Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
факультет Почвоведения

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана П.В.Красильников /_____ /

«___» _____20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Экологическая биохимия

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки (специальность):

05.03.06 «Экология и природопользование»

Направленность (профиль) ОПОП:

Управление земельными ресурсами и биологический контроль окружающей среды

Форма обучения: очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией факультета почвоведения (протокол №_____, дата _____)

Москва 2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» бакалавриата.

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В. Ломоносова от *28 декабря 2020 года (протокол №7)*..

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП:**
Вариативной части, профессиональная дисциплина

2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**
Для освоения дисциплины необходимо освоение общенаучных дисциплин базовой части учебного плана бакалавра — «Биология», «Ботаника», «Зоология», «Общая экология»,

3. **Планируемые результаты обучения в результате освоения дисциплины, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников:**

Компетенции выпускников (коды)	**Индикаторы (показатели) достижения компетенций**	**Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями**
Б-СПК-5. Способен использовать в профессиональной деятельности теорию общей экологии, умеет анализировать научную литературу	**СПК-5.1** Применяет на практике знания об особенностях химического состава, строении клеток прокариотных и эукариотных микроорганизмов	Знать строение и синтез биоорганических соединений и их роль в функционировании прокариотных и эукариотных клеток. Владеть современной классификацией биоорганических веществ.
	СПК-5.2. Анализирует научную литературу	Владеть навыками работы с научной литературой: подбора материала по теме обобщения и подготовке литературного обзора.
Б-СПК-6. Способен применять в профессиональной деятельности знания о физиологических особенностях основных групп почвенных организмов и их роли в биосферных процессах	**СПК-6.1** Применяет на практике знания о физиологических особенностях основных групп почвенных организмов	Знать основные метаболические пути синтеза первичных и вторичных метаболитов микробными клетками.
	СПК-6.2 Использует в профессиональной деятельности знания о роли основных групп почвенных организмов в биосферных процессах.	Знать вклад почвенных микроорганизмов и их биохимических процессов в круговорот вещества и энергии в биосфере и взаимодействие в экосистемах.

4. **Объем дисциплины** *3* з.е.**,** в том числе *60* академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, *48* академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. **Формат обучения** *очный*

6. **Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам, с указанием отведенного на них количества академических часов, и виды учебных занятий**:

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины / форма текущей аттестации	**Всего (часы)**	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)					**Самостоятельная работа обучающегося**		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (семинары)	Занятия семинарского типа (лабораторные)	Занятия семинарского типа (практические)	**Всего**	Работа с научной и учебной литературой	Подготовка докладов и сообщений	**Всего**
Раздел 1. Основные органические соединения клетки	40	14	10			24	8	8	16
Тема 1.1. Предмет и задачи экологической биохимии.	2	2				2			
Тема 1.2. Аминокислоты, пептиды, белки, ферменты	6	2	2			4		2	2
Тема 1.3. Понятие о метаболизме клетки. Метаболизм белков	6	4				4	2		2
Тема 1.4. Нуклеиновые кислоты, состав, строение. Метаболизм	8	2	2			4	2	2	4

Тема 1.5. Углеводы. Строение. Метаболизм.	8	2	2			4	2	2	4
Тема 1.6. Липиды. Строение. Метаболизм.	6	2	2			4		2	2
Тема 1.7. Витамины. Участие в метаболизме клетки	4		2			2	2		2
Раздел 2. Биохимические основы взаимодействий организмов с факторами внешней среды.	36	10	10			20	10	6	16
Тема 2.1. Вторичные метаболиты.	4	2				2		2	2
Тема 2.2. Биохимический ответ организмов на изменение абиотических факторов среды. Адаптации.	8	2	2			4	2	2	4
Тема 2.3. Биохимические взаимодействия между организмами в водной, наземной среде и почве	4		2			2	2		2
Тема 2.4. Биохимические взаимодействия между микроорганиз-мами.	4		2			2	2		2
Тема 2.5. Биохимические	8	2	2			4	2	2	4

взаимодействия между водорослями, грибами и растениями.									
Тема 2.6. Биохимические взаимодействия между животными.	2	2				2			
Тема 2.7. Гормональные взаимодействия между растениями и животными.	6	2	2			4	2		2
Раздел 3. Биохимические аспекты трансформации ксенобиотиков.	26	10	6			16	4	6	10
Тема 3.1. Эколого-биохимические аспекты трансформации ксенобиотиков.	8	2	2			4	2	2	4
Тема 3.2. Концепция двухфазного метаболизма ксенобиотиков	2	2				2			
Тема 3.3. Реакции первой фазы метаболизма	4	2				2		2	2
Тема 3.4. Реакции второй фазы метаболизма	2	2				2			
Тема 3.5. Пестициды. Трансформация	4		2			2	2		2

пестицидов в клетке и внешней среде									
Тема 3.6. Прикладные аспекты экологической биохимии	6	2	2			4		2	2
Форма текущей аттестации по разделу	*Подготовка и представление докладов и рефератов, коллоквиумы, тесты*								
Промежуточная аттестация	*Экзамен*						6		
Итого:	**108**								

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

Раздел 1. Основы органические соединения клетки

Тема 1.1. Предмет и задачи экологической биохимии.

Краткая история возникновения и основные этапы развития экологической биохимии. Значение экологической биохимии для экологии. Химический состав клетки. Общая характеристика соединений, входящих в состав клетки, их роль и значение в биохимических процессах. Вода. Состояние воды в клетке и роль различных форм воды в биохимических процессах. Металлы, макро-, микро- и ультрамикроэлементы.

Тема 1.2. Аминокислоты, пептиды, белки, ферменты

Биологические функции белков и пептидов. Химический состав белков и пептидов. Аминокислоты, строение, свойства. Пептидная связь. Глобулярные и фибриллярные белки. Первичная, вторичная, третичная, четвертичная и надмолекулярные структуры белка. α-спираль и β-складчатый слой, β-изгиб, “шпилька”. Простые и сложные белки. Классификация белков. Ферменты. Общая характеристика и свойства ферментов. Кинетика ферментативного катализа. Специфичность и обратимость действия ферментов. Лабильность ферментов, зависимость от факторов внешней среды. Химическая природа ферментов: одно- и двухкомпонентные ферменты. Номенклатура и классификация ферментов. Классы ферментов: оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы, лигазы.

Тема 1.3. Понятие о метаболизме клетки. Метаболизм белков

Метаболизм белков. Общие представления о метаболизме. Метаболические пути Понятие о метаболизме клетки (общая схема). Центральный и периферический метаболизм. Катаболизм и анаболизм. Катаболизм (три стадии). Анаболизм (три стадии). Амфиболизм. Периферический метаболизм. Метаболизм белков. Катаболизм и анаболизм аминокислот**.** Синтез аминокислот, семейства аминокислот (общая схема). Разложение аминокислот: дезаминирование, декарбоксилирование, переаминирование, прямое аминирование.

Тема 1.4. Нуклеиновые кислоты, состав, строение. Метаболизм

Состав и строение ДНК и РНК. Пуриновые и пиримидиновые основания, нуклеозиды и нуклеотиды. Структура нуклеиновых кислот. Строение и биологические функции РНК: мРНК, тРНК, рРНК, мяРНК, гяРНК. Нуклеотидный состав ДНК и РНК, правила Чаргаффа. Специфичность нуклеиновых кислот и систематика микроорганизмов. 16S рРНК и 18S рРНК в систематике организмов. Метаболизм нуклеиновых кислот. Синтез пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов (общая схема). Синтез дезоксирибонуклеотидов. Репликация ДНК. Транскрипция: биосинтез мРНК, тРНК, рРНК. Трансляция. Аминокислотный код. Значение ДНК, мРНК, тРНК, рРНК в синтезе белка. Локализация процесса синтеза белка в клетке. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) и применение экологии и идентификации. Методы определения последовательности нуклеотидов в нуклеиновых кислотах (секвенирование). Каталоги последовательностей и их сравнение.

Тема 1.5. Углеводы. Строение. Метаболизм

Распространение в природе и биологическая роль углеводов. Классификация и номенклатура углеводов: моносахариды, олигосахариды, полисахариды. Строение и свойства моносахаридов, стереоизомерия, мутаротация. Альдозы и кетозы: важнейшие представители (глюкоза, фруктоза). Гомо- и гетероолигосахариды. Редуцирующие (мальтоза, целлобиоза) и нередуцирующие сахара (сахароза, трегалоза). Гомо- и гетерополисахариды (гомо- и гетерогликаны): крахмал, гликоген, гемицеллюлозы, целлюлоза, пектиновые вещества, хитин, агар-агар). Строение, свойства, биологическая роль. **Метаболизм углеводов**. Метаболизм углеводов. Основные пути катаболизма глюкозы. Гликолиз - центральный путь катаболизма глюкозы. Дыхание, цикл лимонной кислоты. Пентозофосфатный цикл (шунт). Окислительный путь расщепления глюкозы,

фосфокетолазный путь. Центральный путь биосинтеза углеводов (глюконеогенез). Синтез крахмала и гликогена.

Тема 1.6. Липиды. Строение. Метаболизм.

Роль липидов в жизнедеятельности организмов, локализация в клетке. Классификация и номенклатура липидов. Простые, сложные, предшественники и производные липидов. Ацилглицерины и воска. Строение и свойства жирных кислот. Фосфоацилглицерины. Сфинголипиды. Гликолипиды. Стероиды. Каротиноиды (терпены). Биологические мембраны, структура и функции. Метаболизм липидов. Катаболизм и анаболизм липидов. Синтез жирных кислот (общая схема). Синтез триацилглицеринов, фосфолипидов и стеролов. Гидролиз липидов. α-, β-, омега-окисление жирных кислот (общие схемы).

Тема 1.7. Витамины. Участие в метаболизме клетки

Классификация витаминов. Жирорастворимые витамины: А, Д, К, Е. Водорастворимые витамины: B_1, B_2, B_6, B_{12}, пантотеновая кислота, PP, биотин, инозит, фолиевая кислота. Связь витаминов с ферментами (кофакторы). Участие витаминов в обмене веществ организма. Биологическая роль витаминов. Потребность различных организмов в витаминах. Антивитамины. Использование микроорганизмов как продуцентов витаминов.

Раздел 2. Биохимические основы взаимодействий организмов с факторами внешней среды.

Тема 2.1. Вторичные метаболиты

Синтез вторичных метаболитов в клетке. Представление о путях синтеза у разных организмов, связь с синтезом первичных метаболитов. Участие вторичных метаболитов в эколого-биохимических взаимодействиях с абиотическими и биотическими факторами среды. Внутривидовые и межвидовые взаимодействия. Классификация типов биохимических взаимодействий по М. Барбье.

Тема 2.2. Биохимический ответ организмов на изменение абиотических факторов среды. Адаптации

Основные абиотические факторы окружающей среды (температура, давление, напряженность геомагнитного поля, радиационное воздействие, действие ксенобиотиков) и воздействие их на организмы. Адаптация. Механизмы адаптации на уровне клетки, организма, популяции, экосистемы. Стресс и антистресс. Гипотеза Селье. Окислительный стресс – основной механизм токсического действия стрессоров на уровне клетки. Свободные радикалы, механизмы защиты клетки от свободных радикалов. Биохимическая адаптация растений к окружающей среде (климатические условия, почва, тяжелые металлы).

Тема 2.3. Химические и биохимические взаимодействия между организмами в водной, наземной среде и почве

Особенности химические и биохимические взаимодействия между организмами в водной, наземной среде и почве. Внутривидовые и межвидовые взаимодействия. Внутрипопуляционные взаимодействия и гетерогенность популяции. Классификация типов биохимических взаимодействий по М. Барбье. Другие классификации.

Тема 2.4. Биохимические взаимодействия между микроорганизмами.

Антибиотики. Классификации антибиотиков. Классификация антибиотиков по механизму биологического действия: ингибиторы синтеза клеточной стенки, антибиотики, нарушающие функцию мембран клетки, ингибиторы синтеза нуклеиновых кислот, синтеза белка, дыхания, окислительного фосфорилирования. Экологическая роль антибиотиков. Антибиотики как «информобиотики». Аутоиндукторы. Агенты межклеточной коммуникации микроорганизмов («язык бактерий»), роль в процессе образования биопленок, «кворум-сенсинге».

Тема 2.5. Биохимические взаимодействия между водорослями, грибами и растениями.

Взаимодействия с участием грибов. Гифосфера, микоризосфера. Внутривидовые (половые феромоны, хемоаттактанты). Взаимодействия с участием водорослей Соединения, участвующие в межвидовых взаимодействиях: грибы–грибы, грибы–водоросли, грибы– животные, грибы–высшие растения. Внутривидовые взаимодействия (половые феромоны и аттрактанты, аутоингибиторы). Межвидовые взаимодействия (водоросли–водоросли, водоросли–грибы, водоросли–животные). Антифунгальные соединения, токсины, детерренты. Антимикотики. Межвидовые взаимодействия (аллелопатия). Растения и растения (аллелопатия). Экологическое значение аллелопатии. Растения и грибы (симбиоз, микориза). Фитоалексины и фитотоксины. Биохимические основы устойчивости растений к заболеваниям. Растения и животные (хеморегуляторы пищевого поведения фитофагов, онтогенеза и плодовитости).

Тема 2.6. Биохимические взаимодействия между животными.

Взаимодействия с участием животных. Внутривидовые взаимодействия (феромоны: релизеры и праймеры). Межвидовые взаимодействия (алломоны и кайромоны). Пищевой преферендум у животных. Биохимические основы выбора растений насекомыми. Вторичные метаболиты как пищевые аттрактанты и детерренты. Эволюция пищевых детеррентов у высших растений. Растительные токсины, действие на животных.

Тема 2.7. Гормональные взаимодействия между растениями и животными.

Эстрогены растений. Гормоны линьки насекомых в растениях. Взаимоотношения дрозофилы и кактуса. Ювенильные гормоны насекомых и растения. Взаимодействие с помощью феромонов. Феромоны и защитные вещества животных. Феромоны насекомых, млекопитающих. Взаимосвязь гормональных соединений растений и животных.

Раздел 3. Биохимические аспекты трансформации ксенобиотиков

Тема 3.1. Эколого-биохимические аспекты трансформации ксенобиотиков

Чужеродные соединения (ксенобиотики). Разнообразие содержания ксенобиотиков в пище, медикаментах, продуктах химического производства и других сферах жизнедеятельности человека. Неорганические и органические ксенобиотики природного и синтетического происхождения. Канцерогены как ксенобиотики и их классификация. Свойства ксенобиотиков, определяющие их токсичность и способность к биодеградации. Понятие о метаболизме ксенобиотиков

Тема 3.2. Концепция двухфазного метаболизма ксенобиотиков

Биологические системы, осуществляющие трансформацию ксенобиотиков. Специфика I и II фазы метаболизма ксенобиотиков. Связь I и II фазы метаболизма ксенобиотиков. Многостадийность и повторяемость. Метаболические превращения внутри клетки и во внешней среде. Детоксификация как функция химической защиты. Усиление токсичности (токсификация) как негативное проявление действия ксенобиотиков.

Тема 3.3. Реакции первой фазы метаболизма

Структура и функция микросомной монооксигеназной системы (МОС). Общие представления о функционировании ферментов монооксигеназной системы животных и человека. Активация кислорода как универсальный механизм действия ферментов МОС. Микросомальная цепь переноса электронов. Основные реакции, осуществляемые цитохромом Р450. Современные представления о строении Р450. Индукция ферментов МОС. Молекулярные механизмы активации генов Р450 и других ферментов, метаболизирующих ксенобиотики

Тема 3.4. Реакции второй фазы метаболизма

Ферменты 2-ой фазы метаболизма ксенобиотиков. Глюкуронидизация как один из основных механизмов коньюгации ксенобиотиков и эндогенных соединений. Роль трансфераз в процессах детоксификации. Реакции ацетилирования. Микросомальная эпоксидгидролаза в катализе особо токсических соединений

Тема 3.5. Пестициды. Трансформация пестицидов в клетке и внешней среде

Метаболизм пестицидов и других промышленных химикатов. Пестициды и инсектициды. Полихлорированные углеводороды. Дихлорбензолы. Фосфорорганические соединения. Карбаматы. Фенолы. Природные вещества (никотин, стрихнин). Продукты промышленного производства. Хлорированные алифатические соединения и алифатические спирты. Ароматические углеводороды, нитросоединения и амины. Пищевые токсины. Биологические эффекты и последствия. Токсификация как негативное проявление действмя ксенобиотиков. Биоактивация и детоксификация промышленных загрязнителей среды. Роль реактивных метаболитов в процессах токсификации (на примере метаболизма бензпирена как потенциального канцерогена). Механизмы тератогенеза. Современные представления о механизмах химического канцерогенеза.

Тема 3.6. Прикладные аспекты экологической биохимии

Значение биохимических сенсоров и биохимических взаимодействий разного уровня в биологическом контроле окружающей среды. Биологический контроль. Практические аспекты применения микробных препаратов для аугментации и ремедиации окружающей среды. Микробные препараты для борьбы с загрязнения почвы и водных сред ксенобиотиками.

7. **Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине**:

7.1. **Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля:**

Раздел 1. Основы общей биохимии.

Темы докладов семинар 1. Аминокислоты и белки: строение, функции, методы определения.

1. Как образовались первые полимеры. Теория Опарина-Миллера.
2. Строение и функции пептидов (нейропептиды, гормоны, антибиотики).
3. Коллагеновая спираль.
4. Разделение аминокислот при помощи хроматографии. Нингидриновая реакция. Аминокислотный анализатор. Определение аминокислотного состава белка.
5. Определение последовательности аминокислот в белках и пептидах.
6. Серповидноклеточная анемия.
7. Молекулярные патологии человека, связанные с синтезом аминокислот.
8. Синтез аминокислот микроорганизмами.

Темы докладов семинар 2. Нуклеиновые кислоты: строение, функции, методы определения.

1. Методы определения молекулярного % ГЦ.
2. Определение последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК (метод Максама-Гилберта, метод Сэнгера).
3. Свойства НК, используемые в систематике и идентификации прокариот. Гибридизация ДНК.
4. ПЦР, значение и использование в систематике и идентификации микроорганизмов.
5. Нобелевские премии последних лет за работы в области физиологии, химии и медицины (выбрать наиболее интересные, на Ваш взгляд).
6. FISH-анализ в экологии и систематике микроорганизмов.
7. Метагеномика в экологии микроорганизмов. Пиросеквенирование РНК (ДНК).
8. Теломеры и теломераза. Гипотеза старения организмов.

Раздел II. Биохимические основы взаимодействий между организмами

Темы докладов семинар 1. Биохимический ответ организмов на изменение абиотических факторов среды.

1. Экологические функции вторичных метаболитов (с примерами).
2. Стресс и антистресс. Гипотеза Селье.
3. Образование активных форм кислорода в клетках в условиях стресса.
4. «Язык бактерий», его роль в процессе образования биопленок.
5. Антибиотики как «информобиотики».
6. Ауторегуляторные факторы перехода клеток бактерий в покоящееся состояние (индукторы анабиоза).

Темы докладов семинар 2. Биохимические основы взаимодействий между организмами

1. Химические соединения, участвующие в межвидовых взаимодействиях (грибы – грибы, грибы – водоросли, грибы – животные, грибы – высшие растения).
2. Химические соединения, участвующие в межвидовых взаимодействиях между растениями. Аллелопатия. Калифорнийский чапараль.
3. Химические соединения, участвующие в межвидовых взаимодействиях между животными.
4. Биохимия любви и ненависти.
5. Биохимия опыления растений.
6. Хеморегуляторы пищевого поведения фитофагов, онтогенеза и плодовитости.
7. Эволюция пищевых детеррентов у высших растений.

Раздел III. Эколого-биохимические аспекты трансформации ксенобиотиков

Темы докладов семинар 1. Трансформация ксенобиотиков микроорганизмами

1. Детоксификация ксенобиотиков – функция химической защиты организмов.
2. Две фазы трансформации ксенобиотиков.
3. Основные реакции, осуществляемые цитохромом Р450. Современные представления о строении Р450.
4. Микросомная монооксигеназная система (МОС), специфика функционирования у различных групп живых организмов.
5. Плазмиды деградабельности ксенобиотиков.
6. Токсификация как негативное проявление действия ксенобиотиков.
7. Пищевые токсины. Биологические эффекты и последствия.
8. Использование биохимических сенсоров в биологическом контроле окружающей среды.

Темы докладов семинар 2. Прикладные аспекты экологической биохимии.

1. Значение биохимических сенсоров в биологическом контроле.
2. Биохимические взаимодействия разного уровня в биологическом контроле окружающей среды.
3. Биологический контроль.

Рекомендуемые темы рефератов и презентаций:

1. Краткая история возникновения и основные этапы развития экологической биохимии.
2. Современные хроматографические методы определения качественного и количественного аминокислотного состава пептидов и белков.
3. Методы определения последовательности аминокислот в пептидах и белках.
4. Современные хроматографические методы определения качественного и количественного азотистых оснований, входящих в состав нуклеиновых кислот.
5. Методы определения последовательности нуклеотидов в нуклеиновых кислотах.

6. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) и применение в таксономии микроорганизмов и экологии микроорганизмов.
7. Методы сиквенирования и пиросиквенирования.
8. Метагеномика и протеомика.
9. Участие витаминов в процессах обмена в организме.
10. Микробные производства аминокослот, нуклеотидов, ферментов.
11. Стресс и антистресс. Гипотеза Селье.
12. «Язык бактерий», его роль в процессе образования биопленок.
13. Антибиотики как «информобиотики».
14. Хеморегуляторы пищевого поведения фитофагов, онтогенеза и плодовитости.
15. Эволюция пищевых детеррентов у высших растений.
16. Детоксификация как функция химической защиты.
17. Основные реакции, осуществляемые цитохромом P450. Современные представления о строении P450.
18. Использование биохимических сенсоров в биологическом контроле окружающей среды.

7.2. **Типовые контрольные вопросы, задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации:**

Раздел I. Основы общей биохимии.

1. Аминокислоты (общая формула), строение и свойства. Заменимые и незаменимые аминокислоты.
2. Алифатические аминокислоты (гли, ала, вал, лей, илей), их свойства.
3. Серосодержащие аминокислоты (цис, мет), значение в создании структуры белка.
4. Ароматические аминокислоты и иминокислоты (фала, тир, трип, про), их свойства.
5. Нейтральные аминокислоты (сер, трео, асн, глн), их свойства.
6. Кислые аминокислоты (асп, глу), их амиды, значение в обмене азота в клетке.
7. Основные (гис, лиз, арг) аминокислоты, их свойства.
8. Строение белков и пептидов, пептидная связь.
9. Первичная, вторичная, третичная, четвертичная структура белка. Альфа-спираль, бета-складчатый слой, «шпилька».
10. Номенклатура и классификация ферментов. Классы ферментов.
11. Строение и состав ДНК. Азотистные основания, сахара.
12. Строение и состав РНК. азотистые основания, сахара.
13. Строение и свойства моносахаридов. Альдозы и кетозы. Конформационные свойства.
14. Гомополисахариды (крахмал, целлюлоза) и гетерополисахариды.
15. Липиды: жиры, воска.
16. Фосфолипиды: фосфатидовые кислоты, фосфатиды.
17. Сфинголипиды.
18. Производные липидов: каротиноиды, стерины, стероиды.

Раздел II. Биохимические основы взаимодействий между организмами

1. Экологические функции вторичных метаболитов (с примерами).
1. Классификация взаимодействий между организмами, опосредованных химическими соединениями.
1. Химические соединения, участвующие во взаимодействиях между микроорганизмами (антибиотики, аутоиндукторы).
2. Химические соединения, участвующие во взаимодействиях с участием грибов (внутривидовые и межвидовые). Примеры.
3. Взаимодействия с участием водорослей (внутривидовые и межвидовые). Примеры.

4. Краткая характеристика химических соединений, участвующих в аллелопатических взаимодействиях (на примере чапараля).
5. Взаимодействия между растениями и животными (токсины, аттрактанты, репелленты). Хеморегуляторы развития и плодовитости фитофагов.
6. Взаимодействия между животными (феромоны, алломоны, кайромоны).
7. Химическая структура гормонов. Гормональная связь растений и животных.

Раздел III. Эколого-биохимические аспекты трансформации ксенобиотиков

1. Биохимическая адаптация растений к окружающей среде. Понятие стресса. Окислительный стресс.
2. Основы биохимической адаптации растений к климату (фотосинтез), тяжелым металлам, засолению, затоплению.
3. Основы биохимической адаптации организмов к пониженным и повышенным температурам. Криопротекторы. Мембранные липиды. Белки теплового шока.
4. Факторы, определяющие способность ксенобиотиков к биотрансформации.
5. Основные фазы биотрансформации ксенобиотиков.
6. Характеристика первой фазы биотрансформации ксенобиотиков, основные ферменты.
7. Характеристика второй фазы биотрансформации ксенобиотиков, основные ферменты.
8. Значение экологической биохимии.

8. **Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине:**

В таблице представлена шкала оценивания результатов обучения по дисциплине. Уровень знаний обучающегося оценивается на "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Оценка "отлично" выставляется, если обучающийся демонстрирует сформированные систематические знания, умения и навыки их практического использования. Оценка "хорошо" ставится, если при демонстрации знаний, умений и навыков студент допускает отдельные неточности (пробелы, ошибочные действия) непринципиального характера. При несистематических знаниях, демонстрации отдельных (но принципиально значимых навыков) и затруднениях в демонстрации других навыков выставляется оценка «удовлетворительно». Оценка "неудовлетворительно" ставится, если знания и умения фрагментарны, а навыки отсутствуют.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине				
Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	**2**	**3**	**4**	**5**
Знания *(виды оценочных средств: устные и письменные опросы и тесты)*	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения *(виды оценочных средств:*	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы	Успешное и систематическое умение

подготовка и представление докладов и рефератов на заданную тему)		умение	умение (допускает неточности непринципиального характера)	
Навыки (владения, опыт деятельности) *(виды оценочных средств: подготовка и представление докладов и рефератов на заданную тему)*	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

9. **Ресурсное обеспечение:**

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

  Основная литература:

  1. *Кольман Я. Рем К.Г.* Наглядная биохимия (пер. с англ. Т. П. Мосоловой). М.: Лаб. знаний, 2019.
  2. *Харборн Д.* Введение в экологическую биохимию. М.: «Мир». 1985
  3. *Саловарова В.П., Приставка А.А., Берсенева О.А.* Введение в биохимическую экологию. Иркутск: «Изд-во Иркутского ГУ». 2007

  Дополнительная литература:

  1. *Нельсон Д.* Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2014
  2. *Албертс Б., Брей Д., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уотсон Дж.* Молекулярная биология клетки. Тт. 1, 2. М.: «Мир». 1994
  3. *Плакунов В.К., Николаев Ю.А.* Основы динамической биохимии. М.: «Логос». 2010
  4. *Коваленко Л.В.* Биохимические основы химии биологически активных веществ. М.: «Бином». 2010
  5. *Конопатов Ю.В., Васильева С.В., Спирина Т.С.* Основы экологической биохимии. М.:»Лань». 2018
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
  1. BacDive | The Bacterial Diversity Metadatabase (URL: https://bacdive.dsmz.de/)
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
  1. The Journal of Biochemistry | Oxford Academic (URL: https://academic.oup.com)
- Описание материально-технической базы
  1. аудитория, рассчитанная на стандартную группу учащихся (10-15 человек) с выходом в Интернет для самостоятельной работы.
  2. оборудование: мультимедийный проектор, компьютер, экран для учебной аудитории.

10. **Язык преподавания:**
Русский

11. **Преподаватели:**
Лысак Людмила Вячеславовна
Профессор кафедры биологии почв
Доктор биологических наук (МГУ имени М.В. Ломоносова Д 501.002.13, 2011 г.)
Доцент по кафедре биологии почв (МГУ имени М.В. Ломоносова, 2006 г.)

Белов Андрей Антонович
Младший научный сотрудник кафедры биологии почв
кандидат биологических наук (МГУ имени М.В. Ломоносова МГУ.03.13, 2021 г.)
без звания

12. **Разработчики программы:**
Лысак Людмила Вячеславовна
Профессор кафедры биологии почв
Доктор биологических наук (МГУ имени М.В. Ломоносова Д 501.002.13, 2011 г.)
Доцент по кафедре биологии почв (МГУ имени М.В. Ломоносова, 2006 г.)

Белов Андрей Антонович
Младший научный сотрудник кафедры биологии почв
кандидат биологических наук (МГУ имени М.В. Ломоносова МГУ.03.13, 2021 г.)
без звания

13. **Краткая аннотация дисциплины:**

Учебный курс знакомит студентов с основами экологической биохимии: основными классами биоорганических соединений клетки, метаболическими процессами, обеспечивающими жизнедеятельность и выживаемость организмов, процессах синтеза различных классов первичных и вторичных метаболитов, участвующих в адаптации организмов к факторам внешней среды и межорганизменных взаимодействиях, процессами разложения ксенобиотиков в клетке. Курс формирует представление о процессах метаболизма различных биоорганических соединений в клетке, их регуляции, участии в адаптациях организмов к факторам внешней среды и взаимодействиях между организмами.