
3	Влияние иммобилизации гидролитических ферментов на эффективность ферментативного гидролиза низко- и высокомолекулярных субстратов
4	Изучение действия ферментов животного, растительного и микробного происхождения
5	Амилолитический ферментный комплекс солода
6	Определение активности каталазы
7	Выделение ферментов методом фракционирования
8	Определение активностей ферментов, участвующих в деградации нафталина

Заочная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<i>8 семестр</i>	
1	Определение активностей ферментов, участвующих в деградации нафталина

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<i>8 семестр</i>	
1	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
2	Подготовка к лабораторным работам
3	Подготовка презентации, доклада по дополнительным темам курса
4	Подготовка к контрольным работам №1 и №2
5	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

Заочная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<i>8 семестр</i>	
1	Подготовка к лабораторным работам
2	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
3	Выполнение контрольного задания
4	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
8 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Выполнение лабораторной работы №1	2
		Выполнение лабораторной работы №2	2
		Выполнение лабораторной работы №3	2
		Выполнение лабораторной работы №4	2
		Контрольная работа №1	17
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	3
		Выполнение лабораторной работы №5	2
		Выполнение лабораторной работы №6	2
		Выполнение лабораторной работы №7	2
		Выполнение лабораторной работы №8	2
		Контрольная работа №2	9
		Презентации, доклада по дополнительным темам курса	10
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет		40 (100*)

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Заочная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
8 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Не предусмотрен		
Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет		100

Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

Система оценивания результатов обучения	Оценки	
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуются:

- учебная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием и оборудованная доской для написания мелом (лекционных занятий),
- помещение для проведения учебных занятий, оснащенное лабораторным оборудованием, включая: спектрофотометр, центрифугу, весы аналитические, термостатом, шейкер-инкубатором, бокс с ламинарным вертикальным потоком воздуха, микроволновая печь, холодильник, аквадистиллятор, автоматические пипетки, химическую посуду и химические реактивы (лабораторные занятия).

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Биотехнология защиты окружающей среды : учеб. пособие / О. Н. Пономарева [и др.] — Тула: Изд-во ТулГУ, 2006 .— 115 с.
2. Генетические методы биотехнологии защиты окружающей среды : учеб.- метод. пособие / И. Ф. Пунтус [и др.] — Тула : Изд-во ТулГУ, 2008 .— 123 с.
3. Роль микроорганизмов в трансформации устойчивых органических поллютантов : учеб. пособие для вузов / Л. А. Головлева [и др.] — Тула : Изд-во ТулГУ, 2008 .— 100 с.
- 4.Ершов, Ю. А. Биохимия : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Ю. А. Ершов, Н. И. Зайцева ; под редакцией С. И. Щукина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 323 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10400-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517755>.

7.2 Дополнительная литература

1. Глик, Б. Молекулярная биотехнология: Принципы и применение / Б.Глик, Дж.Пастернак; Пер.с англ.:Н.В.Баскаковой и др., под ред. Н.К. Янковского .— М. : Мир, 2002 .— 589с.
2. Щелкунов, С.Н. Генетическая инженерия : Учеб.пособие для вузов / С.Н.Щелкунов .— 2-е изд.,испр.и доп. — Новосибирск: Сибирск.университет.изд-во, 2004 .— 496с.
3. Березин, И. В. Практический курс химической и ферментативной кинетики : учеб. пособие для ун-тов / И. В. Березин, А. А. Клёсов — М. : Изд-во Моск. ун-та, 1976. — 320 с

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <https://e.lanbook.com/> - ЭБС «Лань», доступ авторизованный
2. <https://urait.ru/> - Образовательная платформа «Юрайт», доступ авторизованный
3. <https://www.iprbookshop.ru/> - Цифровой образовательный ресурс IPR SMART,

доступ авторизованный

4. <https://tsutula.bookonline.ru/> - ЭБС ТулГУ «BookOnLime» учебные издания ТулГУ по всем дисциплинам, доступ авторизованный
5. <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12> - Политематическая база данных периодических изданий [East View](#), доступ авторизованный
6. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» , доступ свободный
7. <https://www.elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека [eLibrary.ru](#), доступ свободный

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Программа для работы с электронными таблицами Microsoft Excel;
3. Программа подготовки презентаций Microsoft PowerPoint;
4. Пакет офисных приложений «МойОфис».

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

КонсультантПлюс: справочная правовая система / Компания «Консультант Плюс». –
Версия Проф, сетевая. - Режим доступа : Компьютерная сеть НБ ТулГУ, свободный. -
Загл. с экрана.