

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шитиков Александр Васильевич  
Должность: И.о. директора Института агробιοтехнологий  
Дата подписания: 17.01.2023 13:34:35  
Уникальный программный ключ:  
fcd01ecb1fd176898cc511245ad12c31716cc658



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**  
**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Институт агробιοтехнологий  
Кафедра биотехнологии



УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора Института  
агробιοтехнологий

Белопухов С.Л.  
2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.05 «ВТОРИЧНЫЙ МЕТАБОЛИЗМ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ»**

для подготовки магистров

ФГОС ВО 3++

Направление: 19.04.01 – Биотехнология

Направленность: Биоинженерия и бионанотехнологии

Курс 2

Семестр 3

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022

Москва, 2022

Разработчики: Чередниченко М.Ю., канд. биол. наук, доцент Чер  
Зайцева С.М., канд. биол. наук, доцент Зай  
«29» 08 2022 г.

Рецензент: Тараканов И.Г., д-р биол. наук, профессор И.Г. Тараканов  
«29» 08 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 19.04.01 – Биотехнология.

Программа обсуждена на заседании кафедры биотехнологии, протокол № 41 от «29» 08 2022 г.

И.о. зав. кафедрой Чередниченко М.Ю., канд. биол. наук, доцент Чер  
«29» 08 2022 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии Института агробиотехнологий  
Лазарев Н.Н., д-р с.-х. наук, профессор Лазарев  
«29» 08 2022 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой биотехнологии  
Чередниченко М.Ю., канд. биол. наук, доцент Чер  
«29» 08 2022 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ И.И. Заведующий  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ.....	11
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	14
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	14
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	17
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	17
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	18
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	18
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	18
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	19
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	19
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	20

## АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.05 «Вторичный метаболизм высших растений» для подготовки магистров по направлению 19.04.01 «Биотехнология» по направленности «Биоинженерия и бионанотехнологии»

**Цель освоения дисциплины:** формирование у студентов знаний в области вторичного метаболизма растений, признаков, функций, локализации, путей биосинтеза вторичных метаболитов, возможностей их использования в селекции при создании устойчивых форм растений, в пищевой, легкой и фармацевтической промышленности, применении препаратов изготовленных на их основе в медицине, в том числе и ветеринарной и др.; осуществления критического анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработки стратегии действий; выполнения биотехнологических и микробиологических исследований, в т.ч. в области разработки новых биотехнологических продуктов и биоматериалов, пищевых, кормовых и лекарственных средств, природоохранных (экологических) технологий сохранения природной среды и здоровья человека.

**Место дисциплины в учебном плане:** Дисциплина «Вторичный метаболизм высших растений» включена в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений, по направлению 19.04.01 Биотехнология. Круг вопросов, изучаемых дисциплиной «Вторичный метаболизм высших растений», соответствует требованиям ФГОС ВО, ООП ВО по направлению 19.04.01 Биотехнология.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1, ПКос-2.

**Краткое содержание дисциплины:** Курс «Вторичный метаболизм высших растений» предназначен для изучения студентами магистратуры основ научных и практических аспектов в области химии, физиологии и функций веществ вторичного синтеза, а также вопросов их практического использования. В курсе представлены основные понятия; классификация вторичных метаболитов; практическое использование вторичных метаболитов в медицине, фармацевтике, косметологии, пищевой промышленности и др. Дисциплина имеет теоретическую и практико-ориентированную направленность.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Вторичный метаболизм высших растений» являются: «Клеточная инженерия», «Генная инженерия», «Методологические основы исследований в биотехнологии». Дисциплина «Вторичный метаболизм высших растений» является основополагающей для изучения дисциплин: «Прикладная биотехнология», «Системная биология», «Безопасность ГМО и методы ее контроля».

**Общая трудоемкость дисциплины:** 108 часов / 3 зач.ед.

**Промежуточный контроль:** экзамен.

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Вторичный метаболизм высших расте-

ний» является формирование у студентов знаний в области вторичного метаболизма растений, признаков, функций, локализации, путей биосинтеза вторичных метаболитов, возможностей их использования в селекции при создании устойчивых форм растений, в пищевой, легкой и фармацевтической промышленности, применении препаратов изготовленных на их основе в медицине, в том числе и ветеринарной и др.; осуществления критического анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработки стратегии действий; выполнения биотехнологических и микробиологических исследований, в т.ч. в области разработки новых биотехнологических продуктов и биоматериалов, пищевых, кормовых и лекарственных средств, природоохранных (экологических) технологий сохранения природной среды и здоровья человека.

В процессе обучения студенты знакомятся с принципами биотехнологического подхода к анализу и использованию веществ растительного происхождения.

Цель дисциплины соотносится с общими целями основной профессиональной образовательной программы (ОПОП ВО) по направлению 19.04.01 – Биотехнология, в рамках которого изучается данная дисциплина.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Вторичный метаболизм высших растений» включена в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений. Дисциплина «Вторичный метаболизм высших растений» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.04.01 – Биотехнология.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Вторичный метаболизм высших растений» являются: «Клеточная инженерия», «Генная инженерия», «Методологические основы исследований в биотехнологии».

Дисциплина «Вторичный метаболизм высших растений» является основополагающей для изучения дисциплин: «Прикладная биотехнология», «Системная биология», «Безопасность ГМО и методы ее контроля».

Особенностью дисциплины является фундаментальный подход к практической реализации целей освоения дисциплины, охватывающий широкий спектр теоретических знаний и практических навыков.

Рабочая программа дисциплины «Вторичный метаболизм высших растений» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в табл. 1:

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций (для 3++)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы критического анализа и оценки современных научных достижений, основные принципы критического анализа	перечень проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	навыками оценки и анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий
2.			УК-1.4 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них, оценивая их влияние на окружающий мир	стратегии для достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них, оценивая их влияние на окружающий мир	Последовательно достигать поставленные цели, предвидя результат каждого из них, оценивая их влияние на окружающий мир	навыками последовательного и пошагового достижения поставленной цели, предвидя результат каждого из них, оценивая их влияние на окружающий мир
	ПКос-2	Способен выполнять биотехнологические и микробиологические исследования, в т.ч. в области разработки новых биотехнологических продуктов и биоматериалов, пищевых, кормовых и лекарственных	ПКос-2.1 Осуществляет разработку предложений по совершенствованию биотехнологий получения БАВ, биопродуктов и биоматериалов	современные методы биотехнологий получения БАВ, биопродуктов и биоматериалов, кормовых, пищевых и лекарственных средств с использованием микробиологии	находить оптимальные методы биотехнологий для получения БАВ, биопродуктов и биоматериалов, кормовых, пищевых и лекарственных средств с использованием микробиологии	современными методами биотехнологий получения БАВ, биопродуктов и биоматериалов, кормовых, пищевых и лекарственных средств с использованием микробиологии

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций (для 3++)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
		средств, природоохранных (экологических) технологий сохранения природной среды и здоровья человека	лов, кормовых, пищевых и лекарственных средств с использованием микробиологического синтеза и биотрансформации микроорганизмов, клеточных культур микроорганизмов, животных и растений	ческого синтеза и биотрансформации микроорганизмов, клеточных культур микроорганизмов, животных и растений"	робиологического синтеза и биотрансформации микроорганизмов, клеточных культур микроорганизмов, животных и растений"	робиологического синтеза и биотрансформации микроорганизмов, клеточных культур микроорганизмов, животных и растений"
			ПКос-2.2 Владеет методами разработки и технологического сопровождения биотехнологических процессов получения биологически активных веществ, биопрепаратов, биопродуктов и биоматериалов; производства и контроля биобезопасности кормовых, пищевых и лекарственных средств	методы разработки и технологического сопровождения биотехнологических процессов получения биологически активных веществ, биопрепаратов, биопродуктов и биоматериалов; производства и контроля биобезопасности кормовых, пищевых и лекарственных средств, биоматериалов (в т.ч. композитов и изделий биомедицинского и технического назначения	организовывать разработку и технологическое сопровождение биотехнологических процессов получения биологически активных веществ, биопрепаратов, биопродуктов и биоматериалов; производства и контроля биобезопасности кормовых, пищевых и лекарственных средств, биоматериалов (в т.ч. композитов и изделий биомедицинского и технического назначения	Навыками и методами разработки и технологического сопровождения биотехнологических процессов получения биологически активных веществ, биопрепаратов, биопродуктов и биоматериалов; производства и контроля биобезопасности кормовых, пищевых и лекарственных средств, биоматериалов (в т.ч. композитов и изделий

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций (для 3++)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
			средств, биоматериалов (в т.ч. композитов и изделий биомедицинского и технического назначения)	ния)	ния)	лий биомедицинского и технического назначения)

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ЛР	ПКР	
<b>Раздел 1 «Общая характеристика вторичных метаболитов»</b>	<b>22</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>9</b>
Тема 1.1. Признаки и функции вторичных метаболитов	9	3	3	-	-	3
Тема 1.2. Локализация вторичных метаболитов и влияние факторов на их накопление	8,5	-	1,5	4	-	3
Тема 1.3. Пути биосинтеза вторичных метаболитов	4,5	-	1,5	-	-	3
<b>Раздел 2 «Основные классы вторичных метаболитов»</b>	<b>44</b>	<b>7</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>9</b>
Тема 2-1. Терпены и терпеноиды (изопреноиды)	15	2	6/2	4	-	3
Тема 2-2. Фенольные соединения	16	3	6/2	4	-	3
Тема 2-3. Алкалоиды	13	2	6	2	-	3
<b>Раздел 3 «Другие группы вторичных метаболитов»</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>5</b>
Тема 3-1. Гликозиды	8	2	3	-	-	3
Тема 3-2. Сапонины и минорные вторичные метаболиты	7	2	3	-	-	2
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	-	-	-	2	-
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	-	-	-	0,4	-
<i>подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6	-	-	-	-	24,6
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>2,4</b>	<b>47,6</b>

#### Раздел 1 «Общая характеристика вторичных метаболитов»

##### Тема 1.1. Признаки и функции вторичных метаболитов

Признаки вторичных метаболитов. Функции вторичных метаболитов (продукты жизнедеятельности клеток, запасные соединения, защитные соединения, инструмент аллелопатических отношений). Фитоалексины и фитоантисипины.

##### Тема 1.2. Локализация вторичных метаболитов и влияние факторов на их накопление

Клеточный уровень. Тканевый уровень. Млечники. Органный уровень. Географический фактор. Влияние почвенных условий. Оротографические факторы. Феноценотический фактор. Онтогенетический фактор.

##### Тема 1.3. Пути биосинтеза вторичных метаболитов

Предшественники биосинтеза вторичных метаболитов. Дублирование путей синтеза вторичных метаболитов. Компарментализация вторичного метаболизма. Ферменты вторичного метаболизма.

#### Раздел 2 «Основные классы вторичных метаболитов»

##### Тема 2.1. Терпены и терпеноиды (изопреноиды)

Общая характеристика терпенов и терпеноидов. Классификация терпенов (терпеноидов). Структура и синтез. Практическое использование монотерпенов и монотерпеноидов. Эфирные масла. Состав и свойства эфирных масел. Распространение эфирных масел в природе. Содержание эфирных масел в растениях. Локализация эфирных масел в растениях. Вместилища эфирных масел. Способы получения эфирных масел. Роль эфирных масел в растении. Использование эфирных масел в парфюмерии. Использование эфирных масел в пищевой промышленности. Эфирные масла как компоненты пряностей. Использование эфирных масел в медицине. Фармацевтические препараты на основе моно- и бициклических терпенов. Растительные смолы. Стероиды.

##### Тема 2.2. Фенольные соединения

Общая характеристика фенольных соединений. Функции фенольных соединений. Свойства и методы идентификации фенолов. Биосинтез фенольных соединений. Классификация фенольных соединений. Простые фенолы. Фенольные кислоты. Фенилпропаноиды. Нафтохиноны, ксантоны. Стильбены, антрахиноны. Флавоноиды. Производные флавана. Производные флавонола. Полимерные фенольные соединения. Дубильные вещества. Понятие о дубильных веществах. Содержание дубильных веществ в растениях. Применение дубильных веществ. Классификация дубильных веществ. Лигнины. Меланины.

##### Тема 2.3. Алкалоиды

Общая характеристика алкалоидов. История открытия алкалоидов. Распространение и содержание алкалоидов. Свойства алкалоидов. Функции алкалоидов в растениях. Применение алкалоидов. Факторы, влияющие на накопление алкалоидов. Классификация алкалоидов. Выделение алкалоидов из растений. Алкалоиды группы орни-

тина. Алкалоиды группы L-триптофана. Алкалоиды группы лизина. Алкалоиды группы L-фенилаланина, L-тирозина и антраниловой кислоты. Алкалоиды группы гистидина. Алкалоиды, синтезирующиеся по изопреноидному пути.

### Раздел 3 «Другие группы вторичных метаболитов»

#### Тема 3.1. Гликозиды

Распространение гликозидов. Функции гликозидов. Значение гликозидов. Классификация гликозидов. Сердечные гликозиды.

#### Тема 3.2. Сапонины и минорные вторичные метаболиты

Сапонины. Строение и свойства сапонинов. Стероидные сапонины. Тритерпеновые сапонины. Применение сапонинов. Распространение сапонинов. Минорные вторичные метаболиты.

### 4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия

#### Содержание лекций, лабораторного практикума, практических занятий и контрольные мероприятия

Таблица 4

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
Раздел 1. Общая характеристика вторичных метаболитов					
1	Тема 1.1. Признаки и функции вторичных метаболитов	Лекция № 1 «Признаки и функции вторичных метаболитов»	УК-1.1, УК-1.4	-	3
		Практическое занятие № 1 «Функции вторичных метаболитов»	УК-1.1, УК-1.4	оценка уровня знаний по теме - устный опрос	3
2	Тема 1.2. Локализация вторичных метаболитов и влияние факторов на их накопление	Лабораторная работа № 1 «Микроскопический анализ растительного лекарственного сырья. Гистохимические реакции.»	УК-1.1, УК-1.4, ПКос-2.1, ПКос-2.2	защита лабораторной работы	4
		Практическое занятие № 2 «Влияние внешних и внутренних факторов на накопление вторичных метаболитов»	УК-1.1, УК-1.4, ПКос-2.1, ПКос-2.2	оценка уровня знаний по теме - устный опрос	1,5
3	Тема 1.3. Пути биосинтеза вторичных метаболитов	Практическое занятие № 3 «Ферменты вторичного метаболизма»	УК-1.1, УК-1.4	оценка уровня знаний по теме - устный опрос	1,5

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
Раздел 2. Основные классы вторичных метаболитов					
4	Тема 2.1. Терпены и терпеноиды (изопреноиды)	Лекция № 2 «Терпены и терпеноиды»	УК-1.1, УК-1.4	-	2
		Практическое занятие № 4 «Классификация терпенов (терпеноидов)»	УК-1.1, УК-1.4	оценка уровня знаний по теме - устный опрос	6
		Лабораторная работа № 2 «Количественное определение эфирных масел в лекарственном растительном сырье»	УК-1.1, УК-1.4, ПКос-2.1, ПКос-2.2	защита лабораторной работы	4
5	Тема 2.2. Фенольные соединения	Лекция № 3 «Фенольные соединения»	УК-1.1, УК-1.4	-	3
		Практическое занятие № 5 «Классификация фенольных соединений. Функции фенольных соединений»	УК-1.1, УК-1.4	оценка уровня знаний по теме - устный опрос	6
		Лабораторная работа № 3 «Качественные реакции на фенольные соединения в лекарственном растительном сырье»	УК-1.1, УК-1.4, ПКос-2.1, ПКос-2.2	защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 4 «Определение суммарного содержания фенолов, флавоноидов и антоцианов в лекарственном растительном сырье»	УК-1.1, УК-1.4, ПКос-2.1, ПКос-2.2	защита лабораторной работы	2
6	Тема 2.3. Алкалоиды	Лекция № 4 «Алкалоиды»	УК-1.1, УК-1.4	-	2
		Практическое занятие № 6 «Применение алкалоидов»	УК-1.1, УК-1.4, ПКос-2.1, ПКос-2.2	оценка уровня знаний по теме - устный опрос	6
		Лабораторная работа № 5 «Качественные реакции на выявление алкалоидов в растительном лекарственном сырье»	УК-1.1, УК-1.4, ПКос-2.1, ПКос-2.2	защита лабораторной работы	2
Раздел 3. Другие группы вторичных метаболитов					
7	Тема 3.1. Гликозиды	Лекция № 5 «Гликозиды»	УК-1.1, УК-1.4	-	2
		Практическое занятие № 7 «Сердечные гликозиды»	УК-1.1, УК-1.4	оценка уровня знаний по теме - устный опрос	3
8	Тема 3.2. Сапонины и	Лекция № 6 «Сапонины и минорные вто-	УК-1.1, УК-1.4	-	2



№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	минорные вторичные метаболиты	ричные метаболиты» Практическое занятие № 8 «Применение сапонинов»	УК-1.1, УК-1.4, ПКос-2.1, ПКос-2.2	оценка уровня знаний по теме - устный опрос	3

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1 «Общая характеристика вторичных метаболитов»</b>		
1.	Тема 1.1. Признаки и функции вторичных метаболитов	Вторичные метаболиты – инструмент аллелопатических отношений. Фитоалексины и фитоантисипины (УК-1.1, УК-1.4, ПКос-2.1, ПКос-2.2)
2.	Тема 1.2. Локализация вторичных метаболитов и влияние факторов на их накопление	Географический фактор. Влияние почвенных условий. Орографические факторы. Феноценотический фактор. Онтогенетический фактор. (УК-1.1, УК-1.4, ПКос-2.1, ПКос-2.2)
3.	Тема 1.3. Пути биосинтеза вторичных метаболитов	Ферменты вторичного метаболизма: пренилтрансферазы, циклазы, метилазы, лиазы и др. (УК-1.1, УК-1.4)
<b>Раздел 2 «Основные классы вторичных метаболитов»</b>		
4.	Тема 2.1. Терпены и терпеноиды (изопреноиды)	Гемитерпены. Монотерпены и монотерпеноиды. Моноциклические терпены и терпеноиды. Бициклические терпены и терпеноиды. Трициклические терпены и терпеноиды. Сесквитерпены и сесквитерпеноиды. Практическое использование монотерпенов и монотерпеноидов. Ди- и тритерпены и терпеноиды. Растительные смолы. Стероиды. Тетратерпены и тетратерпеноиды. Политерпены и политерпеноиды (УК-1.1, УК-1.4, ПКос-2.1, ПКос-2.2)
5.	Тема 2.2. Фенольные соединения	Фенилпропаноиды. Нафтохиноны, ксантоны. Стильбены, антрахиноны. Флавоноиды. Производные флавана. Производные флавонола. Полимерные фенольные соединения. Дубильные вещества. Лигнины. Меланины (УК-1.1, УК-1.4, ПКос-2.1, ПКос-2.2)
6.	Тема 2.3. Алкалоиды	Алкалоиды группы орнитина. Алкалоиды группы L-триптофана. Алкалоиды группы лизина. Алкалоиды группы L-фенилаланина, L-тирозина и антралиловой кислоты. Алкалоиды группы гистидина. Алкалоиды, синтезирующиеся по изопреноидному пути (УК-1.1, УК-1.4, ПКос-2.1, ПКос-2.2)
<b>Раздел 3 «Другие группы вторичных метаболитов»</b>		
7.	Тема 3.1. Гликозиды	Функции гликозидов. Значение гликозидов (УК-1.1, УК-1.4, ПКос-2.1, ПКос-2.2)
8.	Тема 3.2. Сапонины и минорные вторичные метаболиты	Строение и свойства сапонинов. Распространение сапонинов (УК-1.1, УК-1.4, ПКос-2.1, ПКос-2.2)

**5. Образовательные технологии**

Таблица 6

**Применение активных и интерактивных образовательных технологий**

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Признаки и функции вторичных метаболитов	Л Коллективная мыслительная деятельность. Анализ конкретных ситуаций, мозговой штурм
2.	Практическое использование веществ терпеноидной природы.	Л Коллективная мыслительная деятельность. Анализ конкретных ситуаций, мозговой штурм
3.	Влияние внешних и внутренних факторов на накопление вторичных метаболитов	ПЗ Анализ конкретных ситуаций, мозговой штурм
4.	Классификация фенольных соединений	ПЗ Мозговой штурм

**6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

**6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

**Вопросы для коллоквиумов**

1. Основные характеристики вторичных метаболитов
2. Функции вторичных метаболитов
3. Вторичные метаболиты – инструменты аллелопатических отношений.
4. Основные группы вторичных метаболитов
5. Локализация вторичных метаболитов
6. Влияние внутренних и внешних факторов на накопление вторичных метаболитов
7. Различные типы трихом и желез
8. Основные пути синтеза вторичных метаболитов.
9. Классификация терпенов (терпеноидов).
10. Классификация монотерпеноидов и сесквитерпеноидов.
11. Эфирные масла.
12. Классификация эфирных масел
13. Физические свойства эфирных масел. Отличия от жирных масел по физическим свойствам.
14. Распространение эфирносов в природе. Содержание эфирных масел в растениях.
15. Локализация эфирных масел в растениях. Вместительность эфирных масел.
16. Роль эфирных масел в жизни растительного организма
17. Способы получения эфирных масел.
18. Роль эфирных масел в растении.

19. Использование эфирных масел в парфюмерии.
20. Использование эфирных масел в пищевой промышленности.
21. Использование эфирных масел в медицине и фармацевтике.
22. Общая характеристика и функции фенольных соединений.
23. Биосинтез фенольных соединений.
24. Классификация фенольных соединений.
25. Качественный и количественный анализ фенольных соединений
26. Кумарины. Физико-химические свойства кумаринов
27. Качественные реакции на кумарины и количественное определение
28. Хромоны. Физико-химические свойства
29. Хромоны. качественные реакции и количественное обнаружение.
30. Биологическая активность кумаринов и хромонов. Растения, содержащие кумарины и хромоны.
31. Ксантоны и лигнаны. Классификация, физико-химические свойства.
32. Биологическая активность ксантонов и лигнанов. Растения, содержащие ксантоны и лигнаны.
33. Флавоноиды. классификация и физико-химические свойства.
34. Качественные реакции на флавоноиды и количественное определение.
35. Виды биологической активности, присущие флавоноидам. Лекарственные растения, содержащие флавоноиды.
36. Производные антрацена. Физико-химические свойства и биологическая активность.
37. Дубильные вещества. Классификация, физико-химические свойства и качественные реакции на танины.
38. Биологическая активность танинов. Лекарственные растения, содержащие танины.
39. Общая характеристика алкалоидов.
40. Физико-химические свойства алкалоидов.
41. Качественные реакции на алкалоиды и их количественное определение.
42. Функции алкалоидов в растениях.
43. Классификация алкалоидов.
44. распространение алкалоидов в растительном мире, их локализация в органах и тканях.
45. Биологическая активность алкалоидов
46. Гликозиды: распространение, функции, значение, классификация.
47. Качественные реакции и количественное определение гликозидов.
48. Биологическая активность и лекарственные растения, содержащие гликозиды.
49. Сапонины: распространение, функции, значение, классификация.
50. Качественные реакции и количественное обнаружение сапонинов
51. Биологическая активность сапонинов, лекарственные растения, содержащие сапонины.

#### Перечень дискуссионных тем для круглого стола (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)

1. Насколько четко можно обозначить границы между первичным и вторичным метаболизмом растений?
2. Основные гипотезы, объясняющие происхождение вторичного метаболизма и накопление вторичных метаболитов
3. Фармакологические свойства эфирных масел
4. Какие факторы могут оказывать влияние на уровень накопления фенольных соединений в растениях?

#### Комплект разноуровневых задач/заданий

1. Напишите формулы гидрохинона, арбутина, спирта салицилового, кислоты салициловой, салицина, родиолозида, общую формулу фенолкарбоновых кислот.
2. Напишите формулу хромана, хромона, флавана, флаванона, флаванолола, флавонола, халкона, аурана, изофлавонола, нарингенина, апигенина, литеолина, кемпферола, кверцетина, рутина.
3. Напишите формулы: галловой, эллаговой, гексаоксидифеновой, м-дигалловой кислот, катехина, лейкоантоцианидина, стильбена, общую формулу галлотанина.
4. Напишите формулу ментола, линалоола, цитраля, ментана, цинеола, пинана, пинена, камфана, борнеола, камфоры.
5. Напишите формулу п-цимена, анетола, эвгенола, тимола

#### Вопросы к экзамену

1. Основные характеристики вторичных метаболитов
2. Функции вторичных метаболитов
3. Вторичные метаболиты – инструменты аллелопатических отношений.
4. Локализация вторичных метаболитов
5. Влияние внутренних и внешних факторов на накопление вторичных метаболитов.
6. Основные пути синтеза вторичных метаболитов.
7. Ферменты вторичного метаболизма.
8. Общая характеристика терпенов и терпеноидов.
9. Классификация терпенов (терпеноидов).
10. Монотерпены и монотерпеноиды.
11. Эфирные масла.
12. Распространение эфирносов в природе. Содержание эфирных масел в растениях.
13. Локализация эфирных масел в растениях. Вместилища эфирных масел.
14. Способы получения эфирных масел.
15. Роль эфирных масел в растении.
16. Использование эфирных масел в парфюмерии.
17. Использование эфирных масел в пищевой промышленности.
18. Использование эфирных масел в медицине и фармацевтике.

19. Растительные смолы.
20. Политерпены и политерпеноиды.
21. Общая характеристика и функции фенольных соединений.
22. Биосинтез фенольных соединений.
23. Классификация фенольных соединений.
24. Простые фенолы.
25. Полимерные фенольные соединения.
26. Дубильные вещества.
27. Общая характеристика алкалоидов.
28. Функции алкалоидов в растениях.
29. Классификация алкалоидов.
30. Гликозиды: распространение, функции, значение, классификация.
31. Сапонины: распространение, функции, значение, классификация.
32. Минорные вторичные метаболиты.

### Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Калашникова, Е.А. Клеточная инженерия растений: Учебное пособие / Е.А. Калашникова. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. 318 с.

2. Калашникова, Е.А. Основы биотехнологии / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 186 с.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Бахтенко, Е.Ю. Многообразие вторичных метаболитов высших растений: учебное пособие / Е.Ю. Бахтенко, П.Б. Курапов. – Вологда, 2008. – 266 с.
2. Биотехнология: теория и практика (учебное пособие) / Н.В. Загоскина, Л.В. Назаренко, Е.А. Калашникова, Е.А. Живухина: Под ред. Н.В. Загоскиной. – М.: Из-во Оникс, 2009. – 496 с.
3. Бутенко, Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе: Учебное пособие / Р.Г. Бутенко. – М.: ФБК-ПРЕСС, 1999. – 160 с.
4. Егорова, Т.А. Основы биотехнологии / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. – М.: Академия, 2005. – 208 с.
5. Калашникова, Е.А. Основы биотехнологии / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 186 с.
6. Коваленко, Л.В. Биохимические основы химии биологически активных веществ: учебное пособие / Л.В. Коваленко. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 229 с. : ил. – (Учебник для высшей школы).
7. Коробов, А.В. Лекарственные и ядовитые растения в ветеринарии: Учебник / А.В. Коробов, О.С. Бушукина, М.Н. Сбитнева. – СПб.: Издательство «Лань», 2007. – 256 с. (+ вклейка 48 с.). – (Учебники для вузов. Специальная литература).
8. Лутова, Л.А. Биотехнология высших растений / Л.А. Лутова. – СПб.: С.-Пб университет, 2003. – 228 с.
9. Самылина, И.А. Фармакогнозия: учебник / И.А. Самылина, Г.П. Яковлев. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 976 с.:ил.
10. Тарчевский, И.А. Сигнальные системы клеток растений / И.А. Тарчевский; [Отв. ред. А.Н. Гречкин]. – М.: Наука, 2002. – 294 с.: ил.

### 7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Практикум по биотехнологии растений / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Н.П. Карсункина, М.Р. Халилуев. Изд. 3-е, испр. и доп. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2014. 148 с.
2. Лабораторный практикум по культуре клеток и тканей растений / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, С.М. Зайцева. М.: ФГБНУ «Росинформартех», 2017. 140 с.

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

1. bio-x.ru - Интернет-портал по биотехнологии (открытый доступ)

2. [www.agrobiology.ru](http://www.agrobiology.ru) Журнал «Сельскохозяйственная биология» (открытый доступ)
3. [www.genetika.ru](http://www.genetika.ru) Журнал «Биотехнология» (открытый доступ)
4. [www.ippras.ru](http://www.ippras.ru) Журнал «Физиология растений» (открытый доступ)

## 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Таблица 10

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Учебная лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 3, аудитория № 109)	Аквадистиллятор № 559576 Бокс ламинарный №№ 559911, 559911/1, 559911/2, 559911/3, 31924/6 Весы Ohaus № 34426 Весы аналитические ACCULAB № 559572 Весы электронные KERN EW № 35571 Доска передвижная поворотная № 557950/1 Камера климатическая № 410124000559553 Мойка лабораторная №№ 559920/1, 559920/2, 559920/3 Стеллаж для выращивания растений №№ 559937, 559937/1, 559937/2, 559937/3, 559937/4, 559937/5, 559937/6, 559937/7 Стерилизатор паровой (автоклав) №№ 410124000559575, 410124000559575/1 Стол лабораторный №№ 560198/10, 560198/11, 560198/12, 560198/13, 560198/14, 560198/15, 560198/16, 560198/17, 560198/18, 560198/2, 560198/3, 560198/4, 560198/5, 560198/6, 560198/7, 560198/8, 560198/9, 591056, 591056/1, 591056/10, 591056/11, 591056/12, 591056/13, 591056/14 Сушка лиофильная № 31922 Термостат №№ 559578/1, 559578, 559577 Шейкер-инкубатор орбитальный № 410124000559945 Шкаф вытяжной № 559925
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, читальные залы библиотеки	Парты двухместные – 10 шт.; Стулья – 20 шт.

## 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Для успешного усвоения каждой из тем дисциплины «Вторичный метаболизм высших растений» студент должен внимательно прослушать и конспектировать лекцию по конкретной теме, подготовиться к выполнению практической работы, выполнить практическую работу в лаборатории и защитить

ее, выполнить домашнее задание и в срок сдать его на проверку. Для самоконтроля студентов предназначены контрольные вопросы.

Для конспектирования лекций рекомендуется завести отдельную тетрадь из 96 листов. Конспект каждой лекции следует начинать с названия темы лекции и указания даты ее проведения. Все заголовки разделов лекции следует четко выделять, например, подчеркиванием. Во время лекции следует внимательно следить за ходом мысли лектора и записывать важнейшие определения, разъяснения, формулы, термины. Также нужно стараться воспроизводить в конспекте рисунки и таблицы, которые демонстрирует лектор. При самостоятельной работе студента с конспектом лекций следует осуществлять самопроверку, то есть следить за тем, чтобы освоенным оказался весь материал, изложенный в лекции. Материал, который кажется студенту недостаточно понятным, следует проработать по учебнику и воспользоваться помощью преподавателя на консультациях. Работать с конспектом лекций следует еженедельно, внося в него свои дополнения, замечания и вопросы (для этого в тетради следует оставлять широкие поля).

Для подготовки и фиксирования практических работ следует завести лабораторный журнал (тетрадь). При подготовке к практической работе необходимо составить краткий (1-2 страницы) конспект теоретического материала, на котором основана данная практическая работа и ход ее выполнения. Для подготовки конспекта используют практикум, главы или разделы учебника, рекомендованные преподавателем и конспект лекций. Также при домашней самостоятельной подготовке к практической работе нужно начертить таблицы, приведенные в практикуме, и, если требуется, произвести необходимые для проведения работы расчеты. Домашняя подготовка является необходимой частью практической работы, без нее невозможен осмысленный подход к выполнению экспериментов и измерений. Кроме того, ограниченное время, отводимое на выполнение практической работы, требует хорошо скорректированных действий студента, к которым также необходимо предварительно подготовиться. После завершения экспериментальной части работы необходимо произвести обработку полученных результатов, сделать выводы и защитить работу у преподавателя.

### Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекцию, представляет конспект по теме лекции. При пропуске лабораторного занятия студент обязан самостоятельно выполнить пропущенное занятие. При пропуске практического занятия студент представляет конспект по теме пропущенного занятия. Оценка конспектов и лабораторных работ – зачтено, не зачтено.

## 12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Спецификой дисциплины «Вторичный метаболизм высших растений» является неразрывная связь теории с практикой. Поэтому многие теоретические знания, которые магистранты получают на лекциях, подтверждаются и усваиваются на лабораторных и практических занятиях.

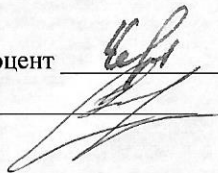
При преподавании дисциплины необходимо ориентироваться на современную

менные образовательные и информационные технологии. Необходимо проводить устный опрос студентов и контролировать выполнение заданий. Контрольные вопросы выдаются студентам по разделам и темам непосредственно перед их изучением. Акцент делается на активные методы обучения на практических занятиях и интерактивной форме обучения.

**Программу разработали:**

Чердниченко М.Ю., канд. биол. наук, доцент

Зайцева С.М., канд. биол. наук, доцент



**РЕЦЕНЗИЯ**

на рабочую программу дисциплины Б1.О.05 «Вторичный метаболизм высших растений» ОПОП ВО по направлению 19.04.01 – «Биотехнология», направленность «Биоинженерия и бионанотехнологии» (квалификация выпускника – магистр)

Таракановым Иваном Германовичем, заведующим кафедрой физиологии растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, доктором биологических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Вторичный метаболизм высших растений» ОПОП ВО по направлению 19.04.01 – «Биотехнология», направленность «Биоинженерия и бионанотехнологии» (магистратура), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре биотехнологии (разработчики – Чердниченко Михаил Юрьевич, доцент кафедры биотехнологии, кандидат биологических наук, Зайцева Светлана Михайловна, доцент кафедры биотехнологии, кандидат биологических наук).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Вторичный метаболизм высших растений» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 19.04.01 – «Биотехнология». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – Б1.О.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 19.04.01 – «Биотехнология».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Вторичный метаболизм высших растений» закреплено 5 компетенций (12 индикаторов). Дисциплина «Вторичный метаболизм высших растений» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Вторичный метаболизм высших растений» составляет 6 зачётных единиц (216 часов).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Вторичный метаболизм высших растений» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.04.01 – «Биотехнология» и возможность дублирования в содержании отсутствует. Поскольку дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области системной биологии в профессиональной деятельности магистра по данному направлению подготовки.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «Вторичный метаболизм высших растений» предполагает проведение занятий в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 19.04.01 – «Биотехнология».

11. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос