

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Биологический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Физиология и биохимия вторичного метаболизма растений

Кафедра физиологии растений и биотехнологии
биологического факультета

Образовательная программа магистратуры
06.04.01 Биология

Направленность (профиль) программы:
Физиология и биотехнология растений

Форма обучения:
очная

Статус дисциплины: входит в часть, формируемую участниками
образовательных отношений

Махачкала, 2022 г.

Рабочая программа дисциплины «Физиология и биохимия вторичного метаболизма растений» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 06.04.01 Биология от 11 августа 2020 г. № 934.

Разработчик(и): кафедра физиологии растений и биотехнологии,
Алибегова А. Н., к.б.н.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры физиологии растений и биотехнологии
от 09.03.2022 г., протокол № 7.

Зав. кафедрой  Алиева З.М.

на заседании Методической комиссии биологического факультета
от 23.03.2022 г., протокол № 7.

Председатель  Рамазанова П.Б.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим
управлением 31.03.2022 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Физиология и биохимия вторичного метаболизма растений» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП магистратуры по направлению 06.04.01 Биология.

Дисциплина реализуется на биологическом факультете кафедрой физиологии растений и биотехнологии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с вопросами физиологии и биохимии вторичного обмена растений, а также с современными методами биохимических исследований.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных - ПК-1, ПК- 4, ПК-5.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекция и практические занятия, самостоятельная работа, промежуточный контроль, экзамен.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости: текущей и промежуточной успеваемости в форме 2-х коллоквиумов, итоговый контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 3 зачетные единицы, в том числе 108 в академических часах по видам учебных занятий:

Очная форма обучения

Семес тр	Учебные занятия							Форма промежуч ной аттестаци и (зачет, дифференци рованный зачет, экзамен)	
	в том числе								
	Всего	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе экзаме н
			из них						
		Лекции	Лаборато рные занятия	Практиче ские занятия	КСР	Консу льтаци и			
2	108	24	12		12			48+36	экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физиология и биохимия вторичного метаболизма растений» является изучение общей характеристики вторичных метаболитов, мест локализации, их функциях и путях превращения, динамики их содержания, значении для поддержания равновесия экосистемы, методов их качественного и количественного анализа.

Задачи дисциплины:

ознакомление студентов с системой современных представлений о физиологии и биохимии вторичных метаболитов, их разнообразии, структуре и биосинтезе, распространении, значении, практическом применении и методических подходах их исследования.

формирование способности владеть биологической терминологией, воспринимать и критически анализировать научную информацию общебиологической направленности, применять биологические знания при освоении специальных дисциплин, формирование естественнонаучного мировоззрения;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Физиология и биохимия вторичного метаболизма растений» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП магистратуры по направлению 06.04.01 Биология. Дисциплина имеет логические и методические связи с

такими частями ОПОП, как молекулярная биология, биохимия, общая биология, биотехнология растений.

К началу изучения курса магистрант должен иметь знания в области перечисленных дисциплин в объеме бакалавриата.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

<p>ПК-1. Способен использовать знания о разнообразии и функционировании биологических систем всех уровней организации, а также факторы, определяющие устойчивость и динамику биологических систем и объектов в профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач</p>	<p>ПК-1.1. Применяет знание биологического разнообразия и методы наблюдения, идентификации, классификации, воспроизводства и культивирования живых объектов для решения профессиональных задач.</p>	<p>Знает: основные достижения и проблемы в современной биологической науке, принципы проведения научного исследования и подходы к организации и осуществлению поиска научной информации в базах данных по тематике исследования; Умеет: проводить поиск и анализ информации в современных базах данных по избранной теме исследования, подбор методов исследования в соответствии с научными задачами; Владеет: навыками поиска и анализа научной информации, выбора методов исследования, формулировки выводов и рекомендаций</p>	<p>Устный и письменный опрос, составление рефератов и докладов, выполнение контрольных заданий.</p>
	<p>ПК-1.2. Готов использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач.</p>	<p>Знает: основные понятия и методы фундаментальных разделов биологии, необходимые для освоения современных проблем биологии; теоретические основы, достижения и проблемы современной биологии; основные тенденции развития образовательной системы в решении современных проблем биологии; Умеет: применять общенаучные познавательные принципы при организации и проведении исследований в области биологии; использовать</p>	<p>Устный и письменный опрос, составление рефератов и докладов, выполнение контрольных заданий.</p>

		<p>фундаментальные и прикладные знания в сфере профессиональной деятельности; использовать новейшие информационные технологии для постановки и решения задач современной биологии; выявлять взаимосвязи научно-исследовательского и учебного процессов в вузе;</p> <p>Владеет: способами ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы); способами решения новых исследовательских задач;</p>	
<p>ПК-4. Способен генерировать новые идеи и методические решения</p>	<p>ПК-4.1. Творчески использует в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры</p>	<p>Знает: основные понятия, категории, современные методики и технологии организации и реализации образовательного процесса в вузе; основные положения, законы, методы и достижения естественных наук;</p> <p>Умеет: вести анализ системных объектов; адаптировать современные достижения науки к образовательному процессу; использовать принципы методов эксперимента; выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;</p> <p>Владеет: способами создания и методами работы с базами данных; основными методами, методиками, технологией контроля качества образования; основными методами, способами и средствами получения, обработки информации в</p>	

		<p>области естественных наук; навыками теоретического мышления, анализа, осмысления, систематизации, интерпретации и обобщения фактов; методом системного анализа (принцип системности), навыками самостоятельной научно-исследовательской работы.</p>	
	<p>ПК-4.2. Анализирует практические результаты работы и предлагает новые решения, к резюмированию и аргументированно му отстаиванию своих решений</p>	<p>Знает: основы обработки теоретических и экспериментальных данных, полученных в результате научной и производственной деятельности; основные представления о резюмировании и отстаивании своих решений, социальной и этической ответственности за принятые решения; новые технологии и методики в области биологии и экологии; основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности; Умеет: применять инновационные технологии в обобщении практических результатов работы, предлагая новые подходы к аргументированному резюмированию своих решений, выделять и систематизировать практические результаты работы, предлагать новые решения, критически оценивать и отстаивать принятые решения; генерировать новые идеи и методические решения при выполнении индивидуальной научно-исследовательской работы; Владеет: навыками</p>	

		применения новых идей и методические решения в профессиональной деятельности; системным мышлением; навыками работы с современным программным обеспечением, используемым в научной и производственной областях деятельности, навыками анализа и обобщения принятых решений, ответственности за принятые решения, аргументированного отстаивания своих решений.	
	ПК-4.3. Отстаивает и целенаправленно реализовывать новые идеи	Знает: способы генерирования новых идей в профессиональной деятельности. Умеет: реализовывать новые идеи в профессиональной деятельности. Владеет: теоретическими и практическими знаниями в реализации новых идей, целенаправленно их реализовывая	
ПК-5. Способен применять современные методы научных исследований, использовать современную аппаратуру, вычислительные комплексы, современные информационные технологии (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры) в научных, производственных и клинических сферах	ПК-5.1. Анализирует, оптимизирует и применяет методы современных исследований и современные информационные технологии при решении научных задач.	Знает: основные типы основные формы анализа и изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, разработки и внедрения информационных систем и технологий, баз данных при решении научных задач; основные приёмы оптимизации условий труда с учетом инноваций в области техносферной безопасности; Умеет: анализировать результаты научно-исследовательской работы по решению технических задач; применять информационные	

<p>деятельности</p>		<p>технологии для оценки результатов научно-исследовательской работы; оценивать эффективность и выбирать современные методики и информационные технологии для проведения научных исследований в области решения научно-исследовательских задач; Владеет: базовыми приёмами изучения и анализа литературных и патентных источников, организации научных исследований с использованием информационных технологий; навыками решения научных задач с применением информационных технологий.</p>	
	<p>ПК-5.2. Осуществляет организацию и управление научно-исследовательским и научно-производственным и работами в области биологии и биомедицины с использованием принципов биоэтики и углубленных знаний в профессиональной сфере (в соответствии с направленностью программы магистратуры)</p>	<p>Знает: принципы и подходы в организации и управлении работ в сфере профессиональной деятельности, теоретические основы и понятия биоэтики и разделов в предметной области; Умеет: грамотно осуществлять организацию и управление работами в разных областях профессиональной деятельности, учитывая биоэтические принципы и углубленные профессиональные знания; Владеет: навыками организации и управления работами в разных областях профессиональной деятельности с учетом биоэтических принципов и углубленных профессиональных знаний.</p>	

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 академических часов

4.2. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах				Сам. раб.	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по сем-рам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль сам. работы		
Модуль 1. Общие представления о вторичном обмене растений									
1	Общая характеристика вторичных метаболитов	2	1-2	2	2			8	Устный и письменный опрос, тестирование
2	Физиология вторичного метаболизма	2	3-4	2	2			8	Устный и письменный опрос, тестирование
3.	Научно-методические подходы к исследованию вторичного обмена растений.	2	5-6	2	2			8	Устный и письменный опрос, тестирование, выполнение кейс-заданий
	Итого по модулю	36		6	6			24	
Модуль 2. Основные группы вторичных метаболитов.									
4.	Терпены и терпеноиды.	2	7-8	2	2			8	Устный и письменный опрос, тестирование
5.	Фенольные соединения	2	9-10	2	2			8	Устный и письменный опрос, тестирование
6	Алкалоиды. Минорные группы вторичных метаболитов.		11-12	2	2			8	Рефераты, доклады
	Итого по модулю	36		6	6			24	
Модуль 3. Экзамен.									
	Подготовка к экзамену							36	экзамен
	Итого:	108		12	12			84	экзамен

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Общие представления о вторичном обмене растений.

Тема 1. Общая характеристика вторичных метаболитов.

Содержание темы.

Общая характеристика вторичного метаболизма. Вторичные метаболиты растений: биохимическое разнообразие и функции в растениях.

Принципы классификации биологически активных веществ вторичного происхождения растений (функциональная, химическая, биохимическая классификации). Основные и минорные группы вторичных метаболитов растений.

Основные гипотезы. Гипотеза мультифункциональности вторичного метаболизма.

Фитоалексины. Доказательства экологических функций вторичных соединений.

Биосинтетические пути образования вторичных метаболитов, их связь с первичным метаболизмом. Динамика образования вторичных метаболитов в онтогенезе растений и их локализация в органах, тканях и клетках.

Способы промышленного получения вторичных метаболитов. Биотехнологические подходы к получению вторичных метаболитов растений. Перспективы практического приложения результатов физиологических исследований в медицине, биотехнологии, сельском хозяйстве и др.

Тема 2. Физиология вторичного метаболизма.

Содержание темы.

Пространственная организация синтеза и накопления вторичных метаболитов в растении.

Принцип разделения синтеза и накопления вторичных метаболитов.

Локализация синтеза и накопления вторичных метаболитов на уровне клетки, ткани, органа, целого растения.

Специализированные идиобласты, ходы, млечники.

Временная организация синтеза и накопления вторичных метаболитов в растении.

Изменение синтеза соединений в процессе онтогенеза

Тема 3. Методы исследования вторичного обмена растений.

Содержание темы.

Методы и принципы выделения вторичных метаболитов из сырья. Выбор технологии экстракции. Основные этапы выделения вторичных метаболитов.

Методы идентификации вторичных метаболитов. Методы количественного определения вторичных метаболитов: титриметрические (объемные), гравиметрические и колориметрические методы.

Способы получения вторичных метаболитов растений. Метод культуры клеток и тканей *in vitro*. Способы повышения продукции вторичных метаболитов в культуре клеток.

Вторичные метаболиты грибов, бактерий, лишайников и водорослей.

Модуль 2. Основные группы вторичных метаболитов.

Тема 4. Терпены и терпеноиды.

Содержание темы.

Общая характеристика терпенов и терпеноидов, химическая структура и классификация, функции, распространение в природе.

Гемитерпены, монотерпены, сесквитерпены, дитерпены, тритерпены, стеролы.

C₂₀-, C₂₅-, C₃₀-терпены и терпеноиды - компоненты смол, тетратерпены, политерпены.

Локализация синтеза и накопления терпеноидов в растениях и их значение. Экзогенные и эндогенные выделительные структуры растений. Основные пути биосинтеза терпеноидов в растениях. Мевалонатный путь, альтернативный немевалонатный путь синтеза.

Роль в адаптивных реакциях, в процессах иммунного ответа, в организации взаимосвязи между компонентами экосистемы.

Основные пути практического использования эфирных масел и применение.

Тема 5. Фенольные соединения.

Содержание темы.

Общая характеристика фенольных соединений, особенности химической структуры, классификация, распространение в природе, физико-химические свойства фенолов

различных групп (кумарины и хромоны, флавоноиды, антраценпроизводные, дубильные вещества).

С6 – Фенолы. С6 – С1 -фенольные кислоты. С6 – С3 -гидроксикоричные кислоты и кумарины. С6-С4 – нафтохиноны. С6 – С3 – С6 – флавоноиды, изофлавоноиды.

Полимерные фенольные соединения. Дубильные вещества, лигнины.

Основные пути биосинтеза растительных фенолов: Шикиматный путь. Образование оксикоричных кислот. Образование кумаринов. Ацетатно-малонатный путь. Биосинтез флавоноидов. Синтез нафтохинонов и антрахинонов. Синтез лигнанов и лигнинов.

Основные пути практического использования и применение.

Тема 6. Алкалоиды. Минорные группы вторичных метаболитов.

Содержание темы.

Общая характеристика, особенности химической структуры, классификация, физико-химические свойства алкалоидов, распространение алкалоидов в природе.

Истинные алкалоиды, протоалкалоиды, псевдоалкалоиды, полиаминные алкалоиды, пептидные (циклопептидные) алкалоиды

Биосинтез алкалоидов. Реакция образования основания Шиффа, реакция Манниха.

Общая характеристика минорных групп вторичных метаболитов, особенности их химической структуры, классификация, физико-химические свойства, значение для растений.

Гликозиды (фенольные гликозиды, цианогенные гликозиды, стероидные гликозиды - сердечные гликозиды, сапонины, гликоалкалоиды, тиогликозиды). Растительные амины.

Беталаины. Небелковые аминокислоты. Необычные липиды. Горечи.

Биосинтез минорных групп вторичных метаболитов. Роль в растении и факторы, влияющие на их накопление. Синтез и гидролиз гликозидов.

Основные пути практического использования и применение.

4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине.

Модуль 1. Общие представления о вторичном обмене растений.

Тема 1. Общая характеристика вторичных метаболитов.

Содержание темы.

Вторичные метаболиты растений: биохимическое разнообразие и функции в растениях.

Принципы классификации биологически активных веществ вторичного происхождения растений (функциональная, химическая, биохимическая классификации). Основные и минорные группы вторичных метаболитов растений.

Способы промышленного получения вторичных метаболитов. Биотехнологические подходы к получению вторичных метаболитов растений.

Тема 2. Физиология вторичного метаболизма.

Содержание темы.

Пространственная организация синтеза и накопления вторичных метаболитов в растении.

Принцип разделения синтеза и накопления вторичных метаболитов.

Локализация синтеза и накопления вторичных метаболитов на уровне клетки, ткани, органа, целого растения.

Специализированные идиобласты, ходы, млечники.

Тема 3. Методы исследования вторичного обмена растений.

Содержание темы.

Методы и принципы выделения вторичных метаболитов из сырья. Методы идентификации вторичных метаболитов. Методы количественного определения вторичных метаболитов: титриметрические (объемные), гравиметрические и колориметрические методы.

Способы получения вторичных метаболитов растений. Метод культуры клеток и тканей *in vitro*.

Модуль 2. Основные группы вторичных метаболитов.

Тема 4. Терпены и терпеноиды.

Содержание темы.

Гемитерпены, монотерпены, сесквитерпены, дитерпены, тритерпены, стеролы.

C20-, C25-, C30-терпены и терпеноиды - компоненты смол, тетратерпены, политерпены.

Локализация синтеза и накопления терпеноидов в растениях и их значение. Экзогенные и эндогенные выделительные структуры растений.

Основные пути биосинтеза терпеноидов в растениях. Мевалонатный путь, альтернативный немевалонатный путь синтеза.

Основные пути практического использования эфирных масел и применение.

Тема 5. Фенольные соединения.

Содержание темы.

C6 – Фенолы. C6 – C1 -фенольные кислоты. C6 – C3 -гидроксикоричные кислоты и кумарины. C6-C4 – нафтохиноны. C6 – C3 – C6 – флавоноиды, изофлавоноиды.

Полимерные фенольные соединения. Дубильные вещества, лигнины.

Основные пути биосинтеза растительных фенолов: Шикиматный путь. Образование оксикоричных кислот. Образование кумаринов. Ацетатно-малонатный путь. Биосинтез флавоноидов. Синтез нафтохинонов и антрахинонов. Синтез лигнанов и лигнинов.

Основные пути практического использования и применение.

Тема 6. Алкалоиды. Минорные группы вторичных метаболитов.

Содержание темы.

Биосинтез алкалоидов. Реакция образования основания Шиффа, реакция Манниха.

Минорные группы вторичных метаболитов, особенности их химической структуры, классификация, физико-химические свойства, значение для растений.

Гликозиды. Растительные амины. Беталаины. Небелковые аминокислоты. Необычные липиды. Горечи.

Основные пути практического использования и применение.

5. Образовательные технологии

В лекциях и на практических занятиях используются для демонстрации слайды и диски, презентации, компьютерные программы, которые помогают при изложении теоретического материала и при разборе конкретных ситуаций. В рамках учебного курса предусмотрены мастер-классы. Внеаудиторная работа связана с проработкой учебных пособий и учебников к семинарам и коллоквиумам. Удельный вес интерактивных форм составляет 40-45%. Объем лекционных часов составляет 20-25%.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

При изучении дисциплины «Физиология и биохимия вторичного метаболизма растений» предусматривается самостоятельная работа студентов (СРС). Она включает, помимо изучения материалов лекций и вопросов, обсуждаемых на практических занятиях, детальную проработку отдельных вопросов по некоторым разделам дисциплины и решение ряда задач. Она в целом ориентирована на анализ литературы и умение применять полученные знания при решении профессиональных задач. В перечень вопросов, выносимых на экзамен, включены и вопросы, рекомендованные для самостоятельного изучения. Такая работа дает возможность студентам получить навыки работы с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, а также анализировать полученные данные, связывать имеющиеся знания с новыми, усваивать методы изучения объектов и правильного оформления результатов исследований, овладеть методами и структурой изложения (как в письменной, так и в устной форме). Самостоятельная работа студентов составляет более 50% от общего количества часов (84 ч. из 108 ч. общей трудоемкости).

Задания, предусмотренные для самостоятельного выполнения, решаются письменно и сдаются преподавателю на проверку в конце модуля, а также сдаются в устной форме в виде зачета по самостоятельной работе или реферата

Цель самостоятельной работы студентов (СРС) - научить студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию. При изучении дисциплины "Физиология и биохимия вторичного метаболизма" организация самостоятельной работы включает формы: внеаудиторная СРС; аудиторная СРС, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя.

Аудиторная самостоятельная работа реализуется при проведении практических занятий, семинаров, выполнении лабораторного практикума и во время чтения лекций. На практических и семинарских занятиях различные виды самостоятельной работы позволяют сделать процесс обучения более интересным и поднять активность значительной части студентов в группе.

Для организации внеаудиторной самостоятельной работы необходимо иметь большой банк заданий и задач для самостоятельного решения, причем эти задания могут быть дифференцированы по степени сложности.

Для освоения дисциплины «Физиология и биохимия вторичного метаболизма растений» необходимы следующие виды внеаудиторной самостоятельной работы:

1. Конспектирование, реферирование литературы.
2. Работа с лекционным материалом: проработка конспекта лекций, работа на полях конспекта с терминами.
3. Подготовка к практическим занятиям. Оценка предварительной подготовки студента к практическому занятию делается путем экспресс-опроса в течение 5-10 минут.
4. По результатам самостоятельной работы будет выставлена оценка. Она может быть учтена при выставлении итогового модульного балла или в конце семестра, на зачетной неделе.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Типовые контрольные задания

Темы рефератов

1. Вторичный метаболом. Отличия от первичного метаболома.
2. «Базовая» структура вторичных метаболитов и варианты ее модификации.
3. Способы промышленного получения вторичных метаболитов.
4. Основные и минорные группы вторичных метаболитов растений.
5. Практически значимые вторичные метаболиты, синтезируемые растениями.
6. Биотехнологические подходы к получению вторичных метаболитов растений.
7. Методы повышения продукции вторичных метаболитов в культуре клеток *in vitro*.
8. Применение растительных вторичных метаболитов фенольной природы.
9. Флавоноиды: особенности строения, фармакологические свойства, экономически важные представители.
10. Известные алкалоиды и источники их получения.
11. Терпеноиды: свойства, структура, практическое применение.
12. Морские животные - уникальный источник получения вторичных метаболитов.
13. Различия в биохимии вторичных метаболитов наземных и морских организмов.
14. Вторичные метаболиты грибов.
15. Значение вторичных метаболитов бактерий.
16. Антибиотики, как важнейшая группа вторичных метаболитов: классы, пути синтеза, основные продуценты.

17. Нерибосомальные пептиды: биосинтез, структура, основные продуценты, значение.
18. Экстракция вторичных метаболитов из микроорганизмов. Тушение метаболизма.
19. Современные методы разделения и качественного анализа вторичных метаболитов.
20. Химические методы определения содержания вторичных метаболитов в сырье: достоинства и недостатки.
21. Актуальность и области применения баз данных вторичных метаболитов.

Вопросы для текущего контроля знаний.

Модуль 1. Общие представления о вторичном обмене растений.

1. Каким ученым введено понятие «вторичный метаболизм»?
2. Какова доля видов растений, исследованных на наличие вторичных метаболитов?
3. Чем объясняется огромное разнообразие соединений, участвующих во вторичном обмене растений?
4. Можно ли отличить вторичные метаболиты от соединений, участвующих в первичном обмене, по химической структуре?
5. Какова средняя молекулярная масса вторичных метаболитов?
6. Как называются (в соответствии с эмпирической классификацией вторичных метаболитов) соединения, способные образовывать густую пену в чистом виде?
7. В качестве чего вторичные метаболиты рассматриваются современной физиологией растений?
8. Как называются специализированные клетки, служащие для накопления вторичных метаболитов?
9. Какая классификация, основанная на свойствах вторичных метаболитов, является наиболее обоснованной и удачной?
10. Назовите основные классы вторичных метаболитов. Почему нецелесообразно выделять гликозиды в отдельный класс?

Научно-методические подходы к исследованию вторичного обмена растений.

1. Какие этапы выделяют при идентификации вторичных метаболитов?
2. Какие соединения мешают определению стеринов с использованием газового хроматографа?
3. Какой метод хроматографии близок по разрешающей способности к ВЭЖХ, но проще его по инструментальному обеспечению и дешевле?
4. Каким свойством должно обладать вещество, чтобы его можно было определить методом ГХ?
5. На каком принципе основана газовая хроматография? Какие типы газовой хроматографии Вам известны?
6. Охарактеризуйте планарную, газовую и жидкостную хроматографию. Какие достоинства и недостатки данных методов Вам известны?
7. Какие варианты планарной хроматографии Вам известны?
8. Назовите групповые реагенты на алкалоиды.
9. В чем сущность иммунохроматографии, где она применяется?

Модуль 2. Основные группы вторичных метаболитов.

1. Почему к монотерпенам относят соединения, состоящие из двух изопреновых группировок?
2. На основании какого общего признака изопреноиды объединили в один класс?
3. Встречаются ли изопреноиды у животных организмов?
4. Какие вещества относят к гемитерпенам?
5. Какие растительные гормоны можно отнести к группе изопреноидов?
6. Какую роль играют изопреноиды в первичном метаболизме растительных организмов?
7. На чем основана биохимическая классификация изопреноидов?
8. Какие ферменты участвуют на разных стадиях биосинтеза изопреноидов?
9. Каковы причины дублирования путей биосинтеза изопреноидов?
10. Дайте общую характеристику фенольных соединений.

11. На чем основана классификация фенольных соединений?
12. Что собой представляют фенольные кислоты?
13. В чем особенности строения гидроксикоричных кислот?
14. Что собой представляют антоцианы и от каких факторов зависит их цвет?
15. Каковы основные пути образования фенольных соединений?
16. Ферменты каких классов принимают участие в шикиматном пути синтеза фенольных соединений?
17. На чем основана классификация алкалоидов? На какие группы их делят?
18. Что собой представляют истинные алкалоиды? На чем основана их классификация?
19. Что собой представляют протоалкалоиды? Приведите названия наиболее известных представителей этой группы.
20. Каково значение алкалоидов в медицине, пищевой промышленности и сельском хозяйстве?
21. Укажите название группы алкалоидов, в основе строения которых лежит стероидный скелет, к которому добавлена дополнительная гетероциклическая система. Приведите примеры (назовите представителей).
22. Какие группы вторичных метаболитов относят к минорным? Почему их так называют?
23. Охарактеризуйте группу аминов. Как их принято классифицировать?
24. Как образуются моноамины и диамины? Какие ферменты катализируют эти реакции?
25. На чем базируется фитохимическая классификация непротеиногенных аминокислот?
26. Назовите основные пути образования непротеиногенных аминокислот.
27. Укажите наиболее важные функции непротеиногенных аминокислот и проиллюстрируйте это конкретными примерами.
28. Какие два типа соединений объединяют беталаины?
29. На основании каких признаков некоторые липиды относят к веществам вторичного обмена растений? На какие группы их можно разделить?
30. Назовите характерные особенности жирных кислот, которые относят к вторичным метаболитам растений. Какие функции они выполняют?
31. Какую роль в жизнедеятельности растений играют гидроксильированные жирные кислоты?
32. Какие функции могут выполнять ацетиленовые производные? Как они образуются?

Вопросы к экзамену.

1. Метаболизм: понятие и виды. Первичный и вторичный метаболизмы. Развитие взглядов на роль и синтез вторичных метаболитов.
2. Динамизм и баланс между вторичным и первичным метаболизмами. Взаимосвязь, общность и различия. Особенности вторичного метаболизма. Понятие вторичного метаболома.
3. Интермедиаты первичного метаболизма. Биосинтетические реакции преобразования интермедиатов в метаболиты вторичного происхождения.
4. «Базовая» структура вторичных метаболитов и варианты ее модификации: реакции в пределах «базовой» основы молекул вторичных соединений; образование конъюгатов; конденсация.
5. Функциональное значение модификаций «базовой» структуры. Типичность модификаций, характерная для определённых классов вторичных метаболитов.
6. Подходы к классификации вторичных метаболитов. Структурная классификация. Основные и минорные группы вторичных метаболитов.
7. Распространённость и функции вторичных метаболитов. Продуценты вторичных метаболитов.
8. Способы промышленного получения вторичных метаболитов.
9. Вторичные метаболиты растений: биохимическое разнообразие и функции в растениях.

10. Динамика образования вторичных метаболитов в онтогенезе растений и их локализация в органах, тканях и клетках.
11. Биосинтетические пути образования вторичных метаболитов, их связь с первичным метаболизмом.
12. Способы получения вторичных метаболитов растений. Метод культуры клеток и тканей *in vitro*. Способы повышения продукции вторичных метаболитов в культуре клеток.
13. Фенольные соединения: особенности строения, распространенность в растительном мире. Функции и локализация в растениях.
14. Принцип, лежащий в основе структурной классификации. Общая характеристика фенольных соединений разных групп.
15. Фенолы Сб -ряда: простые фенолы. Фенолы Сб -С1 -ряда: фенольные кислоты, спирты и альдегиды. Фенолы Сб -С2 -ряда: фенолоспирты и фенилуксусные кислоты. Структура и свойства. Внутриклеточная локализация. Биологическая активность. Практическое значение.
16. Фенолы Сб -С3 -ряда (фенилпропаноиды): оксикоричные кислоты, оксикоричные спирты, кумарины, хромоны. Фенолы Сб -С4 -ряда (Нафтохиноны). Структура и свойства. Внутриклеточная локализация. Биологическая активность. Практическое значение.
17. Фенольные соединения с двумя ароматическими кольцами. Соединения Сб -С1 -Сб -ряда: бензофеноны и ксантоны. Фенолы Сб -С2 -Сб -ряда: стильбены и антрахиноны. Структура и свойства. Внутриклеточная локализация. Биологическая активность. Практическое значение.
18. Соединения Сб -С3 -Сб -ряда (флавоноиды). Структурное разнообразие и классификация флавоноидов. Агликоны и гликозиды флавоноидов. Функции в растениях и значение для человека.
19. Олигомерные и полимерные фенольные соединения. Гидролизуемые и конденсированные дубильные вещества. Структура и свойства. Внутриклеточная локализация. Биологическая активность. Практическое значение.
20. Шикиматный путь биосинтеза растительных фенолов.
21. Ацетатно-малонатный путь биосинтеза фенольных соединений растений.
22. Особенности синтеза фенольных соединений разных групп. Ферменты биосинтетических путей фенолов и их локализация. Регуляция процессов образования фенольных соединений.
23. Алкалоиды: особенности структуры, химические свойства, локализация в растениях, распространенность, функции в растениях.
24. Подходы к классификации алкалоидов. Химическая классификация: истинные алкалоиды; протоалкалоиды; псевдоалкалоиды. Строение, распространение, важнейшие представители и их применение.
25. Биохимическая классификация алкалоидов: производные L-орнитина; L-лизина; L-триптофана; L-фенилаланина; антраиловой кислоты; L-тирозина; гистидина.
26. Пуриновые и индольные алкалоиды. Характеристика и свойства.
27. Биосинтез алкалоидов. Первичные предшественники, ключевые этапы, локализация синтеза. Реакции, характерные для образования алкалоидов.
28. Терпеноиды: характеристика, общность структуры, распространение. Функции в растениях.
29. Принципы классификации терпеноидов. Химическая классификация терпеноидов. Гем-, моно-, сескви-, ди-, три-, тетра-, политерпеноиды: строение, химические свойства, распространение.
30. Эфирные масла, сапонины, сердечные гликозиды, смолы, каучук и гутта: химические свойства, локализация, физиологическая роль, способы получения и практическое применение.

31. Биосинтез изопреноидов: понятие «активного изопрена». Внутриклеточная локализация синтеза изопреноидов.
32. Общая схема синтеза изопреноидов. Мевалонатный и дезокси-Дксиулозо-5-фосфатный пути биосинтеза: предшественники, основные стадии, важнейшие продукты реакций, ферменты.
33. Гликозиды, непротеиногенные аминокислоты, амины, жирные кислоты, производные ацетилена, воска. Структура и функции. Пути биосинтеза.
34. Вторичные метаболиты морских животных. Основные продуценты. Перспективы и трудности их применения.
35. Морская метагеномика. Различия в биохимии вторичных метаболитов наземных и морских организмов.
36. Морские природные соединения с противоопухолевыми свойствами. Уникальность их химической природы. Концепция антиметаболитов. Разнообразие механизмов их действия. Источники получения.
37. Вторичные метаболиты морских животных с обезболивающими свойствами. Пептидные токсины. Механизм действия.
38. Вторичные метаболиты морских животных с противовоспалительными и ранозаживляющими свойствами. Псевдостероиды, стероиды, терпеноиды.
39. Антивирусные и противомикробные вторичные метаболиты, продуцируемые морскими животными. Терпеноиды, стероиды, алкалоиды, пептиды, полисахариды и др. Источники получения.
40. Генетическая регуляция биосинтеза вторичных метаболитов морских животных. Особенности биохимии наиболее практически важных вторичных метаболитов.
41. Вторичные метаболиты, продуцируемых грибами: гормоны, антибиотики, микоспорины, пигменты, микотоксины. Функции и значение вторичных метаболитов грибов. Зависимость вторичного синтеза от стадии развития грибов.
42. Химическая природа вторичных метаболитов грибов. Поликетиды, нерибосомальные пептиды, терпены (монотерпены, дитерпены и каротиноиды), индольные алкалоиды.
43. Пути синтеза вторичных метаболитов грибов. Сходства и отличия в сравнении с биосинтетическими путями вторичного метаболизма других классов организмов. Ключевые ферменты.
44. Генетическая регуляция вторичного синтеза. Кластерный принцип организации генов, ответственных за вторичный синтез. Биоинформатика и предсказание генов синтеза вторичных метаболитов грибов (аннотация ДНК).
45. Вторичные метаболиты бактерий: распространённость, функции и значение.
46. Подходы к классификации вторичных метаболитов бактерий. Классификация по биологической активности. Структурное разнообразие вторичных метаболитов бактерий.
47. Вторичные метаболиты бактерий: аминоклитолы, нерибосомальные пептиды, полиены, пирролы.
48. Вторичные метаболиты бактерий: терпеноиды, поликетиды, изопреноиды, стероиды, гиббереллины.
49. Пути синтеза вторичных метаболитов бактерий и взаимосвязь с первичным метаболизмом. Основные ферменты.
50. Методы и принципы выделения вторичных метаболитов из сырья. Выбор технологии экстракции.
51. Особенности извлечения вторичных метаболитов из микроорганизмов. Тушение метаболизма и экстракция метаболитов. Требования к процедуре «тушения». Выбор метода «тушения».
52. Методы разделения и качественного анализа метаболитов.
53. Капиллярный электрофорез, тонкослойная хроматография, газовая хроматография.
54. Ионообменная, обращено-фазовая и нормально-фазовая хроматография.

55. Метод гидрофильной хроматографии и ион-парная хроматография. Ультра-высокоэффективная жидкостная хроматография.
56. Выбор метода хроматографического разделения и условий анализа. Режимы высокоэффективной жидкостной хроматографии.
57. Принципы выбора режима проведения высокоэффективной жидкостной хроматографии, состава подвижной фазы, сорбента.
58. Масс-спектрометрическое детектирование с использованием квадрупольных масс-спектрометров (Q, QQQ) и ионных ловушек (i-TRAP).
59. Масс-спектрометрическое детектирование с использованием высокоточного времяпролетного масс-спектрометра (TOF), масс-анализатора ионноциклотронного резонанса с Фурьепреобразованием (FTICR).
60. Гибридные типы масс-спектрометров: квадрупольный и времяпролетный (Q-TOF).
61. Химические методы количественного определения вторичных метаболитов: титриметрические (объемные), гравиметрические и колориметрические методы.
62. Физико-химические методы определения содержания вторичных метаболитов: газовая хроматография, высокоэффективная жидкостная хроматография, масс-спектрометрия и их комбинации (ВЭЖХ — МС, ГЖХ — МС).
63. Физико-химические методы определения содержания вторичных метаболитов: метод ядерного, протонного магнитного резонанса и электронного парамагнитного резонанса.
64. Подходы к обработке данных, полученных с использованием различных методик биохимического анализа вторичных метаболитов.
65. Способы интерпретации результатов, полученных в ходе биохимического исследования вторичных метаболитов. Базы данных вторичных метаболитов.

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50 % и промежуточного контроля - 50 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 1 балл;
- участие на практических занятиях - 85 баллов;
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ – 14 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос – 100 баллов;
- письменная работа - 100 баллов;
- тестирование – 100 баллов.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) адрес сайта курса

Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://edu.dgu.ru/course/view.php?id=3487>

б) основная литература:

1. Борисова Г. Г., Ермошин А. А., Малева М. Г., Чукин Н. В. Биохимия растений: вторичный обмен: учебное пособие для вузов / а ; под общ. ред. Г. Г. Борисовой. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 128 с.). www.biblio-online.ru/book/E2A25647-80E7-49C7-81D2-6072F46D5633

2. Благовещенский А. В. Биохимия растений. – Москва ; Ленинград : ОНТИ. Государственное химико-технологическое издательство, 1934. – 462 с. <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=470372>
3. Вольнец, А. П. Фенольные соединения в жизнедеятельности растений. — Минск : Белорусская наука, 2013. — 284 с. <https://www.iprbookshop.ru/29532.html>, <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142423>
4. Иванов, Н. Н. Методы физиологии и биохимии растений. – 4-е изд. – Москва ; Ленинград : Сельхозгиз, 1946. – 497 с. <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=471364>
5. Запрометов М.Н. Фенольные соединения. Распространение, метаболизм и функции в растениях. М.: Наука, 1993.- 272 с.
6. Хелдт Г.В. Биохимия растений. - Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2014. - 471 с.

б) дополнительная литература:

1. Борисова Г.Г., Ермошин А.А., Малева М.Г., Чукина И.Б. Основы биохимии вторичного обмена растений : учебно-методическое пособие /. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 128 с. <https://www.iprbookshop.ru/65956.html>
2. Вольнец А.П.. Фенольные соединения в жизнедеятельности растений. Минск: Белорусская наука, 2013. -284с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142423>
3. Головкин Б.Н., Руденская Р.Н., Трофимов И.А., Шретер А.И. Биологически активные вещества растительного происхождения. В 3-х томах /– М.: Наука, 2001.
4. Государственная Фармакопея Российской Федерации 12-е изд., Часть 1. М. – 2008. 704 с.
5. Журба О.В., Дмитриев М.Я. Лекарственные, ядовитые и вредные растения. - М.: КолосС, 2008. - 512 с.
6. Загоскина Н.В. Фенольные соединения и их участие в защите растений от стрессовых воздействий. Фенольные соединения: функциональная роль в растениях. М.: Изд. PRESS-BOOK.RU. 2018. С.150-153
7. Ладыгина Е. Я., Сафронич Л. Н., Отряшенкова В. Э. и др. Химический анализ лекарственных растений. М.; Высш, школа, 1983.– 176 с.
8. Лукнер М. Вторичный метаболизм у микроорганизмов, растений и животных. М.: Мир, 1979. 548 с.
9. Маланкина Е.Л., Цицилин А.Н. Лекарственные и эфирномасличные растения.- Москва : ИНФРА-М, 2018. - 368 с. <https://znanium.com/catalog/product/958306>
10. Новикова Н.Е. Вторичные метаболиты растений: учебно-методическое пособие. Орел: Орловский государственный аграрный университет, 2018. — 111 с. <https://www.iprbookshop.ru/101300.html>
11. Носов А.М. Регуляция синтеза вторичных соединений в культуре клеток растений. / В кн.: "Биология культивируемых клеток и биотехнология растений" Под. ред. Р.Г. Бутенко. М.: Наука, 1991 г. с. 5 – 20.
12. Носов А.М. Функции вторичных метаболитов растений *in vivo* и *in vitro*. / Физиология растений, 1994, т.41, № 6, с. 873-878.
13. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений. СПб.: Изд. СПбУ. 2002. 240 с.
14. Физиология с основами биохимии: учебное пособие для СПО / составители Ю. В. Хайбуллин, И. А. Попова, Л. А. Берестень. — Саратов : Профобразование, 2019. — 136 с.. <https://www.iprbookshop.ru/86156.html>

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. eLIBRARY.ru [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Российская научная электронная библиотека. Москва, 1999. Режим доступа: <http://elibrary.ru>

2. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – <http://edu.dgu.ru/>
3. Электронные образовательные ресурсы ДГУ [Электронный ресурс]: учебно-методические материалы. – Режим доступа: <http://eor.dgu.ru>
4. Электронная библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]: ресурс, включающий электронно-библиотечную систему, печатные и электронные книги. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/elibrary.html>
5. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" https://biblioclub.ru/index.php?page=room_red&tabs=mybiblio
6. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru> , свободный.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Студенты должны тщательно готовиться и активно участвовать в практических занятиях, что является необходимым условием получения высокой итоговой оценки. Важно также выполнять задания из разделов, выносимых на самостоятельное изучение.

Студент имеет возможность получить индивидуальные консультации и отработать пропуски, а также получить желаемые дополнительные баллы в определенные дни (дни консультаций) (не позднее дня сдачи промежуточной контрольной работы по соответствующему модулю либо по предъявлению справки о болезни).

Изучение дисциплины сопровождается активными методами ее контроля:

- входной контроль знаний и умений студентов при начале изучения очередной дисциплины;
- текущий контроль, то есть регулярное отслеживание уровня усвоения материала на лекциях, практических занятиях; в том числе с использованием тестирования
- промежуточный контроль по окончании изучения раздела или модуля курса;
- самоконтроль, осуществляемый студентом в процессе изучения дисциплины при подготовке к контрольным мероприятиям;
- итоговый контроль по дисциплине в виде зачета или экзамена (может быть проведен в виде тестирования);
- контроль остаточных знаний и умений спустя определенное время после завершения изучения дисциплины.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

В процессе преподавания дисциплины «Физиология и биохимия вторичного метаболизма» предполагается использование современных технологий визуализации учебной информации (создание и демонстрация презентаций), технологии активного и интерактивного обучения – дискуссии, использование методики активного проблемно-ситуационного анализа во время проведения семинарских занятий, круглый стол, выступление с докладом с последующим его обсуждением и т.д.

Успешному освоению дисциплины способствуют применение в образовательном процессе информационных технологий, в частности, внедрённой в ДГУ программы интерактивного обучения на платформе Moodle, позволяющей работать как в режиме of-line, так и в on-line.

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по физиологии растений:

- обучение с использованием информационных технологий (персональные компьютеры, проектор, акустическая система, компьютерное тестирование, демонстрация

мультимедийных материалов и т.д.);

- интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные, тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференции, онлайн энциклопедии и справочники; электронные учебные и учебно-методические материалы).

- ЭБС Книгафонд, «Гарант», «Консультант»;

- <http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека (крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, экономики, управления и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций). Электронная научная библиотека «e-library» обеспечивает полнотекстовый доступ к научным журналам с глубиной архива 10 лет. Доступ осуществляется по IP адресам университета).

Лицензионное ПО

ABBYYLingvox3, KasperskyEndpointSecurity 10 forwindows, MicrosoftAccess 2013, ProjectExpert

Свободно распространяемое ПО, установленное в лаборатории 53:

Adobe Reader xi, DBurnerXP, GIMP 2, Inkscape, 7-zip, Crystal Player, Expert, systems, Far Manager 3 x64, Free Pascal, FreeCommander, Google Chrome, Yandex, Java, Java Development Kit, K-Lite Codec Pack, Lazarus, Microsoft Silverlight, Microsoft XNA Game Studio 4.0 Refresh, NetBeans, Notepad++, OpenOffice 4.4.1, PascalABC.NET, PhotoScape, QuickTime, Ralink Wireless, Scratch, SharePoint, VIA, WinDjView, Алгоритм.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Дисциплина «Физиология и биохимия вторичного метаболизма растений» обеспечена необходимой материально-технической базой: презентационным оборудованием, библиотекой с необходимой литературой, слайдами, компьютерными фильмами, презентациями.