

Учреждение образования  
«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»



Проректор по учебной работе  
ГГУ имени Ф.Скорины  
И.В.Семченко

(подпись)

Дата утверждения)

Регистрационный № УД-17-2019-64 /уч.

## ТРАНСДУКЦИЯ ФИТОГОРМОНАЛЬНЫХ СИГНАЛОВ

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:

И.В. Бордок, заведующий сектором пищевых и лекарственных ресурсов леса государственного научного учреждения «Институт леса НАН Беларуси», кандидат сельскохозяйственных наук

М.С. Лазарева, заведующая кафедрой лесохозяйственных дисциплин учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», кандидат сельскохозяйственных 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 «Трансдукция фитогормональных сигналов» 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).

Данная дисциплина базируется на знаниях и умениях, выработанных при прохождении общего профессионального курса первой ступени высшего образования по специальности 1-31 01 01-02 «Биология (научно-педагогическая деятельность)»: «Цитология и гистология», «Биохимия», «Физиология растений», и предшествует курсу «Клеточная биология» в рамках магистерской программы образования.

В современной физиологии и биохимии растений фитогормоны рассматриваются как интегральные химические сигналы, отражающие состояние внутренней среды растительного организма, регулирующие рост и развитие растений. **Целью** освоения курса является формирование целостной системы знаний о гормонах растительного организма, их строении, метаболизме и физиологической роли.

**Основные задачи** дисциплины – дать целостные представления о механизмах биосигнализации в растительных клетках, метаболизме и сигнальных функциях фитогормонов; научит обобщать фактический материал в области биохимии и физиологии фитогормонов; ознакомить с научными достижениями в данной области физиологии и 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. Они 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 «Трансдукция фитогормональных сигналов» достигается не только в результате выполнения аудиторной работы на лекциях и практических (семинарских) занятиях, но и в ходе выполнения 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.

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

- принципы структурной и функциональной организации основных сигнальных систем клетки;
- отличия поверхностных и внутриклеточных рецепторов;
- особенности передачи внешнего сигнала различными трансдуцирующими системами в клетку;
- структуру первичных и вторичных мессенджеров;
- терминологию, используемую в клеточной сигнализации;
- роль основных сигнальных систем в регуляции клеточных процессов;

**уметь:**

- представлять возможные пути решения наиболее актуальных проблем при изучении регуляции сигналинга растений;
- использовать полученные знания в области исследования систем внутриклеточной и межклеточной коммуникации для решения профессиональных задач;
- использовать полученные знания при изучении других биологических дисциплин;
- применять полученные знания в оценке нарушений механизмов сигнальной трансдукции;

**владеть навыками:**

- работы с различными литературными источниками, поиска информации по заданной проблематике;
- 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 ВОСПРИЯТИЕ И ПЕРЕДАЧА ВНЕШНИХ СИГНАЛОВ**

#### **Модуль 1 (М1). Восприятие и передача внешних сигналов**

##### **Тема 1. Перцепция и трансдукция сигнала.**

Клеточная сигнализация. Основные типы мембранных рецепторов. Рецепторно-конформационный принцип. Рецепторы, сопряженные с G-белками. G-белки, строение, взаимодействие с рецептором, передача сигнала. Строение рецепторов. Сигнальные молекулы. Рецепторы – ионные каналы. Рецепторы, ассоциированные с ферментом. Рецепторы, имеющие на цитоплазматической стороне каталитический участок. Рецепторы, под действием внешнего сигнала связывающие цитоплазматические протеинтирозинкиназы, или рецептор-«якорь».

##### **Тема 2. Компоненты сигнальной трансдукции.**

Функции белков и небольших небелковых молекул (вторичных мессенджеров). G-белки. Активирование ГТФ-зависимой G- $\alpha$ -фосфолипазы C. Цикл активности G-белка. Каскадное усиление сигнала. Малые G-белки (Ras-белки). Изменение концентрации ионов  $Ca^{2+}$ . Фосфоинозитольный каскад сигнальной трансдукции. Кальмодулин. Структура, функционирование. Протеинкиназы A, C, G,  $Ca^{2+}$ - кальмодулинзависимые. Киназы MAP-киназного каскада.

##### **Тема 3. Сигнальные системы как механизм регуляции экспрессии генетического материала.**

Роль сигнальных систем в онтогенезе растений и в формировании ответа на изменяющиеся условия существования. Ответ растений на воздействие биотических и абиотических стрессоров. Неспецифические изменения при биотическом стрессе. Взаимодействие сигнальных систем со стрессовыми фитогормонами. Локальная и системная устойчивость. Индукция элиситорами синтеза стрессовых фитогормонов. Стрессовые фитогормоны усиливают или затормаживают образование друг друга.

#### **Модуль контроля 1 (МК<sub>2</sub>). Контроль усвоения раздела «Восприятие и передача внешних сигналов»**

Модуль обеспечивает контроль основных понятий, знаний и умений, освоенных магистрантами в результате изучения раздела «Восприятие и передача внешних сигналов». 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 ГОРМОНЫ РАСТЕНИЙ**

### **Модуль 2 (М2). Гормоны растений**

#### **Тема 4. Общие принципы гормональной регуляции растений.**

Фитогормоны. История открытия фитогормонов. Классификация фитогормонов. Природные стимуляторы роста: ауксины, гиббереллины, цитокинины, брассиностероиды. Ингибиторы роста – абсцизовая кислота, этилен. Эндогенные и экзогенные гормоны. Негормональные регуляторы роста.

#### **Тема 5. Методы изучения фитогормонов.**

Комплексные методы извлечения, разделения и очистки основных групп фитогормонов. Фиксация и гомогенизация растительного материала. Очистка экстрактов фитогормонов. Разделение фитогормонов. Экстракция свободных ауксинов, гиббереллинов, цитокининов и абсцизовой кислоты. Гидролиз спирторастворимых конъюгатов фитогормонов. Тонкослойная хроматография фитогормонов. Твердофазный иммуноферментный анализ.

#### **Тема 6. Ауксины.**

Общая характеристика. Химическая структура и классификация. Биосинтез ауксина. Метаболизм ауксина. Катаболизм ауксина. Другие метаболиты ауксинов. Синтетические аналоги. Движение ауксина в растении. Латеральный транспорт. Механизм полярного транспорта ауксинов. Физиологическое действие ауксинов. Рецепторы ауксинового сигнала. Биохимические аспекты механизма действия ауксинов. Спектр биологического действия ауксинов.

#### **Тема 7. Гиббереллины.**

Общая характеристика. Химическая структура и классификация. Биосинтез гиббереллинов. Метаболизм гиббереллинов. Инактивация гиббереллинов. Передвижение гиббереллинов в растениях. Рецепция и передача сигнала гиббереллинов. Физиологическое действие гиббереллинов. Содержание в растении. Пути регуляции уровня активных гиббереллинов в тканях растений. Получение и применение. Синтетические аналоги.

#### **Тема 8. Цитокинины**

Общая характеристика. Химическая структура и классификация. Биосинтез цитокининов. Метаболизм цитокининов. Конъюгация и разрушение цитокининов. Биотесты и распределение цитокининов. Передвижение цитокининов в растении. Биохимические аспекты механизма действия цитокининов. Рецепция и передача сигнала цитокининов. Функции цитокининов в развитии растений.

#### **Тема 9. Абсцизовая кислота.**

Абсцизовая кислота (АБК). Обнаружение и характеристика. Измерение количества и распределение АБК. Передвижение АБК в растении. Метаболизм АБК. Биосинтез АБК. Конъюгация и последующий метаболизм АБК. Физиологическое действие АБК. АБК и геотропизм в корнях. АБК и

закрывание устьиц. АБК и покой почек и семян. Другие эффекты абсцизовой кислоты. Биохимические аспекты механизмов действия АБК.

#### **Тема 10. Этилен.**

Свойства этилена и открытие его фитогормональной роли. Образование этилена тканями. Передвижение этилена по растению. Локализация этилена в растении. Метаболизм этилена. Биосинтез этилена. Катаболизм этилена. Биохимический механизм действия этилена. Рецепторы этилена и механизм передачи сигнала. Физиологические функции этилена.

#### **Тема 11. «Неклассические гормоны».**

Брассиностероиды. Свойства брассинов и их открытие. Биосинтез брассинов. Метаболизм брассинов. Катаболизм брассинов. Биохимический механизм действия брассинов. Жасминовая кислота. Строение, биосинтез и физиологические функции. Салициловая кислота. Строение, биосинтез и физиологическая роль в растениях. Пептидные гормоны. Рецепция и передача сигналов «неклассических гормонов».

#### **Тема 12. Соединения, продуцируемые низшими формами растений и микроорганизмами.**

Соединения, продуцируемые низшими формами растений (водорослями, грибами, мхами, папоротниками) и регулирующие их развитие:  $\alpha$ -Фактор, триспорная кислота, L-сиренин, антеридиол, эктокарпен, фукосерратен, мультифиден, антеридиогены. Соединения, образуемые микроорганизмами, способные влиять на рост высших растений: гельминтоспорол, котиленины, склерин, песталотин, фузикоцин. Обоснование гормональной природы соединений.

#### **Модуль контроля 2 (МК<sub>2</sub>).**

#### **Контроль усвоения раздела «Гормоны растений»**

Модуль обеспечивает контроль основных понятий, знаний и умений, освоенных магистрантами в результате изучения раздела «Гормоны 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 задания УСР № 1, № 2 и № 3 по темам «Общие принципы гормональной регуляции растений», «Цитокинины» и «Соединения, продуцируемые низшими формами растений и микроорганизмами».

## РАЗДЕЛ 3 СИНТЕТИЧЕСКИЕ ГОРМОНЫ

### Модуль 3 (МЗ). Синтетические гормоны

#### Тема 13. Продукты химического синтеза.

Аналоги ауксинов: индолил-3-уксусная кислота (препарат гетероауксин), 4-индолил-масляная кислота (препараты корневин, укоренить), 4-хлорфеноксиуксусная кислота (препарат томатон). Аналогии гиббереллинов: натриевые соли гиббереллиновых кислот (препараты гиббор-М, гибберрос, гибберсиб, завязь, бутон, цветень). Аналогии цитокининов: N-(1,2,4-триазол-4-ил)-N-фенилмочевина (препарат цитодеф). Аналогии brassinosteroidов: 24-эпибрассинолид (препарат эпин-экстра).

#### Тема 14. Синтетические соединения с ретардантным эффектом.

Хлормекватхлорид (ССС, хлористый (2-хлорэтил)-триметиламмоний) (препарат це це це 750, антивылегал, атлет, стабилан), тринексапак-этил (препарат моддус), хлорид-N,N-диметил-N-(2-хлорэтил) гидразиния (препарат квартазин), 2-хлорэтилфосфоновая кислота (2-ХЭФК) (препараты кампозан, серон, этефон, ХЭФК).

#### Тема 15. Синтетические регуляторы роста с комплексным воздействием.

1-хлорметилсилатран (мивал, мивал-агро, энергия-М, 2-(1,3-диоксоланин-2)фуран (препарат фуранол), 2-оксо-2,5-дигидрофуран (препарат кавказ), 5-этил-5-гидроксиметил-2-(фурил-2)-1,3-диоксан (препарат краснодар-1), гидроксикоричная кислота (препараты домоцвет и циркон), дигидрокверцетин (препарат лариксин), соли гуминовых кислот (препарат бигус, лигногумат), тритерпеновые кислоты (препараты новосил, биосил, вэрва), этан-1,2-дикарбоновая или янтарная кислота (препарат универсальный).

#### Тема 16. Продукты микробиологического синтеза.

Продукты метаболизма симбионтного гриба *Acremonium lichenicola* (препараты эмистим, симбионта), многокомпонентный комплекс ростовых веществ – продуктов метаболизма микромицета *Cylindrocarpon magnusianum* (препарат агропон), продукт метаболизма *Pseudomonas aureofaciens* (препарат агат-25К), продукт метаболизма *Pseudomonas fluorescens* (препарат бинорам).

#### Тема 17. Применение фитогормонов в биотехнологии.

Использование фитогормонов в биотехнологических исследованиях. Получение культуры клеток и тканей. Клональное микроразмножение растений. Роль ауксинов и цитокининов в каллусогенезе. Гормоннезависимость каллусных клеток. Образование отдельных органов растений *in vitro*. Роль фитогормонов. Использование фитогормонов при выращивании растений в открытом грунте.

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

Модуль обеспечивает контроль основных понятий, знаний и умений, освоенных магистрантами в результате изучения раздела «Синтетические гормоны». 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 № 4, № 5 и № 6 по темам «Продукты химического синтеза», «Синтетические соединения с ретардантным эффектом» и «Синтетические регуляторы роста с комплексным воздействием».

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф.СКОРНИЦЫНА

## 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>Восприятие и передача внешних сигналов</b>	<b>6</b>	<b>6</b>					
<b>М1</b>	<b><i>Восприятие и передача внешних сигналов</i></b>	<b>6</b>	<b>6</b>					
<b>Тема 1</b>	<b>Перцепция и трансдукция сигнала</b> 1 Клеточная сигнализация. 2 Основные типы мембранных рецепторов. 3 Сигнальные молекулы.	2	2			Курс лекций, презентация	[1-4, 9-12, 15-19]	Творческие задания для малых групп
<b>Тема 2</b>	<b>Компоненты сигнальной трансдукции</b> 1 G-белки. 2 Каскадное усиление сигнала. 3 Ca <sup>2+</sup> -зависимые сигнальные пути. 4 Киназы MAP-киназного каскада.	2	2			Курс лекций, презентация	[1-4, 9-12, 15-19]	Творческие задания для малых групп
<b>Тема 3</b>	<b>Сигнальные системы как механизм регуляции экспрессии генетического материала</b> 1 Роль сигнальных систем в онтогенезе. 2 Неспецифические изменения при биотическом стрессе. 3 Индукция синтеза стрессовых фитогормонов	2	2			Курс лекций, презентация	[1-4, 9-12, 15-19]	Творческие задания для малых групп
<b>Раздел 2</b>	<b>Гормоны растений</b>	<b>14</b>	<b>2</b>		<b>4</b>			
<b>М2</b>	<b><i>Гормоны растений</i></b>	<b>14</b>	<b>2</b>		<b>4</b>			
<b>Тема 4</b>	<b>Общие принципы гормональной регуляции растений</b> 1 Основные признаки фитогормонов. 2 Природные стимуляторы роста: ауксины, гиббереллины, цитокинины, брассиностероиды. 3 Ингибиторы роста – абсцизовая кислота, этилен.				2	Курс лекций, презентация	[5-8, 13-17]	Текст УСР и презентация
<b>Тема 5</b>	<b>Методы изучения фитогормонов</b> 1 Комплексный метод разделения и очистки основных групп фитогормонов. 2 Тонкослойная хроматография фитогормонов. 3 ВЭЖХ и масс-спектрометрия фитогормонов.	2	2			Курс лекций, презентация	[5-8, 13-17]	Творческие задания для малых групп

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Тема 6</b>	<b>Ауксины</b> 1 Метаболизм ауксина. 2 Движение ауксина в растении. 3 Физиологическое действие ауксинов. 4 Рецепторы ауксинового сигнала.	2				Курс лекций, презентация	[5-8, 13-17]	
<b>Тема 7</b>	<b>Гиббереллины</b> 1 Химическая структура и классификация. 2 Передвижение гиббереллинов в растениях. 3 Физиологическое действие гиббереллинов. 4 Рецепция и передача сигнала гиббереллинов.	2				Курс лекций, презентация	[5-8, 13-17]	
<b>Тема 8</b>	<b>Цитокинины</b> 1 Биосинтез и метаболизм цитокининов. 2 Передвижение цитокининов в растении. 3 Сигнальная роль цитокининов в развитии растений.	2				Курс лекций, презентация	[5-8, 13-17]	Текст УСР и презентация
<b>Тема 9</b>	<b>Абсцизовая кислоты</b> 1 Метаболизм АБК. 2 Движение АБК в растении. 3 Физиологическое действие АБК. 4 Сигнальные пути АБК.	2				Курс лекций, презентация	[5-8, 13-17]	
<b>Тема 10</b>	<b>Этилен</b> 1 Образование этилена тканями. 2 Передвижение этилена по растению. 3 Физиологические функции этилена. 4 Рецепторы этилена и механизм передачи сигнала.	2				Курс лекций, презентация	[5-8, 13-17]	
<b>Тема 11</b>	<b>«Неклассические гормоны»</b> 1 Биохимический механизм действия брассиностероидов. 2 Жасминовая кислота. Строение, биосинтез и физиологические функции. 3 Салициловая кислота. Строение, биосинтез и физиологическая роль в растениях. 4 Пептидные гормоны растений.	2				Курс лекций, презентация	[5-8, 13-17]	
<b>Тема 12</b>	<b>Соединения, продуцируемые низшими формами растений и микроорганизмами</b> 1 Соединения, продуцируемые низшими формами растений (водорослями, грибами, мхами, папоротниками) и регулирующие их развитие: $\alpha$ -Фактор, триспорная кислота, L-сиренин, антеридиол, эктокарпен, фукосерратен, мультифиден, антеридиогены. 2 Соединения, образуемые микроорганизмами, способные влиять на рост высших растений: гелиминтоспорол, котиленины, склерин, песталотин, фузикоцин.				2	Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-19]	Текст УСР и презентация

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Раздел 3</b>	<b>Синтетические гормоны</b>	<b>2</b>			<b>8</b>			
<b>МЗ</b>	<b>Синтетические гормоны</b>	<b>2</b>			<b>8</b>			
<b>Тема 13</b>	<b>Продукты химического синтеза</b> 1 Аналоги ауксинов: препараты гетероауксин, корневин, укоренить, томатон. 2 Аналоги гиббереллинов: препараты гиббор-М, гибберрос, гибберсиб, завязь, бутон, цветень. 3 Аналоги цитокининов и брассиностероидов: препараты цитодеф и эпин-экстра.				2	Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-19]	Текст УСР и презентация
<b>Тема 14</b>	<b>Синтетические соединения с ретардантным эффектом</b> 1 Хлормекватхлорид: препараты антивылегач, атлет, стабилан. 2 Хлорид-N,N-диметил-N-(2-хлорэтил) гидразиния – препарат квартазин. 3 2-Хлорэтилфосфоновая кислота (2-ХЭФК): препараты кампозан, серон, этефон, ХЭФК.				2	Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-19]	Текст УСР и презентация
<b>Тема 15</b>	<b>Синтетические регуляторы роста с комплексным воздействием</b> 1 1-Хлорметилсилатран (мивал, мивал-агро, энергия-М). 2 Тритерпеновые кислоты (препараты новосил, биосил, вэрва), 3 Этан-1,2-дикарбоновая или янтарная кислота (препарат универсальный).				2	Курс лекций, презентация	[5-8, 13-19]	Текст УСР и презентация
<b>Тема 16</b>	<b>Продукты микробиологического синтеза</b> 1 1-Хлорметилсилатран (мивал, мивал-агро, энергия-М). 2 Тритерпеновые кислоты (препараты новосил, биосил, вэрва), 3 Этан-1,2-дикарбоновая или янтарная кислота (препарат универсальный).				2	Курс лекций, презентация	[1-3, 6-11, 13-17]	Текст УСР и презентация
<b>Тема 17</b>	<b>Применение фитогормонов в биотехнологии</b> 1 Использование фитогормонов в биотехнологических исследованиях. 2 Получение культуры клеток и тканей. 3 Использование фитогормонов при выращивании растений в открытом грунте.	2				Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-19]	
	<b>Всего часов</b>	<b>22</b>	<b>8</b>		<b>12</b>			Экзамен в 1 семестре

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

О. М. Храмченкова

## 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>Восприятие и передача внешних сигналов</b>	<b>4</b>	<b>2</b>					
<b>М1</b>	<b><i>Восприятие и передача внешних сигналов</i></b>	<b>4</b>	<b>2</b>					
<b>Тема 1</b>	<b>Перцепция и трансдукция сигнала</b> 1 Клеточная сигнализация. 2 Основные типы мембранных рецепторов. 3 Сигнальные молекулы.	2	2			Курс лекций, презентация	[1-4, 9-12, 15-19]	Творческие задания для малых групп
<b>Тема 2</b>	<b>Компоненты сигнальной трансдукции</b> 1 G-белки. 2 Каскадное усиление сигнала. 3 Ca <sup>2+</sup> -зависимые сигнальные пути. 4 Киназы MAP-киназного каскада.	2				Курс лекций, презентация	[1-4, 9-12, 15-19]	
<b>Тема 3</b>	<b>Сигнальные системы как механизм регуляции экспрессии генетического материала</b> 1 Роль сигнальных систем в онтогенезе. 2 Неспецифические изменения при биотическом стрессе. 3 Индукция синтеза стрессовых фитогормонов	Самостоятельное изучение				Курс лекций, презентация	[1-4, 9-12, 15-19]	
<b>Раздел 2</b>	<b>Гормоны растений</b>	<b>4</b>	<b>2</b>					
<b>М2</b>	<b><i>Гормоны растений</i></b>	<b>4</b>	<b>2</b>					
<b>Тема 4</b>	<b>Общие принципы гормональной регуляции растений</b> 1 Основные признаки фитогормонов. 2 Природные стимуляторы роста: ауксины, гиббереллины, цитокинины, брассиностероиды. 3 Ингибиторы роста – абсцизовая кислота, этилен.	Самостоятельное изучение				Курс лекций, презентация	[5-8, 13-17]	
<b>Тема 5</b>	<b>Методы изучения фитогормонов</b> 1 Комплексный метод разделения и очистки основных групп фитогормонов. 2 Тонкослойная хроматография фитогормонов. 3 ВЭЖХ и масс-спектрометрия фитогормонов.		2			Курс лекций, презентация	[5-8, 13-17]	Творческие задания для малых групп

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Тема 6</b>	<b>Ауксины</b> 1 Метаболизм ауксина. 2 Движение ауксина в растении. 3 Физиологическое действие ауксинов. 4 Рецепторы ауксинового сигнала.	Самостоятельное изучение				Курс лекций, презентация	[5-8, 13-17]	
<b>Тема 7</b>	<b>Гиббереллины</b> 1 Химическая структура и классификация. 2 Передвижение гиббереллинов в растениях. 3 Физиологическое действие гиббереллинов. 4 Рецепция и передача сигнала гиббереллинов.	2				Курс лекций, презентация	[5-8, 13-17]	
<b>Тема 8</b>	<b>Цитокинины</b> 1 Биосинтез и метаболизм цитокининов. 2 Передвижение цитокининов в растении. 3 Сигнальная роль цитокининов в развитии растений.	Самостоятельное изучение				Курс лекций, презентация	[5-8, 13-17]	
<b>Тема 9</b>	<b>Абсцизовая кислоты</b> 1 Метаболизм АБК. 2 Движение АБК в растении. 3 Физиологическое действие АБК. 4 Сигнальные пути АБК.	Самостоятельное изучение				Курс лекций, презентация	[5-8, 13-17]	
<b>Тема 10</b>	<b>Этилен</b> 1 Образование этилена тканями. 2 Передвижение этилена по растению. 3 Физиологические функции этилена. 4 Рецепторы этилена и механизм передачи сигнала.	Самостоятельное изучение				Курс лекций, презентация	[5-8, 13-17]	
<b>Тема 11</b>	<b>«Неклассические гормоны»</b> 1 Биохимический механизм действия brassinosteroidов. 2 Жасминовая кислота. Строение, биосинтез и физиологические функции. 3 Салициловая кислота. Строение, биосинтез и физиологическая роль в растениях. 4 Пептидные гормоны растений.	2				Курс лекций, презентация	[5-8, 13-17]	
<b>Тема 12</b>	<b>Соединения, продуцируемые низшими формами растений и микроорганизмами</b> 1 Соединения, продуцируемые низшими формами растений (водорослями, грибами, мхами, папоротниками) и регулирующие их развитие: $\alpha$ -Фактор, триспорная кислота, L-сиренин, антеридиол, эктокарпен, фукосерратен, мультифиден, антеридиогены. 2 Соединения, образуемые микроорганизмами, способные влиять на рост высших растений: гелиментоспорол, котиленины, склерин, песталотин, фузикоцин.	Самостоятельное изучение				Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-19]	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Раздел 3</b>	<b>Синтетические гормоны</b>	<b>2</b>						
<b>МЗ</b>	<b>Синтетические гормоны</b>	<b>2</b>						
<b>Тема 13</b>	<b>Продукты химического синтеза</b> 1 Аналоги ауксинов: препараты гетероауксин, корневин, укоренить, томаты. 2 Аналоги гиббереллинов: препараты гиббор-М, гибберрос, гибберсиб, завязь, бутон, цветень. 3 Аналоги цитокининов и брассиностероидов: препараты цитодеф и эпин-экстра.	Самостоятельное изучение				Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-19]	
<b>Тема 14</b>	<b>Синтетические соединения с ретардантным эффектом</b> 1 Хлормекватхлорид: препараты антивылегач, атлет, стабилан. 2 Хлорид-N,N-диметил-N-(2-хлорэтил) гидразиния – препарат квартазин. 3 2-Хлорэтилфосфоновая кислота (2-ХЭФК): препараты кампозан, серон, этефон, ХЭФК.	Самостоятельное изучение				Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-19]	
<b>Тема 15</b>	<b>Синтетические регуляторы роста с комплексным воздействием</b> 1 1-Хлорметилсилатран (мивал, мивал-агро, энергия-М). 2 Тритерпеновые кислоты (препараты новосил, биосил, взрва), 3 Этан-1,2-дикарбоновая или янтарная кислота (препарат универсальный).	Самостоятельное изучение				Курс лекций, презентация	[5-8, 13-19]	
<b>Тема 16</b>	<b>Продукты микробиологического синтеза</b> 1 1-Хлорметилсилатран (мивал, мивал-агро, энергия-М). 2 Тритерпеновые кислоты (препараты новосил, биосил, взрва), 3 Этан-1,2-дикарбоновая или янтарная кислота (препарат универсальный).	Самостоятельное изучение				Курс лекций, презентация	[1-3, 6-11, 13-17]	
<b>Тема 17</b>	<b>Применение фитогормонов в биотехнологии</b> 1 Использование фитогормонов в биотехнологических исследованиях. 2 Получение культуры клеток и тканей. 3 Использование фитогормонов при выращивании растений в открытом грунте.	2				Курс лекций, презентация	[1-3, 6-10, 13-19]	
<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. Храмченкова

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### I ЛИТЕРАТУРА

#### Основная

- 1 Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток растений / И.А. Тарчевский; [Отв. ред. А.Н. Гречкин]. – М.: Наука, 2002. – 294 с.
- 2 Дубовская Л.В., Колеснева Е.В., Бакакина Ю.С., Волоотовский И.Д. Циклический гуанозинмонофосфат и сигнальные системы клеток растений / Л.В. Дубовская и др.; [Рецензенты: Н.А. Ламан, Н.В. Шалыго]. – Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т биофизики и клеточной инженерии. – Минск: Беларуская навука, 2014. – 275 с.
- 3 Аверина Н.Г., Яронская Е.Б. Биосинтез тетрапирролов в растениях – Минск: Беларуская навука, 2012. – 413 с.
- 4 Джамеев В.Ю. Внутриклеточный сигналинг у растений: учебное пособие / В. Ю. Джамеев. — Харьков: АССА, 2015. — 224 с.
- 5 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.
- 6 Медведев, С.С. Физиология растений: учебник для вузов / С.С. Медведев. – СПб: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2004. – 336 с.
- 7 Физиология растений: учебник для вузов/ Н.Д. Алехина [и др.]; под ред. И.П. Ермакова. – М.: Академия, 2005. – 640 с.
- 8 Биохимия растений / Б. Хельд. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 471 с.

#### Дополнительная

- 9 Гусев, Н.Б. Внутриклеточные  $\text{Ca}^{2+}$ -связывающие белки. Часть 1. Классификация и структура / Н.Б. Гусев // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – № 5. – С. 2–9.
- 10 Гусев, Н.Б. Внутриклеточные  $\text{Ca}^{2+}$ -связывающие белки. Часть 2. Структура и механизм функционирования / Н.Б. Гусев // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – № 5. – С. 10–16.
- 11 Колупаев, Ю.Е. Формирование адаптивных реакций растений на действие абиотических стрессоров / Ю.Е. Колупаев, Ю.В. Карпец. – К.: Основа, 2010. – 352 с.
- 12 Крутецкая, З.И. Механизмы внутриклеточной сигнализации: монография / З.И. Крутецкая, О.Е. Лебедев, Л.С. Курилова. – СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2003. – 208 с.
- 13 Кулаева, О.Н. Восприятие и преобразование гормонального сигнала у растений / О.Н. Кулаева // Физиология растений. – 1995. – Т. 42, №5. – С. 661–671.
- 14 Лыло, В.В. Убиквитинирование протеинов и его функции в клетке / В.В. Лыло // Укр. біохім. журн. – 2010. – Т. 82, № 6. – С. 5–13.

15 Сорокин, А.В. Протеосомная система деградации и процессинга белков / А.В. Сорокин, Е.Р. Ким, Л.П. Овчинников // Успехи биологической химии. – 2009. – Т. 49. – С. 3–76.

#### Интернет-ресурсы

16 [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сигнальные\\_пути\\_МАРК](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сигнальные_пути_МАРК)

17 <http://present5.com/signalnye-peptidny-gormony-rastenij-1-sisteminy/>

18 <https://studfiles.net/preview/2362134/page:3/>

19 [https://ru.wikipedia.org/wiki/Двухкомпонентная\\_система](https://ru.wikipedia.org/wiki/Двухкомпонентная_система)

## **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. Общие принципы гормональной регуляции растений**

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

*Перечень изучаемых вопросов:*

- 1 Основные признаки фитогормонов.
- 2 Природные стимуляторы роста: ауксины, гиббереллины, цитокинины, брассиностероиды.
- 3 Ингибиторы роста – абсцизовая кислота, этилен.

*Форма работы* – индивидуальная.

*Форма контроля выполнения заданий:* проверка конспектов.

*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 Трансдукция фитогормональных сигналов: 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 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 <https://studfiles.net/preview/2362134/page:3/>

## **УСР № 2. Цитокинины**

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

*Перечень изучаемых вопросов:*

- 1 Биосинтез и метаболизм цитокининов.
- 2 Передвижение цитокининов в растении.
- 3 Сигнальная роль цитокининов в развитии растений.

*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 Трансдукция фитогормональных сигналов: 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 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 <https://studfiles.net/preview/2362134/page:3/>

## **УСР № 3. Соединения, продуцируемые низшими формами растений и микроорганизмами**

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

*Перечень изучаемых вопросов:*

1 Соединения, продуцируемые низшими формами растений (водорослями, грибами, мхами, папоротниками) и регулирующие их развитие:  $\alpha$ -Фактор, триспорная кислота, L-сиренин, антеридиол, эктокарпен, фукосерратен, мультифиден, антеридиогены.

2 Соединения, образуемые микроорганизмами, способные влиять на рост высших растений: гельминтоспорол, котиленины, склерин, песталотин, фузикоцин.

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

#### **УСР № 4. Продукты химического синтеза**

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

*Перечень изучаемых вопросов:*

1 Аналоги ауксинов: препараты гетероауксин, корневин, укоренить, томатон.

2 Аналоги гиббереллинов: препараты гиббор-М, гибберрос, гибберсиб, завязь, бутон, цветень.

3 Аналоги цитокининов и brassinosteroidов: препараты цитодеф и эпин-экстра.

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

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

#### **УСР № 5. Синтетические соединения с ретардантным эффектом**

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

*Перечень изучаемых вопросов:*

1 Хлормекватхлорид: препараты антивылегач, атлет, стабилан.

2 Хлорид-N,N-диметил-N-(2-хлорэтил) гидразиния – препарат квартазин.

3 2-Хлорэтилфосфоновая кислота (2-ХЭФК): препараты кампозан, серон, этефон, ХЭФК.

*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. Синтетические регуляторы роста с комплексным воздействием**

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

*Перечень изучаемых вопросов:*

- 1 1-Хлорметилсилатран (мивал, мивал-агро, энергия-М).
- 2 Тритерпеновые кислоты (препараты новосил, биосил, вэрва),
- 3 Этан-1,2-дикарбоновая или янтарная кислота (препарат универсальный).

*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. Сигнальные молекулы.

*Творческие задания для малых групп. Коучинг.*

Рассматриваемые вопросы: первичные и вторичные мессенджеры. Рецепция внешних и внутриклеточных сигналов клетки. Основные типы рецепторов. Рецепторно-конформационный принцип. Рецепторы, сопряженные с G-белками. Рецепторы – ионные каналы. Строение, принцип функционирования. Рецепторы, ассоциированные с ферментом. Рецепторы, имеющие на цитоплазматической стороне каталитический участок. Рецепторы, под действием внешнего сигнала связывающие цитоплазматические протеинтирозинкиназы, или рецептор-«якорь».

### Занятие 2. $Ca^{2+}$ -зависимая сигнальная трансдукция у растений.

*Интерактивная лекция.*

Рассматриваемые вопросы: Наиболее ранние ответные реакции на стрессоры. Локализация кальциевых каналов. Кальциевая «вспышка». Взаимодействие ионов кальция с белками. Фосфолипаза С. Изоформы: мембраносвязанная и растворимая. Схема кальциевой сигнальной системы. Кальциевая волна и примембранное повышение содержания ионов кальция. Причины. Регуляция. Пути снижения концентрации ионов кальция.  $Ca^{2+}$  каналы высших растений.  $Ca^{2+}$ -связывающие белки растений.  $Ca^{2+}$ -АТФазы растений.  $Ca^{2+}/H^{+}$ -антипортеры. Трансгенные растения с геном экворина –  $Ca^{2+}$ -зависимого флуоресцентного белка. Кальмодулиннезависимые и  $Ca^{2+}$ -зависимые протеинкиназы. Регуляция функционирования цитоскелета с помощью кальциевой сигнальной системы.

### Занятие 3. Участие NO в сигнальной трансдукции.

*Построение карты метаболизма. Коучинг.*

Рассматриваемые вопросы: NO – вторичный медиатор клеток. NO-синтаза (строение, изоформы). «NO-взрыв». Сходства и различия в функционировании NO-сигнальных систем у животных и растений. Активация гуанилатциклазы происходит при взаимодействии NO с гемом. Участие цГМФ в сигнальной сети клеток. Салициловая кислота. Разветвленная структура сигнального пути. NO индуцирует накопление салицилата, который активирует специальную изоформу MAP-киназы. NO взаимодействует с нуклеиновыми кислотами и белками неферментативно.

### Занятие 4. Определение фитогормонов.

*Интерактивная лекция.*

Рассматриваемые вопросы: Комплексный метод разделения и очистки основных групп фитогормонов. Фиксация и гомогенизация растительного

материала. Очистка экстрактов фитогормонов. Разделение фитогормонов. Экстракция свободных ИУК, АБК и ГА. Экстракция свободных цитокининов. Гидролиз спирторастворимых конъюгатов фитогормонов. Тонкослойная хроматография фитогормонов. Твердофазный иммуноферментный анализ. Количественное определение ИУК, АБК, цитокининов. Биотесты. Приготовление биопробы на ауксин, цитокинины. Индукция цитокинином деления клеток. Задержка пожелтения изолированных листьев. Активация роста листьев. Синтез бетацианинов. Определение суммарной активности гиббереллинов. Биопроба с проростками кукурузы. Биопроба с карликовым горохом. Биотесты для АБК. Рост колеоптилей пшеницы или кукурузы. Прораствание семян горчицы. Определение активности оксидазы ИУК и ее ингибитора.

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

#### **Занятие 1. Сигнальные молекулы.**

##### ***Творческие задания для малых групп. Коучинг.***

Рассматриваемые вопросы: первичные и вторичные мессенджеры. Рецепция внешних и внутриклеточных сигналов клетки. Основные типы рецепторов. Рецепторно-конформационный принцип. Рецепторы, сопряженные с G-белками. Рецепторы – ионные каналы. Строение, принцип функционирования. Рецепторы, ассоциированные с ферментом. Рецепторы, имеющие на цитоплазматической стороне каталитический участок. Рецепторы, под действием внешнего сигнала связывающие цитоплазматические протеинтирозинкиназы, или рецептор-«якорь».

#### **Занятие 2. Определение фитогормонов.**

##### ***Интерактивная лекция.***

Рассматриваемые вопросы: Комплексный метод разделения и очистки основных групп фитогормонов. Фиксация и гомогенизация растительного материала. Очистка экстрактов фитогормонов. Разделение фитогормонов. Экстракция свободных ИУК, АБК и ГА. Экстракция свободных цитокининов. Гидролиз спирторастворимых конъюгатов фитогормонов. Тонкослойная хроматография фитогормонов. Твердофазный иммуноферментный анализ. Количественное определение ИУК, АБК, цитокининов. Биотесты. Приготовление биопробы на ауксин, цитокинины. Индукция цитокинином деления клеток. Задержка пожелтения изолированных листьев. Активация роста листьев. Синтез бетацианинов. Определение суммарной активности гиббереллинов. Биопроба с проростками кукурузы. Биопроба с карликовым горохом. Биотесты для АБК. Рост колеоптилей пшеницы или кукурузы. Прораствание семян горчицы. Определение активности оксидазы ИУК и ее ингибитора.

## **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 «ТРАНСДУКЦИЯ ФИТОГОРМОНАЛЬНЫХ  
СИГНАЛОВ» 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