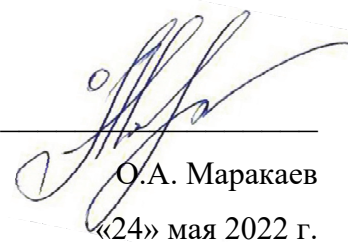


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования**  
**«Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова»**

Кафедра ботаники и микробиологии

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«24» мая 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**

«Интеграция физиологических процессов у растений»

программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре  
по научной специальности 1.5.21 Физиология и биохимия растений

Форма обучения очная

Программа одобрена на заседании кафедры  
ботаники и микробиологии  
от «15» апреля 2022 года, протокол № 10

Ярославль

### **1. Цели освоения дисциплины**

- усвоение аспирантами знаний о взаимосвязи физиологических процессов в растительном организме;
- изучение систем регуляции процессов жизнедеятельности и закономерностей их взаимодействия;
- формирование у аспирантов научного представления о согласованной работе систем регуляции на молекулярном, клеточном и организменном уровнях.

### **2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры**

Дисциплина «Интеграция физиологических процессов у растений» является дисциплиной по выбору. Она показывает внутриклеточные и межклеточные системы регуляции процессов жизнедеятельности у растений, способы их взаимодействия и интеграции на всех уровнях. Интеграция физиологических процессов лежит в основе целостности растительного организма, согласованности его различных физиологических, морфогенетических и двигательных реакций. Данная дисциплина имеет логические и содержательно-методические взаимосвязи с дисциплинами «Физиология и биохимия растений» и «Взаимоотношения растений с другими организмами».

### **3. Планируемые результаты освоения дисциплины**

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- способы рецепции сигнала растительной клеткой и внутриклеточные механизмы его трансдукции;
- внутриклеточные и межклеточные системы регуляции физиологических процессов у растений;
- принципы интеграции систем регуляции у растительного организма.

Уметь:

- оценивать согласованность физиологических процессов, протекающих в растительном организме;
- прогнозировать реакцию регуляторных систем при изменении эндо- и экзогенных факторов.

Владеть:

- современным понятийным аппаратом о системах регуляции и интеграции у растений, новейшими методами физиологических исследований.

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 акад. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий и их трудоемкость (в академических часах)					Формы текущего контроля успеваемости
			лекции	практические	лабораторные	консультации	самостоятельная работа	Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
1	Введение. Предмет и задачи курса	2	1				10	реферат
2	Рецепция и трансдукция сигнала	2	1				10	реферат
3	Генетическая регуляция	2	0,5				10	реферат
4	Метаболическая регуляция	2	0,5				10	реферат
5	Мембранная регуляция	2	0,5				10	контрольная работа
6	Гормональная регуляция	2	0,5				10	реферат
7	Трофическая регуляция	2	0,5				10	реферат
8	Электрофизиологическая регуляция	2	0,5				10	контрольная работа
9	Взаимодействие регуляторных систем	2	1				10	реферат
						2	10	зачет
	<b>Всего</b>		<b>6</b>			<b>2</b>	<b>100</b>	

#### Содержание разделов дисциплины:

##### Тема 1. Введение. Предмет и задачи курса

Системы регуляции и интеграции у растений. Внутриклеточная и межклеточная регуляции. Обеспечение согласованности физиологических, морфогенетических и двигательных процессов в растительном организме.

##### Тема 2. Рецепция и трансдукция сигнала

Восприятие (рецепция), передача и преобразование (трансдукция) внешних сигналов. Раздражимость. Законы раздражимости. Клеточная сигнализация. Типы мембранных рецепторов. Компоненты сигнальной трансдукции. Внутриклеточные механизмы трансдукции сигнала. Вторичные мессенджеры. Роль G-белков, ионов кальция, фосфоинозитольного пути, кальмодулина, фосфорилирования белков. Уровни восприятия и передачи сигналов.

##### Тема 3. Генетическая регуляция

Три генома растительной клетки: ядерный, пластидный, митохондриальный. Пути передачи сигнала из цитозоля в ядро. Уровни регуляции клеточного ответа. Роль рецепции и трансдукции сигнала в активации генома. Значение транскрипции, трансляции, процессинга. Генетический код. Транспорт макромолекул между ядром и

цитоплазмой. Генетический контроль фотоморфогенеза. Дифференциальная экспрессия генома как фактор реализации генетических программ развития.

#### **Тема 4. Метаболическая регуляция**

Регуляция активности ферментов. Контроль количества фермента. Изоферменты. Мультиферментные комплексы. Поддержание рН-гомеостаза клетки: биофизический и биохимический механизмы. АТФ-зависимая протонная помпа. Влияние среды на активность ферментов.

#### **Тема 5. Мембранная регуляция**

Рецепторно-регуляторная функция мембран. Рецепторы мембран. Плазмалемма и мембраны клеточных органоидов. Мембранный транспорт. Трудности транспорта веществ через мембрану. Проницаемость мембран. Мембранные транспортные белки. Перенос макромолекул через мембраны. Иониферы. Активность мембранных ферментов. Структурные перестройки мембран. Химический состав мембран. Стабильность мембран. Роль ионов кальция.

#### **Тема 6. Гормональная регуляция**

Восприятие и передача гормонального сигнала. Фитогормоны (ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен, брассиностероиды, жасмоновая кислота, салициловая кислота), их строение, биосинтез, транспорт, физиологическое действие. Молекулярные основы действия гормонов ингибиторов роста растений. Взаимодействие между различными гормонами. Синтетические регуляторы и ингибиторы роста (гербициды, ретарданты, морфактины).

#### **Тема 7. Трофическая регуляция**

Транспорт ассимилятов как способ связи между клетками, тканями и органами. Механизмы коммуникации клеток. Обмен макромолекулами между клетками. Передвижение органических веществ. Транспорт ассимилятов в фотосинтезирующей клетке. Ближний и дальний (флоэмный) транспорт ассимилятов. Транспортные формы веществ. Возможный механизм и регуляция флоэмного транспорта. Сахара (гексозы и сахароза) как сигнальные молекулы. Передача углеводных сигналов. Распределение ассимилятов в растении. Донорно-акцепторные взаимодействия. Аттрагирующие центры. Конкуренция органов.

#### **Тема 8. Электрофизиологическая регуляция**

Биоэлектрогенез растений. Потенциал покоя: диффузионный и метаболический компоненты. Потенциал возбуждения, его типы. Формирование потенциала действия на мембране растительной клетки. Роль ионов кальция, хлора и калия. Электротонические поля и токи. Управляющая и сигнальная функции биоэлектрогенеза.

#### **Тема 9. Взаимодействие регуляторных систем**

Интеграция физиологических функций растительного организма. Апоикальное доминирование. Доминирующие центры. Физиологические градиенты. Полярность. Трансформация биологических полей и развитие организма. Коррелятивный рост. Системы канализированной связи, взаимосвязанных осцилляций. Физиологические ритмы. Регуляторные контуры. Компетентные клетки. Организменный уровень интеграции. Иерархия систем регуляции.

### **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой литературы.

**Академическая лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание аспирантов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

**Проблемная лекция** – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала. Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. В лекции сочетаются проблемные и информационные начала. При этом процесс познания аспирантом в сотрудничестве и диалоге с преподавателем приближается к поисковой, исследовательской деятельности.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы аспирантов. На консультациях по просьбе аспирантов рассматриваются наиболее сложные разделы дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы аспирантов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

**Самостоятельная работа** включает использование библиотечного фонда и электронно-библиотечной системы, подготовку рефератов по темам с использованием журналов «Биотехнология», «Физиология растений» и др. Предусмотрено проведение контрольных работ; обсуждение научных данных по итогам освоения каждой темы; обсуждение рефератов. В период самостоятельной подготовки студенты имеют возможность обсудить заданные вопросы с преподавателем.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

**Электронный учебный курс «Интеграция физиологических процессов у растений» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ**, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы аспирантов по темам дисциплины;
- представлен список литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в случае их проведения в дистанционном формате в режиме онлайн.

## **6. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Ботаника: учебник для вузов: в 4 т / П. Зитте, Э.В. Вайлер, Й.В. Кадерайт, А. Брезински, К. Кернер. Т. 2: Физиология растений / Под ред. В.В. Чуба. М.: Академия, 2008. 496 с.

### **б) дополнительная литература**

1. Лутова Л.А., Проворов Н.А., Тиходеев О.Н. и др. Генетика развития растений. СПб.: Наука, 2000. 539 с.

2. Медведев С.С., Шарова Е.И. Биология развития растений. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2011. 253 с.

3. Полевой В.В. Фитогормоны. Л.: Изд-во ЛГУ, 1982. 248 с.

4. Полевой В.В. Физиология роста и развития растений. Л.: Изд-во ЛГУ, 1991. 238 с.

5. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений. СПб.: СПбГУ, 2002. 244 с.

6. Новиков Н.Н. Биохимия растений. М.: Ленанд, 2014. 679 с.

### **в) ресурсы сети «Интернет»**

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniya.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniya.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

Научная библиотека ЯрГУ предоставляет доступ к лицензионным современным библиографическим, реферативным и полнотекстовым профессиональным базам данных и информационным справочным системам: реферативные базы данных Web of Science, Scopus; научная электронная библиотека eLIBRARY.RU; Национальная электронная библиотека; электронно-библиотечные системы Юрайт, Проспект, Лань, Консультант студента; автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»; ProQuest Dissertations and Theses Global (Международная база данных диссертаций); электронные коллекции Springer Journals, Springer Nature Experiment; издательство Elsevier на платформе ScienceDirect; журналы Nature Journals, онлайн версия Кембриджской базы структурных данных [http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net\\_res.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net_res.php)

## **7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав следующие помещения:

- учебные аудитории для проведения лекций;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ЯрГУ.

Автор:

Доцент кафедры ботаники и микробиологии, к.б.н.

О.А. Маракаев

**Приложение № 1**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**«Интеграция физиологических процессов у растений»**

**Оценочные материалы**  
**для проведения текущей и/или промежуточной аттестации**  
**аспирантов по дисциплине**

**1. Контрольные задания и (или) иные материалы,**  
**используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

В качестве средств текущего контроля используются две контрольные работы, а также написание в течение семестра одного реферата на выбранную тему.

**Контрольная работа № 1**

Опишите работу внутриклеточных систем регуляции в следующих процессах:

1. Экспрессия пластидных генов.
2. Синтез сахарозы в клетке.
3. Транспорт макромолекул через мембрану.

**Контрольная работа № 2**

Опишите работу межклеточных систем регуляции в следующих процессах:

1. Инициация цветения.
2. Морфогенез.
3. Ростовые настилы.

**Темы рефератов**

1. Растительный организм как самоорганизующаяся система.
2. Гены-регуляторы развития растений.
3. Организация пластидного генома растений.
4. Эпигенетические механизмы регуляции экспрессии генов.
5. Регуляция уровнем фермента и субстрата.
6. Координация процессов в растительной клетке.
7. Белки-переносчики.
8. Фитогормоны и скорость транспорта ассимилятов.
9. Способы регуляции гормонального статуса.
10. Критерии гормональной регуляции
11. Гормональная регуляция роста и развития многолетних растений.
12. Распределение ассимилятов в растении.
13. Сигнальная роль сахарозы.
14. Регуляция направления оттока веществ.
15. Аттрагирующий центр и онтогенез растений.
16. Взаимосвязь «побег – корень».
17. Полярность в процессах роста и морфогенеза.
18. Коррелятивный рост частей побега.
19. Коррелятивный рост частей корня.
20. Корреляция органов и цветение.
21. Факторы индукции полярности.
22. Физиологическое проявление полярности.

## 2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

### Список вопросов к зачету:

1. Внутриклеточные системы регуляции.
2. Межклеточные системы регуляции.
3. Типы мембранных рецепторов.
4. Компоненты сигнальной трансдукции.
5. Вторичные мессенджеры.
6. Уровни восприятия и передачи сигналов.
7. Три генома растительной клетки.
8. Роль дифференциальной экспрессии генома.
9. Регуляция активности ферментов.
10. Мультиферментные комплексы.
11. Плазмалемма и мембраны клеточных органоидов.
12. Проницаемость мембран.
13. Структурные перестройки мембран.
14. Восприятие и передача гормонального сигнала.
15. Фитогормоны: регуляторное действие.
16. Механизмы коммуникации клеток.
17. Сахара как сигнальные молекулы.
18. Аттрагирующие центры.
19. Биоэлекрогенез растений.
20. Потенциал действия.
21. Коррелятивный рост.
22. Организменный уровень интеграции.
23. Иерархия систем регуляции.

### 2.1 Описание процедуры выставления оценки

По итогам зачета выставляется одна из оценок: «зачтено», «незачтено».

Правила выставления оценки на зачете:

Устный ответ аспиранта на зачете оценивается по 2-х балльной системе.

Отметка «зачтено» ставится, если:

- знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы к зачету, так и на дополнительные;
- аспирант свободно владеет научной терминологией;
- ответ аспиранта структурирован, содержит анализ существующих теорий, научных школ, направлений и их авторов;
- ответ аспиранта логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную для решения;
- ответ аспиранта характеризуется глубиной, полнотой и не содержит фактических ошибок;
- ответ аспиранта иллюстрируется примерами, в том числе из собственной научно-исследовательской деятельности;
- аспирант демонстрирует умение аргументировано вести диалог и научную дискуссию;
- аспирант демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

Отметка «незачтено» ставится, если:

- ответ аспиранта обнаружил незнание или непонимание сущностной части дисциплины;
- содержание вопросов не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки, которые аспирант не может исправить самостоятельно;



- на большую часть дополнительных вопросов по содержанию зачета аспирант затрудняется дать ответ или не дает верных ответов;
- аспирант не демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.