

Б1.В.ДВ.01.01
шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины
(модуля)

Биотрансформация органических соединений

Разработчик (и):
Литвинова М.Ю.
ФИО

ДОЦЕНТ
должность

К.Б.Н.
ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры
микробиологии и биохимии
наименование кафедры

протокол № 10 от 26.03.2024 г.

Заведующий кафедрой микробиологии и биохимии



подпись

Макаревич Е.В.
ФИО

Пояснительная записка

Объем дисциплины 4 з.е.

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-2 Способен применять на практике фундаментальные и прикладные знания и методы биологии в сфере защиты окружающей среды и ликвидации последствий вредного на нее воздействия.	ИД-2 _{ПК-2} Использует процессы биотрансформации и биodeградации ксенобиотиков для охраны окружающей среды и ликвидации последствий вредного на нее воздействия.	Знать: особенности метаболизма ксенобиотиков (реакции биотрансформации органических и неорганических ксенобиотиков) в компонентах экосистем; Уметь: использовать полученную систему знаний для объяснения и прогнозирования возможных экологических последствий присутствия в окружающей среде различных ксенобиотиков; Владеть: представлениями о роли ферментов в осуществлении процессов биотрансформации ксенобиотиков для решения экологических задач.

2. Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение в биотрансформацию. Биотрансформация веществ: история вопроса, круг задач и способы их решения. Основные направления процесса. Отличие биотрансформации от микробиологического синтеза. Методы биотрансформации. Достоинства и недостатки методов биотрансформации. Универсальные реакции трансформации. Собственные реакции трансформации. Субстраты. Требования к идеальному субстрату. Субстраты, обладающие токсичностью. Микроорганизмы-трансформаторы. Политрансформации: монокультурой, смешанными культурами. Последовательные трансформации несколькими культурами. Биотрансформация лекарственных препаратов. Перспективы использования биотрансформации для поддержания экологии. Перспективы развития биотехнологической промышленности на основе биотрансформации. Трансформация растущей культурой. Трансформация суспензиями неразмножающихся клеток. Трансформации, осуществляемые спорами грибов. Методы, основанные на дезорганизации обменных процессов клетки. Применение ингибиторов. Применение мутантов с заблокированным синтезом определенных ферментов. Ферментные препараты и иммобилизованные ферменты (клетки). Экологические, фармакологические, токсикологические и биотехнологические аспекты биотрансформации веществ. Эволюционная общность процессов биотрансформации эндогенных и чужеродных соединений (ксенобиотиков). Структурно-функциональная организация системы биотрансформация чужеродных соединений. Пути поступления ксенобиотиков в организм. Общая характеристика процесса биотрансформации ксенобиотиков в организме. Локализация, многостадийность процесса, его роль в поддержании гомеостаза. Критерии оценки функционального состояния системы биотрансформации ксенобиотиков. Связь между отдельными компонентами системы метаболизма ксенобиотиков и сопряженными с ней системами. Участие ферментов биотрансформации ксенобиотиков в метаболизме эндогенных соединений.

Тема 2. Основные типы реакций и ферментные системы участвующие в биотрансформации ксенобиотиков.

Окислительно-восстановительные реакции.

1. Моноаминоксидазные реакции. Моноаминоксидаза.
2. Реакции окисления спиртов. Алкогольдегидрогеназа. Каталаза. Микросомальная этанолюкисляющая система.
3. Реакции окисления и восстановления альдегидов. Альдегиддегидрогеназа. Альдегидоксидаза.
4. Монооксигеназные реакции.

Структурная организация монооксигеназной системы и характеристика ее основных компонентов. Цитохром P-450. НАДФН цитохром P-450 редуктаза. Цитохром b₅. НАДН цитохром b₅ редуктаза. Роль фосфолипидов мембран в функционировании микросомальных оксигеназ. Лимитирующие звенья монооксигеназных реакций. Индукторы и ингибиторы микросомальных оксигеназ. Псевдопероксидазные реакции и их роль в биотрансформации ксенобиотиков и эндогенных соединений.

Реакции гидролиза. Эпоксидгидролаза.

Реакции конъюгации.

1. Конъюгация с глутатионом. Глутатион S-трансферазы.
2. Конъюгация с сульфатами. Сульфотрансфераза.
3. Конъюгация с УДФ -глюкуроновой кислотой. УДФ-глюкуронозилтрансфераза.
4. Реакции метилирования. Метилтрансфераза.
5. Конъюгация с аминокислотами. Ацил-КоА - синтетаза. N-ацилтрансфераза.
6. Конъюгация с сахарами. УДФ -глюкозопирофосфорилаза. УДФ - глюкозилтрансфераза.
7. Конъюгация с ацетильными группами. N -ацетилтрансферазы.

Тема 3. Загрязнение биосферы. Типы глобального химического загрязнения биосферы. Эколого-токсикологическая характеристика основных типов химического загрязнения биосферы. Классификация ксенобиотиков. Природные и антропогенные вещества, их роль для окружающей среды. Три критерии оценки естественного и антропогенного воздействия (количественный фактор, фактор времени и токсичность). Основные причины, усложняющие экологическую проблему. Органические и неорганические ксенобиотики-токсиканты. Органические (фенолы, спирты, углеводороды, альдегиды и кетоны, галогенпроизводные, эфиры и т. д.). Полиароматические углеводороды, диоксины. Газообразные вещества. Тяжелые металлы. Удобрения. Ксенобиотики, используемые в хозяйственной деятельности, медицине. Пестициды. Поверхностно-активные вещества. Полимеры. Лекарственные препараты. Элементоорганические (фосфорорганические, ртутьорганические и другие). Неорганика (металлы и их оксиды, кислоты, основания).

Тема 4. Особенности метаболизма ксенобиотиков у филогенетически различных организмов. Биотрансформация ксенобиотиков у растений. Биотрансформация ксенобиотиков у животных. Биотрансформация ксенобиотиков микроорганизмами. Роль биотрансформации в адаптации организмов к воздействию негативных физических и химических факторов окружающей среды. Механизмы устойчивости растений и насекомых к гербицидам и инсектицидам.

Тема 5. Биотрансформация алифатических соединений. Биотрансформация алифатических соединений. Окисление терминального атома углерода. Детерминальное окисление. Субтерминальное окисление. Образование воскоподобных эфиров или гликолипидов. Микробиологические трансформации углеводов. Примеры трансформации углеводов. Пути метаболизма углеводов. Окисление полиолов. Получение альдоновых кислот. Восстановление углеводов. Изомеризация углеводов.

Тема 6. Биотрансформация ароматических соединений. Микроорганизмы, как деструкторы ароматических соединений. Реакции гидроксирования ароматического кольца. Пути микробиологической трансформации до катехола и протокатехоата. Трансформация алкилзамещенных ароматических углеводородов: ассимиляция в качестве источника углерода и трансформация в условиях кометаболизма.

Тема 7. Биотрансформация углеводов и гетероциклических соединений

Типы реакций микробиологической биотрансформации углеводов: окисление, восстановление, изомеризация. Использование микробиологической биотрансформации для промышленного получения диоксиацетона, L-сорбозы, ксилита. Микробиологическая биотрансформация гетероциклических соединений. Биотрансформация производных индола и пиридина. Биотрансформация гетероциклических соединений. Пиридиновые соединения: трансформация никотиновой, пиколиновой и дипиколиновой кислот, никотина. Реакции в условиях кометаболизма. Трансформация индолов, изохиналина и других представителей. Гидроксилирование производных.

Тема 8. Биотрансформация природных и полусинтетических алкалоидов.

Биотрансформация природных и полусинтетических алкалоидов. Алкалоиды, свойства, классификация, биологическая роль, основные представители.

Тема 9. Биотрансформация антибиотиков.

Антибиотики. История их открытия и их место в современном мире. Основные группы антибиотиков: β -лактамные антибиотики, аминогликозидные, тетрациклиновые, полиеновые, антибиотики-макралиды, ансамициновые. Биотрансформация пенициллинов: инактивация и трансформация. Биотрансформация аминогликозидных антибиотиков: инактивация и трансформация. Биотрансформация тетрациклиновых антибиотиков: инактивация и трансформация. Трансформация рифамицина. Биотрансформация тетрациклиновых антибиотиков: инактивация и трансформация. Трансформация рифамицина.

Тема 10. Биотрансформация стероидов.

Стероиды: строение, классификация. Особенности строения и реакционной способности стероидных молекул. Промышленное получение стероидных препаратов. Основные типы стероидных молекул. Микробиологическое гидрокселирование стероидов. Дегидрогенизация. Микробиологическое восстановление. Превращение окси- и кетогруппы. Отщепление боковых цепей. Гидролиз эфиров стероидов. Химическая структура стероидов и их распространение в природе. Типы реакций микробиологической биотрансформации стероидов. Биологическое значение микробиологической биотрансформации стероидов. Биотрансформация стероидов в аэробных условиях. Аэробная деградация холестерина, тестостерона, эстрогена. Генетические детерминанты аэробной деградации стероидов. Биотрансформация стероидов в анаэробных условиях. Анаэробная биотрансформация холестерина и желчных кислот кишечной микробиотой. Биотрансформация стероидов денитрифицирующими бактериями. Гены, обуславливающие способность микроорганизмов к биотрансформации стероидов в анаэробных условиях. Промышленное использование микробиологической биотрансформации для получения стероидных гормонов. Получение кортизона, гидрокортизона, преднизолон. Пути интенсификации микробиологической биотрансформации стероидов, имеющих промышленное значение.

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению лабораторных работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);

- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

Основная литература:

1. Конопатов, Ю. В. Основы экологической биохимии: учебное пособие / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 136 с. — ISBN 978-5-8114-2489-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213023>
2. Марченко, Б. И. Экологическая токсикология: учебное пособие / Б. И. Марченко; Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. — Ростов-на-Дону; Таганрог : Южный федеральный университет, 2017. — 104 с. : ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499758>
3. Мифтахутдинов, А. В. Токсикологическая экология: учебник / А. В. Мифтахутдинов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-4227-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206489>
4. Музафаров, Е. Н. Экологическая биотехнология: учебное пособие для вузов / Е. Н. Музафаров. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 120 с. — ISBN 978-5-8114-9290-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/233231>

Дополнительная литература:

5. Бирюков, В. В. Основы промышленной биотехнологии : учеб. пособие для вузов / В. В. Бирюков. - Москва : КолосС : Химия, 2004. - 294, [1] с. - (Для высшей школы). - ISBN 5-9532-0231-8. - ISBN 5-98109-008-1 : 252-38. — 5 шт.
6. Макаревич, Е. В. Антибиотики и ксенобиотики : учеб. пособие для вузов по дисциплинам "Антибиотики", "Учение об антибиотиках и ксенобиотиках" по прогр. подгот. бакалавров и магистров направления 020400 "Биология" / Е. В. Макаревич, О. Ю. Богданова; Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск: Изд-во МГТУ, 2015. - 243 с. : ил. - Имеется электрон. аналог 2015 г. - Библиогр.: с. 243. — 60 шт.
7. Общая фармакология: учебное пособие / М. И. Рабинович, Г. А. Ноздрин, И. М. Самородова, А. Г. Ноздрин. — 2-е изд. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 272 с. — ISBN 5-8114-0652-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210149>
8. Сотникова, Е. В. Техносферная токсикология: учеб. пособие для вузов / Е. В. Сотникова, В. П. Дмитренко. - Санкт-Петербург; Москва ; Краснодар : Лань, 2013. - 399 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 395-396. - ISBN 978-5-8114-1329-4 : 779-90. — 10 шт.
9. Сотникова, Е. В. Техносферная токсикология: учебное пособие / Е. В. Сотникова, В. П. Дмитренко. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-1329-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212033>
10. Тихонов, Г. П. Основы биотехнологии: методические рекомендации : методическое пособие / Г. П. Тихонов, И. А. Минаева ; Московская государственная академия водного транспорта. — Москва: Альтаир: МГАВТ, 2009. — 133 с. : табл., схем., ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430056>

6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- 1) Государственная система правовой информации - официальный интернет-портал правовой информации- URL: <http://pravo.gov.ru>
- 2) Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»_- URL: <http://window.edu.ru>
- 3) Справочно-правовая система. Консультант Плюс - URL: <http://www.consultant.ru/>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

- 1) *Офисный пакет Microsoft Office 2007*
- 2) *Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader*

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ;

Допускается частичная замена оборудования его виртуальными аналогами.

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения	
	Очная	
	Семестр	Всего часов
1		
Лекции	20	20
Лабораторные работы	30	30
Самостоятельная работа	94	94
Подготовка к промежуточной аттестации		
Всего часов по дисциплине	144	144
/ из них в форме практической подготовки	/30	/30
Экзамен	-	-
Зачет/зачет с оценкой	1/-	1/-

Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п/п	Темы лабораторных работ
1	Определение ферментов у микроорганизмов с помощью системы индикаторных бумажек (определение оксидазной активности, определение утилизации углеводов и многоатомных спиртов, определение индолобразования, определение уреазной активности, определение декарбоксилаз лизина, орнитина и дегидролазы аргинина и т.д.).
2	Оценка биофлокулирующей активности у микроорганизмов.
3	Фосфатаккумуляционная способность микроорганизмов.
4	Определение липазной активности у микроорганизмов.
5	Определение аммонийной активности у микроорганизмов.
6	Исследование желатиназной активности у микроорганизмов.
7	Оценка окисления хитина микроорганизмами, методом БПК.