

Учреждение образования  
«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе  
ГГУ имени Ф. Скорины  
\_\_\_\_\_ И.В.Семченко  
(подпись)  
\_\_\_\_\_ 17.05.2019  
(дата утверждения)  
Регистрационный № УД- 17-2019-66 /уч.

## **ВТОРИЧНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ РАСТЕНИЙ**

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности 1-31 80 01 Биология  
(профилизация Функциональная биология)

Учебная программа составлена на основе Образовательного стандарта высшего образования второй ступени (магистратура) ОСВО 1-31 80 012012, учебных планов ГГУ имени Ф. Скорины специальности 131 80 01 Биология, регистрационные номера G 31-2-01/д-19, G 31-2-01/з-19 от 09.04.2019.

Составитель:

О.М. Храмченкова, доцент кафедры ботаники и физиологии растений учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», кандидат биологических наук, доцент

Рецензенты:

Н.И. Тимохина, заместитель директора по научной работе государственного научного учреждения «Институт радиобиологии НАН Беларуси», кандидат биологических наук

Н.И. Дроздова, заведующая кафедрой химии учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», кандидат химических наук, доцент

Рекомендована к утверждению:

Кафедрой ботаники и физиологии растений

протокол № 10 от 18.04. 2019

Научно-методическим советом УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

протокол № 8 от 17.05.2019

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Вторичные метаболиты растений» относится к компоненту учреждения высшего образования, модулю «Клеточная биология и молекулярно-генетические механизмы биосигнализации» учебного плана специальности 1-31 80 01 Биология (профилизация Функциональная биология).

Курс «Вторичные метаболиты растений» дает представление об особенностях растительного организма, о биологической роли веществ вторичного происхождения, о взаимосвязи «вторичного» и основного обмена, протекающих в растении. В курсе используются знания ботаники, химии, цитологии, физиологии растений, молекулярной биологии, генетики, экологии, биотехнологии, растениеводства, агрохимии.

**Цель** курса «Вторичные метаболиты растений» – подготовить специалистов, обладающих фундаментальными знаниями об основных группах вторичных метаболитов, входящих в состав растений, их химическом строении и свойствах, путях биосинтеза, локализации синтеза и накопления в растениях, функциях, выделении и методах определения различных групп соединений вторичного происхождения из растительного сырья.

**Основные задачи** дисциплины – дать знания и целостные представления о веществах вторичного происхождения: биогенезе, метаболизме и функциях; научит обобщать фактический материал в области вторичных метаболитов растительного происхождения; ознакомить с научными достижениями в данной области биохимии растений.

В преподавании данной дисциплины, наряду с лекциями, учебным планом предусмотрены практические (семинарские) занятия, которые способствуют развитию у обучающихся таких необходимых навыков, как выбор и решение поставленной задачи, сбор и аналитический анализ опубликованных данных, умение выделять главное и делать обоснованное заключение. Такие занятия стимулируют регулярное изучение научной литературы, закрепляют знания, полученные на первой ступени высшего образования, прививают навыки самостоятельной работы. На практических (семинарских) занятиях используются методы интерактивного обучения, основанных на психологии человеческих взаимоотношений и взаимодействиях. Высокий уровень освоения дисциплины «Вторичные метаболиты растений» достигается не только в результате выполнения аудиторной работы на лекциях и практических (семинарских) занятиях, но и в ходе самостоятельной работы.

После изучения дисциплины обучающийся должен обладать компетенциями:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

СК-2. Быть способным использовать знания о молекулярных основах функционирования клеточных систем и механизмах биосигнализации в разработке актуальных вопросов физиологии животных и растений, биотехнологии, экологии, фармации, сельском и лесном хозяйстве

ПК-2. Осваивать новые модели, теории, методы исследования, участвовать в разработке новых методических подходов.

ПК-3. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научной литературе, составлять аналитические обзоры.

ПК-4. Готовить научные статьи, сообщения, рефераты, доклады и материалы к презентациям.

БПК-9. Знать сущность и механизмы жизненных процессов, протекающих в растениях и микроорганизмах, быть способным использовать эти процессы для повышения продуктивности и устойчивости растений.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен **знать:**

- свойства веществ вторичного происхождения;
- механизм их действия;
- их роль в системах регуляции у многоклеточных растений;

**уметь:**

- использовать полученные знания в профессиональной деятельности;
- систематизировать полученные знания;
- грамотно излагать теоретический материал;

**владеть навыками:**

- использования вторичных метаболитов в своей практической деятельности;
- владеть методологическими основами современной науки.

Изучение данной учебной дисциплины предусмотрено магистрантами 1 курса специальности 1-31 80 01 Биология (профилизация Функциональная биология). Общее количество часов для магистрантов **дневной** формы обучения – 102 (3 зачетных единицы); аудиторных – 42, из них: лекции – 34, в том числе – УСП – 12, практические (семинарские) занятия – 8. Форма отчетности – экзамен в 1 семестре. Общее количество часов для магистрантов **заочной** формы обучения – 102 (3 зачетных единицы); аудиторных – 14, из них: лекции – 10, практические (семинарские) занятия – 4. Форма отчетности – экзамен в 1 семестре

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### РАЗДЕЛ 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ

#### Модуль 1 (М1). Общая характеристика вторичных метаболитов

##### Тема 1. Первичный и вторичный метаболизмы и их продукты.

Первичный и вторичный метаболизмы растительных организмов и их продукты. Вторичный метаболизм – отличительное свойство растительного организма. Фармакогнозия – наука о вторичных метаболитах лекарственных растений. Перспективы практического приложения результатов физиологических исследований в медицине, биотехнологии, сельском хозяйстве и др. Перспективы получения биологически активных соединений биотехнологическими и генно-инженерными методами.

##### Тема 2. Общая характеристика вторичных метаболитов.

Признаки вторичных метаболитов. Закономерности строения вторичных метаболитов. Классификация вторичных метаболитов: эмпирическая (тривиальная), химическая, биохимическая и функциональная. Основные группы вторичных метаболитов. Локализация вторичных метаболитов в растительном организме.

#### Модуль контроля 1 (МК<sub>2</sub>). Контроль усвоения раздела «Общая характеристика вторичных метаболитов»

Модуль обеспечивает контроль основных понятий, знаний и умений, освоенных магистрантами в результате изучения раздела «Общая характеристика вторичных метаболитов». Контроль осуществляется в форме контрольной работы или тестирования с разноуровневыми заданиями (уровень узнавания; воспроизведение по памяти; воспроизведение на уровне понимания и применения знаний в знакомой ситуации; применение знаний в незнакомой ситуации; творческая деятельность).

### РАЗДЕЛ 2 ТЕРПЕНОИДЫ

#### Модуль 2 (М2). Терпеноиды

##### Тема 3. Общая характеристика терпеноидов.

Понятия «терпены» и «терпеноиды». Почему терпеноиды являются изопреноидами. Биосинтез терпеноидов и их физиологические функции. Химическая классификация терпеноидов и некоторые характерные представители. Геми-, моно-, сескви-, дитерпеноиды: структура, свойства и распространение. Примеры растений, используемых для получения и/или использования содержащихся в них терпеноидов.

#### **Тема 4. Основные группы терпеноидов (три, тетра и политерпеноиды).**

Три, тетра и политерпеноиды. Распространение и основные представители. Ациклические и моно-, би-, трициклические группы терпеноидов. Эфирные масла и эфирномасличные растения: химический состав, свойства, распространение, локализация и физиологическая роль. Растительные смолы, гутта и каучук. Биосинтез, локализация в растениях, физиологические функции. Камедесмолы. Ладан, мирра, опопонакс. Масло-смолы и бальзамы копайский бальзам, копал, аниме (курбарилловая смола), сандарак, живица, гваяковая смола, даммара, канифоль, scammonий, шеллак, янтарь, стиракс, перуанский и толуанский бальзам, причём вещества более жидкой консистенции известны под именем бальзамы. Смолы горные: асфальт (иудейская смола), озокерит.

#### **Модуль контроля 2 (МК<sub>2</sub>). Контроль усвоения раздела «Терпеноиды»**

Модуль обеспечивает контроль основных понятий, знаний и умений, освоенных магистрантами в результате изучения раздела «Терпеноиды». Контроль осуществляется в форме контрольной работы или тестирования с разноуровневыми заданиями (уровень узнавания; воспроизведение по памяти; воспроизведение на уровне понимания и применения знаний в знакомой ситуации; применение знаний в незнакомой ситуации; творческая деятельность). Также магистранты выполняют задания УСР № 1 по теме «Три-, тетра- и политерпеноиды».

### **РАЗДЕЛ 3 АЛКАЛОИДЫ**

#### **Модуль 3 (М3). Алкалоиды**

##### **Тема 5. Общая характеристика алкалоидов.**

Понятие алкалоидов. Общая характеристика алкалоидов – азотсодержащих вторичных метаболитов: химические свойства, распространенность в растительном царстве. Фитохимия вторичного метаболизма. Физиологическая роль, биосинтез и классификация алкалоидов. Классификации алкалоидов по структуре N-гетероцикла (А.П. Орехов).

##### **Тема 6. Протоалкалоиды.**

Общая характеристика протоалкалоидов. Классификация протоалкалоидов. Алифатические протоалкалоиды. Фенилалкиламины. Колхициновые протоалкалоиды. Мескалин: психотропные эффекты; эфедрин – стимулирующие свойства. Психоделические свойства фенилалкиламинов. Применение колхицина для получения полиплоидных форм растений.

### **Тема 7. Истинные алкалоиды.**

Общая характеристика истинных алкалоидов Названия отдельных алкалоидов. История изучения. Классификация. Свойства. Распространение в природе. Извлечение. Биосинтез. Образование оснований Шиффа. Реакция Манниха. Димерные алкалоиды. Биологическая роль. Применение: в медицине, сельском хозяйстве, психостимулирующее и наркотическое использование.

### **Тема 8. Псевдоалкалоиды.**

Общая характеристика псевдоалкалоидов История изучения. Классификация. Свойства. Распространение в природе. Извлечение. Биосинтез. Биологическая роль. Соланидин и соланин в картофеле. «Картофельные бунты». Примеры растений, используемых для получения и/или использования содержащихся в них псевдоалкалоидов.

## **Модуль контроля 3 (МК<sub>3</sub>). Контроль усвоения раздела «Алкалоиды»**

Модуль обеспечивает контроль основных понятий, знаний и умений, освоенных магистрантами в результате изучения раздела «Алкалоиды». Контроль осуществляется в форме контрольной работы или тестирования с разноуровневыми заданиями (уровень узнавания; воспроизведение по памяти; воспроизведение на уровне понимания и применения знаний в знакомой ситуации; применение знаний в незнакомой ситуации; творческая деятельность). Также магистранты выполняют задания УСР № 2 и № 3 по темам «Протоалкалоиды» и «Псевдоалкалоиды».

## **РАЗДЕЛ 4 РАСТИТЕЛЬНЫЕ ФЕНОЛЫ**

### **Модуль 4 (М4). Растительные фенолы**

#### **Тема 9. Растительные фенолы и полифенолы.**

Общая характеристика монофенолов. Фенольные соединения с одним ароматическим кольцом: простые фенолы, бензохиноны, фенолокислоты (фенольные кислоты), фенолоспирты, фенилуксусные кислоты, ацетофеноны, фенилпропаноиды (оксикоричные кислоты, оксикоричные спирты, фенилпропены, кумарины, изокумарины, хромоны, лигнаны) и нафтохиноны.

#### **Тема 10. Фенольные соединения с двумя ароматическими кольцами.**

Общая характеристика дифенолов. Бензофеноны, ксантоны, стильбены, антрахиноны, флавоноиды, изофлавоноиды и неофлавоноиды. Примеры растений, используемых для получения и/или использования содержащихся в них дифенолов.

## **Модуль контроля 4 (МК<sub>4</sub>). Контроль усвоения раздела «Растительные фенолы»**

Модуль обеспечивает контроль основных понятий, знаний и умений, освоенных магистрантами в результате изучения раздела «Растительные фенолы». Контроль осуществляется в форме контрольной работы или тестирования с разноуровневыми заданиями (уровень узнавания; воспроизведение по памяти; воспроизведение на уровне понимания и применения знаний в знакомой ситуации; применение знаний в незнакомой ситуации; творческая деятельность).

### **РАЗДЕЛ 5 РАЗНООБРАЗИЕ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ**

#### **Модуль 5 (М5). Разнообразие вторичных метаболитов**

##### **Тема 11. Растительные гликозиды.**

Общая характеристика гликозидов. История изучения. Химические и физические свойства. Классификация гликозидов. Образование гликозидов в растениях и их роль. Выделение гликозидов из растений. Качественные реакции гликозидов. Методы количественного определения гликозидов. Примеры растений, используемых для получения и/или использования содержащихся в них гликозидов.

##### **Тема 12. Вторичные метаболиты лишайников.**

История изучения. Химические и физические свойства. Классификация. Образование в лишайниках и их роль. Выделение гликозидов из растений. Качественные реакции. Методы количественного определения. Основные вторичные метаболиты лишайников лесов Беларуси. Примеры лишайников, используемых для получения и/или использования содержащихся в них вторичных метаболитов.

##### **Тема 13. Минорные группы вторичных метаболитов.**

Основные минорные группы вторичных метаболитов: растительные амины, беталаины (бетацианины и бетаксантины), цианогенные гликозиды, небелковые аминокислоты, необычные липиды («необычные» жирные кислоты и цианолипиды), серосодержащие вторичные метаболиты (S-гликозиды и аллицины). Распространение и основные представители. Примеры растений, используемых для получения и/или использования содержащихся в них вторичных метаболитов минорных групп.

## **Модуль контроля 5 (МК<sub>5</sub>). Контроль усвоения раздела «Разнообразие вторичных метаболитов»**

Модуль обеспечивает контроль основных понятий, знаний и умений, освоенных магистрантами в результате изучения раздела «Разнообразие

вторичных метаболитов». Контроль осуществляется в форме контрольной работы или тестирования с разноуровневыми заданиями (уровень узнавания; воспроизведение по памяти; воспроизведение на уровне понимания и применения знаний в знакомой ситуации; применение знаний в незнакомой ситуации; творческая деятельность).

## **РАЗДЕЛ 6 БИОХИМИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ РАСТЕНИЙ**

### **Модуль 6 (М6). Биохимия и биотехнология вторичных метаболитов растений**

#### **Тема 14. Биохимия вторичного метаболизма.**

Предшественники биосинтеза вторичных метаболитов. Точки «ответвления» вторичного метаболизма от первичного. Пути биосинтеза основных классов вторичных метаболитов – алкалоидов, изопреноидов, фенольных соединений, минорных классов вторичных метаболитов. Модификации вторичных метаболитов (аминирование, гликозилирование, гидроксילирование, метоксилирование, метилирование).

#### **Тема 15. Физиология вторичного метаболизма.**

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. Сигнальная роль вторичных метаболитов. Взаимодействие вторичных метаболитов и фитогормонов в сигнальных путях.

#### **Тема 16. Внешняя секреция вторичных метаболитов.**

Специализированные органы секреции. Характеристика локализации синтеза и накопления основных групп вторичных метаболитов. Изменение вторичного метаболизма в онтогенезе растений. Функции вторичных метаболитов. Фитоалексины. Доказательства экологических функций вторичных соединений. Гипотеза мультифункциональности вторичного метаболизма. Секретируемые вторичные метаболиты как сигналы для растительных организмов.

#### **Тема 17. Биотехнология вторичных метаболитов растений.**

Производство вторичных метаболитов на основе культуры клеток и органов растений. Преимущества использования клеточных культур в качестве продуцентов БАВ по сравнению с интактными растениями. Тенденции развития биотехнологий лекарственных растений в производстве фармацевтически важных продуктов. Особенности вторичного метаболизма в культурах клеток и тканей растений. Способы повышения выхода целевых продуктов. Морфологические и биохимические особенности генетически трансформированных корней. Системы культивирования клеток для

получения вторичных метаболитов. Этапы создания промышленных технологий для производства БАВ.

**Модуль контроля 6 (МК<sub>6</sub>). Контроль усвоения раздела «Биохимия и биотехнология вторичных метаболитов растений»**

Модуль обеспечивает контроль основных понятий, знаний и умений, освоенных магистрантами в результате изучения раздела «Биохимия и биотехнология вторичных метаболитов растений». Контроль осуществляется в форме контрольной работы или тестирования с разноуровневыми заданиями (уровень узнавания; воспроизведение по памяти; воспроизведение на уровне понимания и применения знаний в знакомой ситуации; применение знаний в незнакомой ситуации; творческая деятельность). Также магистранты выполняют задание УСР № 4, № 5 и № 6 по темам «Биохимия вторичного метаболизма», «Физиология вторичного метаболизма» и «Внешняя секреция вторичных метаболитов».

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДЛЯ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Номер раздела, модуля, темы	Название раздела, модуля, темы; перечень изучаемых вопросов	Количество часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	управляемая самостоятельная работа			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Раздел 1</b>	<b>Общая характеристика вторичных метаболитов</b>	<b>4</b>						
<b>М1</b>	<i>Общая характеристика вторичных метаболитов</i>	<b>4</b>						
<b>Тема 1</b>	<b>Первичный и вторичный метаболизм и их продукты</b> 1 Понятие первичного и вторичного метаболизма. 2 Общая характеристика вторичного метаболизма растений. 3 Использование вторичных метаболитов растений	2				Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-15]	
<b>Тема 2</b>	<b>Общая характеристика вторичных метаболитов</b> 1 Признаки вторичных метаболитов. 2 Классификация вторичных метаболитов. 3 Локализация вторичных метаболитов в растительном организме.	2				Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-15]	
<b>Раздел 2</b>	<b>Терпеноиды</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>2</b>			
<b>М2</b>	<i>Терпеноиды</i>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>2</b>			
<b>Тема 3</b>	<b>Общая характеристика терпеноидов</b> 1 Понятия «терпены» и «терпеноиды». 2 Биосинтез терпеноидов и их физиологические функции. 3 Геми-, моно-, сескви-, дитерпеноиды.	2				Курс лекций, презентация	[2-5, 8-11, 13-15]	
<b>Тема 4</b>	<b>Основные группы терпеноидов (три, тетра и политерпеноиды)</b> 1 Три-, тетра- и политерпеноиды. 2 Ациклические и моно-, би-, трициклические группы терпеноидов. 3 Растительные смолы, гутта и каучук.		2		2	Курс лекций, презентация	[2-5, 8-11, 13-15]	Текст УСР и презентация. Творческие задания для малых групп

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Раздел 3</b>	<b>Алкалоиды</b>	<b>4</b>	<b>2</b>		<b>4</b>			
<b>М3</b>	<i>Алкалоиды</i>	<b>4</b>	<b>2</b>		<b>4</b>			
<b>Тема 5</b>	<b>Общая характеристика алкалоидов</b> 1 Общая характеристика алкалоидов. 2 Фитохимия алкалоидов. 3 Классификации алкалоидов по структуре N-гетероцикла.	2				Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-15]]	
<b>Тема 6</b>	<b>Протоалкалоиды</b> 1 Общая характеристика и классификация протоалкалоидов. 2 Алифатические протоалкалоиды. 3 Фенилалкиламины. Колхициновые протоалкалоиды.		2		2	Курс лекций, презентация	[2-5, 8-11, 13-15]	Текст УСР и презентация. Творческие задания для малых групп
<b>Тема 7</b>	<b>Истинные алкалоиды</b> 1 Общая характеристика истинных алкалоидов. 2 Биосинтез алкалоидов. 3 Свойства алкалоидов различных групп.	2				Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-15]	
<b>Тема 8</b>	<b>Псевдоалкалоиды</b> 1 Общая характеристика псевдоалкалоидов История изучения. 2 Классификация и свойства псевдоалкалоидов. Биологическая роль. 3 Соланидин и соланин в картофеле				2	Курс лекций, презентация	[2-5, 8-11, 13-15]	Текст УСР и презентация
<b>Раздел 4</b>	<b>Растительные фенолы</b>	<b>4</b>	<b>2</b>					
<b>М4</b>	<i>Растительные фенолы</i>	<b>4</b>	<b>2</b>					
<b>Тема 9</b>	<b>Растительные фенолы и полифенолы</b> 1 Общая характеристика монофенолов. 2 Фенольные соединения с одним ароматическим кольцом.	2				Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-15]	
<b>Тема 10</b>	<b>Фенольные соединения с двумя ароматическими кольцами</b> 1 Общая характеристика дифенолов. 2 Бензофеноны, ксантоны, стильбены и антрахиноны. 3 Флавоноиды, изофлавоноиды и неофлавоноиды.	2	2			Курс лекций, презентация	[2-5, 8-11, 13-15]	Творческие задания для малых групп
<b>Раздел 5</b>	<b>Разнообразие вторичных метаболитов</b>	<b>6</b>	<b>2</b>					
<b>М5</b>	<i>Разнообразие вторичных метаболитов</i>	<b>6</b>	<b>2</b>					
<b>Тема 11</b>	<b>Растительные гликозиды</b> 1 Общая характеристика гликозидов. 2 Классификация гликозидов. 3 Образование гликозидов в растениях и их роль. 4 Методы определения гликозидов.	2	2			Курс лекций, презентация	[2-5, 8-11, 13-15]	Творческие задания для малых групп

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Тема 12</b>	<b>Вторичные метаболиты лишайников</b> 1 Химические и физические свойства лишайниковых веществ. 2 Роль вторичных метаболитов в жизни лишайников. 3 Основные вторичные метаболиты лишайников лесов Беларуси.	2				Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-15]	
<b>Тема 13</b>	<b>Минорные группы вторичных метаболитов</b> 1 Растительные амины и беталаины (бетацианины и бетаксантины). 2 Цианогенные гликозиды и небелковые аминокислоты. 3 Необычные липиды и серосодержащие вторичные метаболиты.	2				Курс лекций, презентация	[2-5, 8-11, 13-15]	
<b>Раздел 6</b>	<b>Биохимия и биотехнология вторичных метаболитов растений</b>	<b>2</b>			<b>6</b>			
<b>М6</b>	<b>Биохимия и биотехнология вторичных метаболитов растений</b>	<b>2</b>			<b>6</b>			
<b>Тема 14</b>	<b>Биохимия вторичного метаболизма</b> 1 Предшественники биосинтеза вторичных метаболитов. 2 Точки «ответвления» вторичного метаболизма от первичного. 3 Модификации вторичных метаболитов (гликозилирование, гидроксילирование, метоксилирование, метилирование).				2	Курс лекций, презентация	[2-5, 8-10, 12-14]	Текст УСР и презентация
<b>Тема 15</b>	<b>Физиология вторичного метаболизма</b> 1 Пространственная организация синтеза и накопления вторичных метаболитов в растении. 2 Принцип разделения синтеза и накопления вторичных метаболитов. 3 Локализация синтеза и накопления вторичных метаболитов на уровне клетки, ткани, органа, целого растения.				2	Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-15]	Текст УСР и презентация
<b>Тема 16</b>	<b>Внешняя секреция вторичных метаболитов</b> 1 Специализированные органы секреции вторичных метаболитов у растений. 2 Характеристика локализации синтеза и накопления основных групп вторичных метаболитов. 3 Защитные функции вторичных соединений.				2	Курс лекций, презентация	[2-5, 8-10, 12-14]	Текст УСР и презентация
<b>Тема 17</b>	<b>Биотехнология вторичных метаболитов растений</b> 1 Производство вторичных метаболитов на основе культуры клеток и органов растений. 2 Тенденции развития биотехнологий лекарственных растений в производстве фармацевтически важных продуктов. 3 Системы культивирования клеток для получения вторичных метаболитов.	2				Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-15]	
	<b>Всего часов</b>	<b>22</b>	<b>8</b>		<b>12</b>			Экзамен в 1 семестре

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДЛЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Номер раздела, модуля, темы	Название раздела, модуля, темы; перечень изучаемых вопросов	Количество часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	управляемая самостоятельная работа			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Раздел 1</b>	<b>Общая характеристика вторичных метаболитов</b>	<b>2</b>						
<b>М1</b>	<b>Общая характеристика вторичных метаболитов</b>	<b>2</b>						
<b>Тема 1</b>	<b>Первичный и вторичный метаболизм и их продукты</b> 1 Понятие первичного и вторичного метаболизма . 2 Общая характеристика вторичного метаболизма растений. 3 Использование вторичных метаболитов растений	Самостоятельное изучение				Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-15]	
<b>Тема 2</b>	<b>Общая характеристика вторичных метаболитов</b> 1 Признаки вторичных метаболитов. 2 Классификация вторичных метаболитов. 3 Локализация вторичных метаболитов в растительном организме.	2				Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-15]	
<b>Раздел 2</b>	<b>Терпеноиды</b>	<b>2</b>	<b>2</b>					
<b>М2</b>	<b>Терпеноиды</b>	<b>2</b>	<b>2</b>					
<b>Тема 3</b>	<b>Общая характеристика терпеноидов</b> 1 Понятия «терпены» и «терпеноиды». 2 Биосинтез терпеноидов и их физиологические функции. 3 Гем-, моно-, сескви-, дитерпеноиды.	2				Курс лекций, презентация	[2-5, 8-11, 13-15]	
<b>Тема 4</b>	<b>Основные группы терпеноидов (три, тетра и политерпеноиды)</b> 1 Три-, тетра- и политерпеноиды. 2 Ациклические и моно-, би-, трициклические группы терпеноидов. 3 Растительные смолы, гутта и каучук.		2			Курс лекций, презентация	[2-5, 8-11, 13-15]	Творческие задания для малых групп

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Раздел 3</b>	<b>Алкалоиды</b>	<b>2</b>	<b>2</b>					
<b>М3</b>	<i>Алкалоиды</i>	<b>2</b>	<b>2</b>					
<b>Тема 5</b>	<b>Общая характеристика алкалоидов</b> 1 Общая характеристика алкалоидов. 2 Фитохимия алкалоидов. 3 Классификации алкалоидов по структуре N-гетероцикла.	Самостоятельное изучение				Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-15]]	
<b>Тема 6</b>	<b>Протоалкалоиды</b> 1 Общая характеристика и классификация протоалкалоидов. 2 Алифатические протоалкалоиды. 3 Фенилалкиламины. Колхициновые протоалкалоиды.		2			Курс лекций, презентация	[2-5, 8-11, 13-15]	Творческие задания для малых групп
<b>Тема 7</b>	<b>Истинные алкалоиды</b> 1 Общая характеристика истинных алкалоидов. 2 Биосинтез алкалоидов. 3 Свойства алкалоидов различных групп.	2				Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-15]	
<b>Тема 8</b>	<b>Псевдоалкалоиды</b> 1 Общая характеристика псевдоалкалоидов История изучения. 2 Классификация и свойства псевдоалкалоидов. Биологическая роль. 3 Соланидин и соланин в картофеле	Самостоятельное изучение				Курс лекций, презентация	[2-5, 8-11, 13-15]	
<b>Раздел 4</b>	<b>Растительные фенолы</b>							
<b>М4</b>	<i>Растительные фенолы</i>							
<b>Тема 9</b>	<b>Растительные фенолы и полифенолы</b> 1 Общая характеристика монофенолов. 2 Фенольные соединения с одним ароматическим кольцом.	Самостоятельное изучение				Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-15]	
<b>Тема 10</b>	<b>Фенольные соединения с двумя ароматическими кольцами</b> 1 Общая характеристика дифенолов. 2 Бензофеноны, ксантоны, стильбены и антрахиноны. 3 Флавоноиды, изофлавоноиды и неофлавоноиды.	Самостоятельное изучение				Курс лекций, презентация	[2-5, 8-11, 13-15]	
<b>Раздел 5</b>	<b>Разнообразие вторичных метаболитов</b>	<b>2</b>						
<b>М5</b>	<i>Разнообразие вторичных метаболитов</i>	<b>2</b>						
<b>Тема 11</b>	<b>Растительные гликозиды</b> 1 Общая характеристика гликозидов. 2 Классификация гликозидов. 3 Образование гликозидов в растениях и их роль. 4 Методы определения гликозидов.	2				Курс лекций, презентация	[2-5, 8-11, 13-15]	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Тема 12</b>	<b>Вторичные метаболиты лишайников</b> 1 Химические и физические свойства лишайниковых веществ. 2 Роль вторичных метаболитов в жизни лишайников. 3 Основные вторичные метаболиты лишайников лесов Беларуси.	Самостоятельное изучение				Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-15]	
<b>Тема 13</b>	<b>Минорные группы вторичных метаболитов</b> 1 Растительные амины и беталаины (бетацианины и бетаксантины). 2 Цианогенные гликозиды и небелковые аминокислоты. 3 Необычные липиды и серосодержащие вторичные метаболиты.	Самостоятельное изучение				Курс лекций, презентация	[2-5, 8-11, 13-15]	
<b>Раздел 6</b>	<b>Биохимия и биотехнология вторичных метаболитов растений</b>	<b>2</b>						
<b>М6</b>	<b>Биохимия и биотехнология вторичных метаболитов растений</b>	<b>2</b>						
<b>Тема 14</b>	<b>Биохимия вторичного метаболизма</b> 1 Предшественники биосинтеза вторичных метаболитов. 2 Точки «ответвления» вторичного метаболизма от первичного. 3 Модификации вторичных метаболитов (гликозилирование, гидроксילирование, метоксилирование, метилирование).	Самостоятельное изучение				Курс лекций, презентация	[2-5, 8-10, 12-14]	
<b>Тема 15</b>	<b>Физиология вторичного метаболизма</b> 1 Пространственная организация синтеза и накопления вторичных метаболитов в растении. 2 Принцип разделения синтеза и накопления вторичных метаболитов. 3 Локализация синтеза и накопления вторичных метаболитов на уровне клетки, ткани, органа, целого растения.	Самостоятельное изучение				Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-15]	
<b>Тема 16</b>	<b>Внешняя секреция вторичных метаболитов</b> 1 Специализированные органы секреции вторичных метаболитов у растений. 2 Характеристика локализации синтеза и накопления основных групп вторичных метаболитов. 3 Защитные функции вторичных соединений.	Самостоятельное изучение				Курс лекций, презентация	[2-5, 8-10, 12-14]	
<b>Тема 17</b>	<b>Биотехнология вторичных метаболитов растений</b> 1 Производство вторичных метаболитов на основе культуры клеток и органов растений. 2 Тенденции развития биотехнологий лекарственных растений в производстве фармацевтически важных продуктов. 3 Системы культивирования клеток для получения вторичных метаболитов.	2				Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-15]	
	<b>Всего часов</b>	<b>10</b>	<b>4</b>					Экзамен в 1 семестре

Доцент кафедры ботаники и физиологии растений, к.б.н.

О. М. Храменкова

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### I ЛИТЕРАТУРА

#### Основная

1 Кузнецов, Вл.В. Физиология растений. В 2 т. Т. 2: учебник для академического бакалавриата / Вл.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 459 с.

2 Медведев, С.С. Физиология растений: учебник для вузов / С.С. Медведев. – СПб: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2004. – 336 с.

3 Вторичные метаболиты растений: физиологические и биохимические аспекты: учебно-методическое пособие к спецкурсу «Вторичный метаболизм растений» / [сост. к.б.н. Й.Р. Абдрахимова]. – Казань: КазГУ, 2009. – 21 с.

4 Физиология растений: учебник для вузов/ Н.Д. Алехина [и др.]; под ред. И.П. Ермакова. – М.: Академия, 2005. – 640 с.

5 Биохимия растений / Б. Хельд. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. - 471 с.

6 Биохимия сельскохозяйственных растений / Б.П. Плешков. – М.: Агропромиздат, 2007. - 494 с.

#### Дополнительная

7 Биохимия растений / [Л.А. Красильникова, О.А. Авксентьева, Ю.А. Жмурко и др.]; под ред. к.б.н. Л.А. Красильниковой. – Харьков: Феникс, 2004. – 224 с.

8 Козюкина, Ж.Т. Биохимия вторичных продуктов обмена веществ растительного организма: учебное пособие / Ж.Т. Козюкина. – Днепропетровск: ДГУ, 1987. – 44 с.

9 Кретович, В.Л. Биохимия растений: учеб. для студ. биол. спец. ун-тов / В.Л. Кретович. – М.: Высш. шк., 1986. – 503с.

10 Муравьева Д.А. Фармакогнозия / Д.А. Муравьева, И.А. Самылина, Г.П. Яковлев. – М.: Медицина, 2002. – 656 с.

#### Интернет-ресурсы

11 База научных данных в области биомедицинских наук – <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed>.

12 Журнал – Физиология растений – <http://www.rusplant.ru>.

13 Физиология растений – <http://www.maik.ru>.

14 Физиология растений – Онлайн-энциклопедия – <http://www.fizrast.ru>.

15 Энциклопедия: Фонд знаний – Ломоносов – [lomonosov-fund.ru?enc/ru/encyclopedia:0132746](http://lomonosov-fund.ru?enc/ru/encyclopedia:0132746).

## II ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ МАГИСТРАНТОВ

Для организации самостоятельной работы магистрантов по учебной дисциплине рекомендуется использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа учебной дисциплины, учебно-методический комплекс, методические указания к практическим занятиям, задания в тестовой форме, темы рефератов, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов и др.). Для общей оценки качества усвоения магистрантами учебного материала предлагается использование рейтинговой системы.

### **УСР № 1. Три-, тетра- и политерпеноиды**

*Форма выполнения заданий:* конспектирование темы по вопросам, составление презентации.

*Перечень изучаемых вопросов:*

- 1 Три-, тетра- и политерпеноиды.
- 2 Ациклические и моно-, би-, трициклические группы терпеноидов.
- 3 Растительные смолы, гутта и каучук. *Форма работы* – индивидуальная.

*Форма контроля выполнения заданий:* проверка конспектов и презентаций.

*Учебно-методическое обеспечение:*

1 Кузнецов, Вл.В. Физиология растений. В 2 т. Т. 2: учебник для академического бакалавриата / Вл.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 459 с.

2 Вторичные метаболиты растений: физиологические и биохимические аспекты: учебно-методическое пособие к спецкурсу «Вторичный метаболизм растений» / [сост. к.б.н. Й.Р. Абдрахимова]. – Казань: КазГУ, 2009. – 21 с.

3 Физиология растений: учебник для вузов/ Н.Д. Алехина [и др.]; под ред. И.П. Ермакова. – М.: Академия, 2005. – 640 с.

4 Козюкина, Ж.Т. Биохимия вторичных продуктов обмена веществ растительного организма: учебное пособие / Ж.Т. Козюкина. – Днепропетровск: ДГУ, 1987. – 44 с.

5 База научных данных в области биомедицинских наук – <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Pubmed>.

### **УСР № 2. Протоалкалоиды**

*Форма выполнения заданий:* конспектирование темы по вопросам, составление презентации.

*Перечень изучаемых вопросов:*

- 1 Общая характеристика и классификация протоалкалоидов.
- 2 Алифатические протоалкалоиды. Фенилалкиламины. Колхициновые протоалкалоиды.
- 3 Мескалин: психотропные эффекты; эфедрин – стимулирующие свойства. Применение колхицина для получения полиплоидных форм растений.

*Форма работы* – индивидуальная.

*Форма контроля выполнения заданий:* проверка конспектов и презентаций.

*Учебно-методическое обеспечение:*

- 1 Медведев, С.С. Физиология растений: учебник для вузов / С.С. Медведев. – СПб: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2004. – 336 с.
- 2 Вторичные метаболиты растений: физиологические и биохимические аспекты: учебно-методическое пособие к спецкурсу «Вторичный метаболизм растений» / [сост. к.б.н. Й.Р. Абдрахимова]. – Казань: КазГУ, 2009. – 21 с.
- 3 Физиология растений: учебник для вузов/ Н.Д. Алехина [и др.]; под ред. И.П. Ермакова. – М.: Академия, 2005. – 640 с.
- 4 Биохимия растений / Б. Хельд. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. - 471 с.
- 5 Козюкина, Ж.Т. Биохимия вторичных продуктов обмена веществ растительного организма: учебное пособие / Ж.Т. Козюкина. – Днепропетровск: ДГУ, 1987. – 44 с.
- 6 Энциклопедия: Фонд знаний – Ломоносов – [lomonosov-fund.ru?enc/ru/encyclopedia:0132746](http://lomonosov-fund.ru?enc/ru/encyclopedia:0132746).

### **УСР № 3. Псевдоалкалоиды**

*Форма выполнения заданий:* конспектирование темы по вопросам, составление презентации.

*Перечень изучаемых вопросов:*

- 1 Общая характеристика псевдоалкалоидов История изучения.
- 2 Классификация и свойства псевдоалкалоидов. Биологическая роль.
- 3 Соланидин и соланин в картофеле. «Картофельные бунты».

*Форма работы* – индивидуальная.

*Форма контроля выполнения заданий:* проверка конспектов и презентаций.

*Учебно-методическое обеспечение:*

- 1 Медведев, С.С. Физиология растений: учебник для вузов / С.С. Медведев. – СПб: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2004. – 336 с.
- 2 Биохимия растений / Б. Хельд. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. - 471 с.
- 3 Биохимия растений / [Л.А. Красильникова, О.А. Авксентьева, Ю.А. Жмурко и др.]; под ред. к.б.н. Л.А. Красильниковой. – Харьков: Феникс, 2004. – 224 с.

4 Муравьева Д.А. Фармакогнозия / Д.А. Муравьева, И.А. Самылина, Г.П. Яковлев. – М.: Медицина, 2002. – 656 с.

5 База научных данных в области биомедицинских наук – <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Pubmed>.

6 Энциклопедия: Фонд знаний – Ломоносов – [lomonosov-fund.ru?enc/ru/encyclopedia:0132746](http://lomonosov-fund.ru?enc/ru/encyclopedia:0132746).

#### **УСР № 4. Биохимия вторичного метаболизма**

*Форма выполнения заданий:* конспектирование темы по вопросам, составление презентации.

*Перечень изучаемых вопросов:*

- 1 Предшественники биосинтеза вторичных метаболитов.
- 2 Точки «ответвления» вторичного метаболизма от первичного.
- 3 Модификации вторичных метаболитов (гликозилирование, гидроксילирование, метоксилирование, метилирование).

*Форма работы* – индивидуальная.

*Форма контроля выполнения заданий:* проверка конспектов и презентаций.

*Учебно-методическое обеспечение:*

1 Биохимия растений / Б. Хельд. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. - 471 с.

2 Биохимия сельскохозяйственных растений / Б.П. Плешков. – М.: Агропромиздат, 2007. - 494 с.

3 Биохимия растений / [Л.А. Красильникова, О.А. Авксентьева, Ю.А. Жмурко и др.]; под ред. к.б.н. Л.А. Красильниковой. – Харьков: Феникс, 2004. – 224 с.

4 Кретович, В.Л. Биохимия растений: учеб. для студ. биол. спец. ун-тов / В.Л. Кретович. – М.: Высш. шк., 1986. – 503с.

5 Журнал – Физиология растений – <http://www.rusplant.ru>.

6 Физиология растений – Онлайн-энциклопедия – <http://www.fizrast.ru>.

#### **УСР № 5. Физиология вторичного метаболизма**

*Форма выполнения заданий:* конспектирование темы по вопросам, составление презентации.

*Перечень изучаемых вопросов:*

1 Пространственная организация синтеза и накопления вторичных метаболитов в растении.

2 Принцип разделения синтеза и накопления вторичных метаболитов.

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

*Форма работы* – индивидуальная.

*Форма контроля выполнения заданий:* проверка конспектов и презентаций.

*Учебно-методическое обеспечение:*

- 1 Кузнецов, Вл.В. Физиология растений. В 2 т. Т. 2: учебник для академического бакалавриата / Вл.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 459 с.
- 2 Медведев, С.С. Физиология растений: учебник для вузов / С.С. Медведев. – СПб: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2004. – 336 с.
- 3 Физиология растений: учебник для вузов/ Н.Д. Алехина [и др.]; под ред. И.П. Ермакова. – М.: Академия, 2005. – 640 с.
- 4 Журнал – Физиология растений – <http://www.rusplant.ru>.
- 5 Физиология растений – <http://www.maik.ru>.
- 6 Физиология растений – Онлайн-энциклопедия – <http://www.fizrast.ru>.

**УСР № 6. Внешняя секреция вторичных метаболитов**

*Форма выполнения заданий:* конспектирование темы по вопросам, составление презентации.

*Перечень изучаемых вопросов:*

- 1 Специализированные органы секреции вторичных метаболитов у растений.
- 2 Характеристика локализации синтеза и накопления основных групп вторичных метаболитов.
- 3 Защитные функции вторичных соединений.

*Форма работы* – индивидуальная.

*Форма контроля выполнения заданий:* проверка конспектов и презентаций.

*Учебно-методическое обеспечение:*

- 1 Кузнецов, Вл.В. Физиология растений. В 2 т. Т. 2: учебник для академического бакалавриата / Вл.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 459 с.
- 2 Медведев, С.С. Физиология растений: учебник для вузов / С.С. Медведев. – СПб: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2004. – 336 с.
- 3 Физиология растений: учебник для вузов/ Н.Д. Алехина [и др.]; под ред. И.П. Ермакова. – М.: Академия, 2005. – 640 с.
- 4 Биохимия растений / Б. Хельд. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. - 471 с.
- 5 База научных данных в области биомедицинских наук – <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Pubmed>.

### **III ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАГИСТРАНТОВ**

В качестве формы итогового контроля по дисциплине рекомендован экзамен. Оценка учебных достижений магистранта осуществляется на экзамене и производится по десятибалльной шкале. Для текущего контроля и

самоконтроля знаний и умений магистрантов по данной дисциплине можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- оценка участие в интерактивных лекциях;
- подготовка презентаций на заданную тему;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса.

#### **IV ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ (СЕМИНАРСКИХ) ЗАНЯТИЙ**

**Очная форма получения образования, 2 часа каждое**

**Занятие 1. Эфирные масла – смеси летучих терпеноидов.**

*Творческие задания для малых групп. Коучинг.*

Рассматриваемые вопросы: группировки эфирных масел по растению-производителю; по химическому строению; по назначению в жизни растений; по сферам применения в различных сферах человеческой деятельности.

**Занятие 2. Психodelики растительного происхождения.**

*Интерактивная лекция.*

Рассматриваемые вопросы: группировки веществ психodelического действия по организму-производителю и по химическому строению. Использование психodelических веществ растительного происхождения в различных культурах и народной медицине.

**Занятие 3. Растительные фенолы и полифенолы.**

*Построение карты метаболизма. Коучинг.*

Рассматриваемые вопросы: гидролизуемые дубильные вещества (таннины), конденсированные дубильные вещества (танниды), лигнины и меланины.

**Занятие 4. Растительные гликозиды – основа фармакогнозии.**

*Интерактивная лекция.*

Рассматриваемые вопросы: цианофорные гликозиды; фенолгликозиды, кумарины, производные оксиантрахинона, «сердечные» гликозиды.

**Заочная форма получения образования, 2 часа каждое**

**Занятие 1. Растительные фенолы и полифенолы.**

*Построение карты метаболизма. Коучинг.*

Рассматриваемые вопросы: гидролизуемые дубильные вещества (таннины), конденсированные дубильные вещества (танниды), лигнины и меланины.

**Занятие 2. Психodelики растительного происхождения.**

*Интерактивная лекция.*

Рассматриваемые вопросы: группировки веществ психоделического действия по организму-производителю и по химическому строению. Использование психоделических веществ растительного происхождения в различных культах и народной медицине.

### **V СТРУКТУРА РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ**

Итоговая оценка по дисциплине (минимум 4, максимум 10 баллов) на основании данных ведомостей модульно-рейтинговой системы оценки знаний определяется по формуле:

$$\text{Итоговая оценка} = A \times 0,4 + B \times 0,6$$

где  $A$  – средний балл текущей успеваемости,  $B$  – экзаменационный балл.

Итоговая оценка выставляется только в случае успешной сдачи экзамена (4 балла и выше).

Балл текущей успеваемости определяется по формуле:

$$A = (C + D) / 2$$

где  $C$  – средний балл за 4 интерактивных практических (семинарских) занятия;

$D$  – среднее арифметическое оценок по 6 контрольным работам УСР.

.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ  
ДИСЦИПЛИНЫ «ВТОРИЧНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ РАСТЕНИЙ С  
ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

**1 31 80 01 Биология (профилизация Функциональная биология)**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Мембраны и межклеточные коммуникации	Зоологии, физиологии и генетики	Содержание учебной программы одобрить	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте протокол № 10 от <u>18.04.</u> 2019 г.
Эпигенетика	Зоологии, физиологии и генетики	Содержание учебной программы одобрить	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте протокол № 10 от <u>18.04.</u> 2019 г.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на \_\_\_\_/\_\_\_\_ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ботаники и физиологии растений (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.)

Заведующий кафедрой химии \_\_\_\_\_ Н.М. Дайнеко

УТВЕРЖДАЮ

Декан биологического факультета

УО «ГГУ им. Ф. Скорины», д.б.н. \_\_\_\_\_ В.С. Аверин