

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт фундаментальной медицины и биологии



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Таюрский Д.А.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Регуляторные системы растений Б1.В.ДВ.9

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Воробьев В.Н.

**Рецензент(ы):**

Тимофеева О.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Тимофеева О. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института фундаментальной медицины и биологии:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Воробьев В.Н. кафедра ботаники и физиологии растений Центр биологии и педагогического образования, VNVorobev@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины - углубление и интеграция знаний о физиологических процессах, обеспечивающих жизнедеятельность растительных организмов

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.9 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 06.03.01 Биология и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина 'Регуляторные системы растений' является логическим продолжением курса 'физиология растений', где в общих чертах рассматривалась базовая основа науки о стрессе, неотъемлемой частью которой являются механизмы регуляции жизнедеятельности растений.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Основные системы регуляции процессов жизнедеятельности растений.

2. должен уметь:

Выполнять лабораторные работы для исследования биологических объектов. Ориентироваться в современной научной литературе. Применять современные физико-химические методы в соответствии с поставленными задачами. Анализировать полученные результаты. Пользоваться современным оборудованием и приборами для выполнения лабораторных работ.

3. должен владеть:

Навыками работы с лабораторным оборудованием и реактивами. Методологическими подходами для анализа биологических объектов. Проффессиональными навыками, необходимыми для дальнейшего выполнения курсовых и дипломных работ.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

-способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;

-готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;

-способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личного развития;

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

-готовность обобщать полученный экспериментальный материал на основе современных научных данных и системного представления о происходящих в растении физиологических и биохимических процессах и представлять его с помощью современных информационно-коммуникационных технологий;

владение современными биофизическими и биохимическими методами исследования растений и творческое использование их для решения практических задач

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет с оценкой в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
1.	Тема 1. Общие представления о частях растительного организма и их взаимодействии	7		2	0	2	Тестирование
2.	Тема 2. Онтогенез растительного организма и его регуляция	7		6	0	6	Коллоквиум
3.	Тема 3. Транспорт и круговорот веществ в растении.	7		4	0	4	Контрольная работа
4.	Тема 4. Гормональная регуляция роста и развития растений.	7		8	0	8	Контрольная работа
5.	Тема 5. Системы регуляции физиологических процессов.	7		8	0	8	Коллоквиум
6.	Тема 6. Взаимодействие физиологических процессов, их интеграция и согласованное функционирование	7		4	0	4	Коллоквиум
.	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Зачет с оценкой

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
Итого				32	0	32	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### **Тема 1. Общие представления о частях растительного организма и их взаимодействии** **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Взаимосвязь и локализация процессов синтеза и катаболизма в органах растений. Методологические основы исследований в биохимии и физиологии растений. Специфические методы биохимии и физиологии растений. Сочетание различных уровней исследования (субклеточный, клеточный, организменный, биоценотический) в биохимии и физиологии растений.

##### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Физико-химические и биохимические методы исследования взаимосвязи органов растения

##### **Тема 2. Онтогенез растительного организма и его регуляция**

##### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Общие закономерности роста. Показатели роста, S-образный характер кривой роста, его фазы. Компоненты "классического" анализа роста и математический анализ процесса. Типы роста у растений. Организация меристем корня и стебля. Рост и деятельность меристем. Клеточные основы роста. Рост растений и среда. Влияние температуры, света, воды, газового состава атмосферы, элементов минерального питания на ростовые процессы. Жизненный цикл высших растений. Основные этапы онтогенеза (эмбриональный, ювенильный, репродуктивный, зрелости, старения), их морфологические, физиологические и метаболические особенности. Состояние покоя у растений. Типы покоя и их значение для жизнедеятельности растений. Механизмы морфогенеза растений. Полярность. Индукция генетических программ, морфогенетические градиенты и ориентация клеток в пространстве. Целостность и коррелятивное взаимодействие органов.

##### **лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Определение скорости роста растяжением клеток первичной ксилеммы корня кукурузы

##### **Тема 3. Транспорт и круговорот веществ в растении.**

##### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Транспорт веществ из листьев в другие органы: флоэмные ситовидные элементы. Состав транслоцируемых веществ (сахара, аминокислоты, гормоны, неорганические ионы и др.). Передвижение фотоассимилятов из мезофилла к сосудам флоэмы по апопласту и симпласту. Механизмы загрузки флоэмы из апопласта и симпласта. Роль сопровождающих клеток. Тип загрузки флоэмы у растений различных систематических групп и ее зависимость от климатических условий. Механизм передвижения веществ по флоэме. Поры ситовидной пластинки как открытые каналы. Скорость передвижения веществ по флоэме; их выгрузка из ситовидных элементов. Восходящий транспорт веществ по ксилеме. Состав ксилемного эксудата. Взаимосвязь транспорта воды и растворенных веществ по ксилеме. Скорости транспорта воды и отдельных веществ. Взаимодействие флоэмных и ксилемных потоков азотистых веществ и ионов.

##### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Расчет скорости ксилемного потока в стебле проростков льна по изменению биоэлектрической активности.

##### **Тема 4. Гормональная регуляция роста и развития растений.**

##### **лекционное занятие (8 часа(ов)):**

Основные фитогормоны (ауксины, цитокинины, гиббереллины, абсцизовая кислота, этилен), их образование, локализация, физиологическое действие. Взаимодействие ауксинов и цитокининов, взаимодействие АБК и гиббереллинов в процессах регуляции покоя, взаимодействие этилена с ауксинами и другими гормонами. Понятие об антагонизме и синергизме. Гормональный баланс в растении, пути его поддержания. Регуляторы роста растений, брассиностероиды, жасмоновая кислота, салицилат и другие фенольные соединения.

**лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Влияние ИУК на рост растяжением побега тыквы

**Тема 5. Системы регуляции физиологических процессов.**

**лекционное занятие (8 часа(ов)):**

Фоторегуляция у растений. Основные принципы фоторецепции. Отличие фоторецепторных комплексов от энергопреобразующих. Физиологически важные области спектра: красная и синяя. Фитохром и криптохром, Фитохромная система. Физиологические реакции, опосредованные фитохромной системой: светозависимое прорастание, деэтиоляция, синдром избегания тени. К/ДК-обратимость. Фитохром как "входные ворота" для фотопериодического сигнала. Феноменология фотопериодизма: цветение и группы фотопериодических растений, регуляция листопада, образования почек, перехода к состоянию покоя. Восприятие длины дня: эффект прерывания ночи, фитохром, внутренние часы. Гормональная теория цветения Чайлахяна. Изменения гормонального баланса, приводящие к физиологическому ответу на фотопериод. Регуляция развития климатическими факторами. Сеть путей передачи сигнала в клетке. Восприятие воздействий и сигнальных молекул. Рецепторы стимулов и гормонов, их локализация. Роль плазмалеммы. Передача сигнала. Взаимодействие рецепторов с посредниками, передающими сигнал, вторичные посредники передачи сигнала. Участие кальция в передаче сигнала. Роль кальмодулина и Ca<sup>2+</sup>-CAM комплекса в формировании ответной реакции.

**лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Биоэлектрическая регуляция растений на изменение температуры

**Тема 6. Взаимодействие физиологических процессов, их интеграция и согласованное функционирование**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Донорно-акцепторные взаимодействия как основа эндогенной регуляции фотосинтеза в системе растительного организма. Теория фотосинтетической продуктивности. Пути повышения эффективности использования солнечной энергии при фотосинтезе. Донорно-акцепторные отношения, реутилизация и круговорот минеральных элементов в растении. Распределение веществ по органам и компартментация процессов и соединений в клетке и тканях как система пространственной и временной организации биохимических и физиологических процессов и способ регуляции их согласованного взаимодействия и интеграции. Системы регуляции и их иерархия в растении: трофическая, гормональная и электрофизиологическая. Регуляция распределения роста и веществ, а также взаимодействия органов в целом растении. Регуляция процессов на клеточном уровне. Метаболитная регуляция и механизм контроля протекания процесса по принципу отрицательной (положительной) связи конечными продуктами. Компартментация процессов и веществ как способ организации регуляции процессов в пространстве и времени.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Дыхание и интенсивность усвоения углекислого газа при различной интенсивности ФАР

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

№	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Общие представления о частях растительного организма и их взаимодействии	7		подготовка к тестированию	2	Тестирование
2.	Тема 2. Онтогенез растительного организма и его регуляция	7		подготовка к коллоквиуму	5	Коллоквиум
3.	Тема 3. Транспорт и круговорот веществ в растении.	7		подготовка к контрольной работе	6	Контрольная работа
4.	Тема 4. Гормональная регуляция роста и развития растений.	7		подготовка к контрольной работе	12	Контрольная работа
5.	Тема 5. Системы регуляции физиологических процессов.	7		подготовка к коллоквиуму	11	Коллоквиум
6.	Тема 6. Взаимодействие физиологических процессов, их интеграция и согласованное функционирование	7		подготовка к коллоквиуму	8	Коллоквиум
	Итого				44	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

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

### **Тема 1. Общие представления о частях растительного организма и их взаимодействии**

Тестирование , примерные вопросы:

Типовые тестовые задания Плазмалемма выполняет функции: +: барьера +: транспорта веществ +: приёма и передачи сигналов -: синтеза запасных веществ -: синтеза фосфолипидов В образовании первичной клеточной стенки участвуют: -: лизосомы -: гиалоплазма -: ядро +: аппарат Гольджи +: плазмалемма Две соседние клеточные оболочки соединяются посредством ... . +: пектата кальция -: сульфата кальция -: сульфата калия -: нитрата магния -: сульфата железа Белки лектины в клеточной стенке выполняют функции: +: клеточных рецепторов +: защиты от инфекций +: узнавания и взаимодействия клеток -: гидролиза веществ -: транспорта ионов Составные части рибосом синтезируются в ... . +: ядрышке -: цитоплазме -: гиалоплазме -: вакуоли

### **Тема 2. Онтогенез растительного организма и его регуляция**

Коллоквиум , примерные вопросы:

Типовые вопросы к коллоквиуму 1) Рост и развитие растений. Общее представление. Внешние и внутренние условия. 2) Особенности роста клеток. Фазы роста. Большая кривая роста. Типы роста у растений. 3) Ростовые корреляции. Апикальное доминирование. 4) Биологические ритмы. 5) Онтогенез и развитие растений. 6) Фотопериодизм. Короткодневные, длиннодневные и нейтральные растения. 7) Покой, виды покоя, регуляция покоя. Его адаптивная функция.

### **Тема 3. Транспорт и круговорот веществ в растении.**

Контрольная работа , примерные вопросы:



Типовые вопросы к контрольной работе - Транспорт продуктов фотосинтеза из хлоропласта, механизмы, контролирующие обмен метаболитами между хлоропластами и цитоплазматической фазой клетки. - Транспорт воды по растению. Корень как основной орган поглощения воды. Механизм радиального транспорта воды в корне. Характеристика ?нижнего? и ?верхнего? двигателей водного тока. Корневое давление. - Поглощение ионов и их передвижение в корне. Транспорт ионов через мембраны; движущие силы переноса ионов. - Накопление, формы соединений, особенности поступления и перемещения  $Ca^{2+}$  по растению. Сигнальная роль  $Ca^{2+}$ . - Транслокация веществ из листьев в другие органы: флоэмные ситовидные элементы. Состав транслоцируемых веществ (сахара, аминокислоты, гормоны, неорганические ионы и др.). - Механизмы загрузки флоэмы из апопласта и симпласта. Роль сопровож-дающих клеток. - Механизм передвижения веществ по флоэме. Модель потока воды под давлением. Поры ситовидной пластинки как открытые каналы. Скорость передвижения веществ по флоэме; их выгрузка из ситовидных элементов. - Восходящий транспорт веществ по ксилеме. Состав ксилемного эксудата. Взаимосвязь транспорта воды и растворенных веществ по ксилеме. Скорости транспорта воды и отдельных веществ. - Взаимодействие флоэмных и ксилемных потоков азотистых веществ и ионов. Круговорот и реутилизация минеральных веществ в растении. Функциональная роль этих физиологических процессов.

#### **Тема 4. Гормональная регуляция роста и развития растений.**

Контрольная работа , примерные вопросы:

Типовые вопросы к контрольной работе - Общие принципы гормональной регуляции. - Природные стимуляторы и ингибиторы роста. Негормональные регуляторы роста. - Методы определения фитогормонов. - Ауксины. Открытие и характеристика. Движение ауксина в растении. Физиологическое действие ауксинов. Биохимические аспекты механизма действия ауксина. - Гиббереллины. Открытие и характеристика. Передвижение гиббереллинов в растениях. Физиологическое действие гиббереллинов. Биохимический механизм действия гиббереллинов. - Цитокинины. Открытие и характеристика. Передвижение цитокининов в растении. Физиологическое действие цитокининов. Биохимические аспекты механизма действия цитокининов. - Абсцизовая кислота. Обнаружение и характеристика. Передвижение АБК в растении. Физиологическое действие АБК. Биохимические аспекты механизмов действия АБК. - Этилен. Свойства этилена и его открытие. Передвижение этилена по растению. Биохимический механизм действия этилена. - Синтетические регуляторы роста и развития растений. - Аналоги ауксинов. - Аналоги гиббереллинов. - Аналоги цитокининов. - Синтетические соединения с ретардантным эффектом. - Синтетические регуляторы роста с комплексным воздействием. - Продукты микробиологического синтеза. - Практическое применение ауксина и его синтетических аналогов. - Практическое использование цитокининов. - Практическое использование абсцизовой кислоты. - Практическое использование этилена.

#### **Тема 5. Системы регуляции физиологических процессов.**

Коллоквиум , примерные вопросы:

Типовые вопросы к коллоквиуму 1. Фоторегуляция у растений. Основные принципы фоторецепции. Отличие фоторецепторных комплексов от энергопреобразующих. Фитохром и криптохром. 2. Фитохромная система. Спектральные свойства молекулы. Этапы превращения  $Phr$ - $Phfr$ : изменения в структуре хромофора и апопротеина. Физиологические реакции, опосредованные фитохромной системой. 3. Сеть путей передачи сигнала в клетке. Восприятие воздействий и сигнальных молекул. Рецепторы стимулов и гормонов, их локализация. 4. Вторичные посредники передачи сигнала (фосфолипаза  $C2+$ , цАМФ, инозитол-3-фосфат и др.). Участие кальция в передаче сигнала. Роль кальмодулина и  $Ca^{2+}$ -САР комплекса в формировании ответной реакции. 5. Фотопериодизм. Феноменология фотопериодизма: цветение и группы фотопериодических растений, регуляция листопада, образования почек, перехода к состоянию покоя.

#### **Тема 6. Взаимодействие физиологических процессов, их интеграция и согласованное функционирование**

Коллоквиум , примерные вопросы:

Типовые вопросы к коллоквиуму 1. Регуляция вегетативного роста растений. Рост корня. Роль фитогормонов. Дифференцировка корневых волосков. 2. Рост побеговой системы. Рост листа. Роль фитогормонов в закладке и развитии листа. Связь развития листа и меристемы побега. 3. Регуляция генеративного развития растений. Индукция и эвокация цветения. Развитие соцветий. Раннее генеративное развитие, позднее генеративное развитие, развитие цветков. Нормальное развитие цветка. 4. Жизненные циклы растений. Условия минерального питания, возраст, гормональный статус как факторы, влияющие на пол растений. Половые хромосомы. Мужские и женские цветки у однодомных растений. 5. Донорно-акцепторные взаимодействия как основа эндогенной регуляции фотосинтеза в системе растительного организма. Механизм эндогенной регуляции в системе растения: потоки углерода, используемые на синтез различных соединений и их распределение по тканям и органам. 6. Регуляция процессов на клеточном уровне. Метаболитная регуляция и механизм контроля протекания процесса по принципу отрицательной (положительной) связи конечными продуктами. Аденилатный контроль.

### **Итоговая форма контроля**

зачет с оценкой (в 7 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

1. Особенности строения, структурная и функциональная организация растительной клетки.
2. Симбиогенная гипотеза возникновения растительной клетки.
3. Мембранные системы растительной клетки. Особенности строения плазмалеммы, тонопласта, ЭПР, аппарата Гольджи. Их транспортные системы, протонная энергетика транспортных систем.
4. Структура цитоскелета растительной клетки, его роль в обеспечении жизнедеятельности растительной клетки.
5. Онтогенез клетки растения и его стадии, апоптоз.
6. Структурные и функциональные особенности клеток растений *in vitro*. Использование клеток растений *in vitro* как модельной системы в физиологических исследованиях и в биотехнологии.
7. Транспорт продуктов фотосинтеза из хлоропласта, механизмы, контролирующие обмен метаболитами между хлоропластами и цитоплазматической фазой клетки.
8. Транспорт воды по растению. Корень как основной орган поглощения воды. Механизм радиального транспорта воды в корне. Характеристика ?нижнего? и ?верхнего? двигателей водного тока. Корневое давление.
9. Поглощение ионов и их передвижение в корне. Транспорт ионов через мембраны; движущие силы переноса ионов.
10. Накопление, формы соединений, особенности поступления и перемещения  $Ca^{2+}$  по растению. Сигнальная роль  $Ca^{2+}$ .
11. Транслокация веществ из листьев в другие органы: флоэмные ситовидные элементы. Состав транслоцируемых веществ (сахара, аминокислоты, гормоны, неорганические ионы и др.).
12. Механизмы загрузки флоэмы из апопласта и симпласта. Роль сопровож-дающих клеток.
13. Механизм передвижения веществ по флоэме. Модель потока воды под давлением. Поры ситовидной пластинки как открытые каналы. Скорость передвижения веществ по флоэме; их выгрузка из ситовидных элементов.
14. Восходящий транспорт веществ по ксилеме. Состав ксилемного эксудата. Взаимосвязь транспорта воды и растворенных веществ по ксилеме. Скорости транспорта воды и отдельных веществ.
15. Взаимодействие флоэмных и ксилемных потоков азотистых веществ и ионов. Круговорот и реутилизация минеральных веществ в растении. Функ-циональная роль этих физиологических процессов.

16. Проблема роста и развития на организменном, органном, клеточном и молекулярном уровнях. Существование организма как развертывание во времени генетической программы; воздействие внешних факторов.
17. Общие закономерности роста. Показатели роста, S-образный характер кривой роста, его фазы. Компоненты ?классического? анализа роста и мате-матический анализ процесса.
18. Типы роста у растений. Организация меристем корня и стебля. Рост и деятельность меристем. Клеточные основы роста.
19. Влияние температуры, света, воды, газового состава атмосферы, элементов минерального питания на ростовые процессы.
20. Жизненный цикл высших растений. Основные этапы онтогенеза, их мор-фологические, физиологические и метаболические особенности. Состояние покоя у растений. Типы покоя и их значение для жизнедеятельности растений.
21. Механизмы морфогенеза растений. Полярность. Индукция генетических программ, морфогенетические градиенты и ориентация клеток в пространстве. Целостность и коррелятивное взаимодействие органов. Регенерация.
22. Ауксины. Биосинтез, локализация, деградация ауксинов. Активный транспорт ауксинов в растениях. Физиологические ответы на ауксины.
23. Цитокинины. Биосинтез, локализация, деградация цитокининов. Физиологическое действие цитокининов.
24. Понятие об антагонизме и синергизме гормонов. Гормональный баланс в растении. Культура *in vitro* как модель для изучения гормонального баланса.
25. Пути биосинтеза и многообразие гиббереллинов. Образование конъюгатов и деградация. Физиологическое действие гиббереллинов, взаимодействие с другими гормонами.
26. Абсцизовая кислота. Пути биосинтеза АБК в растениях и в грибах, ее метаболизм. Физиологическое действие. АБК как гормона абиотического стресса. Стратегия ответа на засуху, понижение температуры, засоление. Взаимодействие с другими гормонами.
27. Биосинтез этилена. Физиологическое действие. Роль этилена как "гормона тревоги" в биоценозах. Взаимодействие этилена с ауксинами и другими гор-монами.
28. Регуляторы роста растений: брассиностероиды, жасмоновая кислота, салицилат, фенольные соединения. Физиологические эффекты регуляторов роста.
29. Фоторегуляция у растений. Основные принципы фоторецепции. Отличие фоторецепторных комплексов от энергопреобразующих. Фитохром и криптохром.
30. Фитохромная система. Спектральные свойства молекулы. Этапы превращения Phr-Phfr: изменения в структуре хромофора и апопротеина. Физиологические реакции, опосредованные фитохромной системой.
31. Сеть путей передачи сигнала в клетке. Восприятие воздействий и сигнальных молекул. Рецепторы стимулов и гормонов, их локализация.
32. Вторичные посредники передачи сигнала (фосфолипаза C2+, цАМФ, инозитол-3-фосфат и др.). Участие кальция в передаче сигнала. Роль кальмодулина и Ca<sup>2+</sup>-CAM комплекса в формировании ответной реакции.
33. Фотопериодизм. Феноменология фотопериодизма: цветение и группы фотопериодических растений, регуляция листопада, образования почек, перехода к состоянию покоя.
34. Гормональная теория цветения Чайлахяна. Изменения гормонального баланса, приводящие к физиологическому ответу на фотопериод. Регуляция развития климатическими факторами.
35. Внутренние ритмы развития растений. Периодические явления в ритмах органогенеза и роста растений. Циркадные ритмы, механизм их образования. Настройка циркадных ритмов фотопериодом. Пластохрон.
36. Глубокий (физиологический) покой и вынужденный покой. Температура и развитие растений. Явления стратификации и яровизации как экологическая адаптация. Гормональная теория вернализации растений. Прерывание глубокого покоя пониженными температурами: прорастание семян, выход почек из состояния покоя, цветение.

37. Эмбриональное развитие. Развитие зародыша у двудольных растений в норме. Прорастание семян. Гормональный баланс при прорастании семян.
38. Регуляция вегетативного роста растений. Рост корня. Роль фитогормонов. Дифференцировка корневых волосков.
39. Рост побеговой системы. Рост листа. Роль фитогормонов в закладке и развитии листа. Связь развития листа и меристемы побега.
40. Регуляция генеративного развития растений. Индукция и эвокация цветения. Развитие соцветий. Раннее генеративное развитие, позднее генеративное развитие, развитие цветков. Нормальное развитие цветка.
41. Жизненные циклы растений. Условия минерального питания, возраст, гормональный статус как факторы, влияющие на пол растений. Половые хромосомы. Мужские и женские цветки у однодомных растений.
42. Донорно-акцепторные взаимодействия как основа эндогенной регуляции фотосинтеза в системе растительного организма. Механизм эндогенной регуляции в системе растения: потоки углерода, используемые на синтез различных соединений и их распределение по тканям и органам.
43. Регуляция процессов на клеточном уровне. Метаболическая регуляция и механизм контроля протекания процесса по принципу отрицательной (положительной) связи конечными продуктами. Аденилатный контроль.

### 7.1. Основная литература:

Физиология растений : учебник для студентов высших учебных заведений по агрономическим специальностям / В.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева .? Москва : Высшая школа : Абрис, 2011 . - 783, [1] с.

Кузнецов В.В., Физиология растений [Электронный ресурс] : Учебник / Вл.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. - М. : Абрис, 2012. - 783 с. - ISBN 978-5-4372-0046-9 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200469.html>

### 7.2. Дополнительная литература:

Физиология растений : учебник для студ. биол. спец. вузов / В. В. Полевой .? Москва : Высшая школа, 1989 . - 464с. : ил.

Физиология растений : [учебник] / С. С. Медведев .? Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2015 . - 496 с.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

ВНУТРИКЛЕТОЧНЫЕ И МЕЖКЛЕТОЧНЫЕ СИСТЕМЫ РЕГУЛЯЦИИ У РАСТЕНИЙ - <http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/392.html>

журнал - <http://www.nature.com>

классическая молекулярная биология - <http://molbiol.ru/>

Регуляторная роль зеленого света в морфогенезе и гормональном статусе растений - <http://www.dissercat.com/content/regulyatornaya-rol-zelenogo-sveta-v-morfogeneze-i-gormonalnom-status>

Регуляция у растений - <http://www.ebio.ru/org17.html>

Студопедия - [https://studopedia.ru/10\\_123735\\_sistemi-regulyatsii-i-integratsii-u-rasteniy.html](https://studopedia.ru/10_123735_sistemi-regulyatsii-i-integratsii-u-rasteniy.html)

Уровни и системы регуляции у растений. - <https://studfiles.net/preview/6726494/page:6/>  
электронная библиотека - <http://elibrary.ru/>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Регуляторные системы растений" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

Химические реактивы, посуда, спектрофотометр, газоанализатор, прибор для электро-физиологии

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 06.03.01 "Биология" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Воробьев В.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Тимофеева О.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.