

**Министерство образования Республики Беларусь**  
Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию  
Учебно-методическое объединение по экологическому образованию

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра образования  
Республики Беларусь



В.А. Богуш

07 07 2014 г.

Регистрационный № ТД-Г. 477 /тип.

**Физиология растений**

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине  
для специальностей:**

1-31 01 01 Биология (по направлениям),  
направлений специальности:

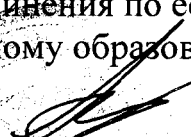
1-31 01 01-01 Биология (научно-производственная деятельность),

1-31 01 01-02 Биология (научно-педагогическая деятельность);

1-33 01 01 Биоэкология

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель Учебно-методического  
объединения по естественно-  
научному образованию


  
\_\_\_\_\_ А.Л. Толстик  
20 11 2013 г.

Председатель Учебно-методического  
объединения по экологическому  
образованию

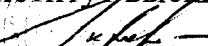
  
\_\_\_\_\_ В.И. Дунай  
20 11 2013 г.

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Управления высшего  
образования Министерства  
образования Республики Беларусь


  
\_\_\_\_\_ С.И. Романюк  
07 07 2014 г.

Проректор по научно-методической  
работе Государственного учреждения  
образования «Республиканский  
институт высшей школы»

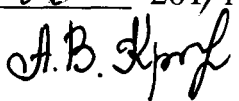
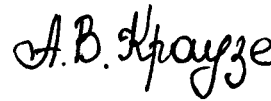
  
\_\_\_\_\_ И.В. Титович  
20 06 2014 г.

ПОДПИСАНО \_\_\_\_\_  
Начальник управления  
организационной работы и  
документационного обеспечения  
« 20 » 11 2013 г.

Эксперт-нормоконтролер

  
\_\_\_\_\_ С.М. Артемьева  
20 06 2014 г.

Минск 201

   
2.06.2014

**СОСТАВИТЕЛИ:**

Владимир Михайлович Юрин, профессор кафедры клеточной биологии и биоинженерии растений Белорусского государственного университета, доктор биологических наук, профессор;

Оксана Геннадьевна Яковец, доцент кафедры клеточной биологии и биоинженерии растений Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

Галина Григорьевна Филипцова, доцент кафедры клеточной биологии и биоинженерии растений Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра общей биологии и ботаники Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»;

Владимир Петрович Шуканов, заведующий лабораторией физиологии патогенеза и болезнеустойчивости растений Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси», кандидат биологических наук

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой клеточной биологии и биоинженерии растений Белорусского государственного университета (протокол № 8 от 5 ноября 2013 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 25 ноября 2013 г.);

Научно-методическим советом по биологии, биохимии и микробиологии Учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию (протокол № 19 от 29 ноября 2013 г.);

Научно-методическим советом по биоэкологии и геоэкологии Учебно-методического объединения по экологическому образованию (протокол № 3 от 2 декабря 2013 г.)

Ответственный за редакцию: Владимир Михайлович Юрин

Ответственный за выпуск: Оксана Геннадьевна Яковец

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Физиология растений» разработана в соответствии с требованиями образовательных стандартов высшего образования первой ступени по специальностям 1-31 01 01 «Биология (по направлениям)» и 1-33 01 01 «Биоэкология».

Учебная дисциплина «Физиология растений» является одной из важнейших фундаментальных дисциплин в системе высшего биологического образования. Физиология растений тесно связана с ботаникой, биохимией, генетикой, другими разделами биологии и является методологической основой для изучения структуры и функциональной активности растительных систем на всех уровнях их организации. Изучение данной учебной дисциплины даст студентам современные знания об особенностях организации, закономерностях функционирования и способах регуляции физиологических процессов растений, необходимые высококвалифицированным специалистам-биологам и биоэкологам. Освоение программы курса будет способствовать их развитию как специалистов, обладающих фундаментальными знаниями и практическими навыками, необходимыми при проведении исследований на современном научно-методическом уровне.

Курс «Физиология растений» состоит из семи основных разделов, в которых на современном уровне рассматриваются физиологические функции растений. Особое внимание уделяется вопросам регуляции и интеграции процессов на разных уровнях организации растительного организма, а также их взаимосвязи с продуктивностью сельскохозяйственных растений и поддержанию биоразнообразия.

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Физиология растений» составлена с учетом междисциплинарных связей и программ по смежным курсам химического и биологического профиля («Химия», «Биохимия», «Генетика», «Цитология и гистология», «Молекулярная биология» и др.).

Цель курса – сформировать у студентов целостную систему знаний о физиолого-биохимических процессах и механизмах их регуляции на разных уровнях организации растительного организма.

Задачи курса:

- 1) представить основные сведения о фундаментальных физиолого-биохимических процессах, происходящих на разных уровнях организации растительного организма;
- 2) ознакомить студентов с современными методическими и практическими разработками по основным разделам физиологии растений;
- 3) рассмотреть механизмы взаимодействия растительного организма с окружающей средой и контроля продуктивности сельскохозяйственных растений.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

– основные понятия, закономерности функционирования метаболических систем и механизмы их регуляции в растительном организме;

– физико-химические подходы и методы изучения растительного организма на разных уровнях организации;

– проблемы, достижения в области физиологии растений и перспективы их использования для повышения продуктивности растений;

**уметь:**

– использовать основные закономерности функционирования растительных организмов в качестве научной основы земледелия, растениеводства и биотехнологии;

– использовать методы теоретического и экспериментального исследований в фитофизиологии;

– проводить поиск и систематизировать научную информацию по отдельным разделам физиологии растений;

**владеть:**

– основными приемами обработки экспериментальных данных;

– методами оценки показателей физиологических процессов на разных уровнях организации.

В соответствии с типовыми учебными планами по направлениям специальности 1-31 01 01-01 «Биология (научно-производственная деятельность)», 1-31 01 01-02 «Биология (научно-педагогическая деятельность)» и типовым учебным планом по специальности 1-33 01 01 «Биоэкология» типовая учебная программа по учебной дисциплине «Физиология растений» рассчитана на 210 часов, в том числе 112 часов аудиторных: 56 – лекционных и 56 – лабораторных занятий.

### ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ раздела и темы	Наименование разделов и тем	Аудиторные часы		
		Всего	Лекции	Лабораторные занятия
I	Введение	2	2	-
II	Структурно-функциональная организация растительной клетки	12	4	8
III	Фотосинтез	30	14	16
IV	Дыхание растений	16	8	8
V	Водный обмен растений	16	8	8
VI	Минеральное питание растений	16	8	8
VII	Рост и развитие растений	12	8	4
VIII	Физиология стресса	8	4	4
<b>ИТОГО:</b>		<b>112</b>	<b>56</b>	<b>56</b>

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### I. ВВЕДЕНИЕ

Предмет физиологии растений. Молекулярный, физико-химический, экологический и эволюционные аспекты физиологии растений. Объект физиологии растений, его особенности. Разнообразие объектов, характеризующихся фототропным образом жизни. Задачи физиологии растений. Этапы развития физиологии растений, ее связь с общим развитием биологии и практикой. Основные научные центры, занимающиеся проблемами физиологии растений в Беларуси и за рубежом.

Проблемы современной физиологии растений. Тематика и задачи новых разделов физиологии растений, таких как геномика, феномика, метаболомика, биоинформатика, системная биология растений, молекулярная биотехнология и др. Физиология растений и проблемы современной цивилизации: генетическая модификация организмов, глобальное потепление, экологические изменения, устойчивое производство продуктов питания и биотоплива, поддержание биоразнообразия.

### II. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

Молекулярная структура компонентов растительной клетки, особенности их строения в связи с биологической функцией. Клеточная стенка. Понятие апопласта и симпласта. Цитоплазма. Ядро. Пластиды. Рибосомы, митохондрии, вакуоль, плазмодесмы, микротрубочки, микрофиламенты, пероксисомы, лизосомы. Эндоплазматический ретикулум. Аппарат Гольджи. Физико-химические свойства цитоплазмы, ее взаимодействие с внешней средой. Структура и функция мембран растительной клетки. Проницаемость мембран. Принципы регуляции физиологических процессов на клеточном уровне. Функциональное взаимодействие отдельных компартментов клетки. Жизненный цикл растительной клетки.

### III. ФОТОСИНТЕЗ

Физико-химическая сущность фотосинтеза и его роль в процессах энергетического и пластического обмена растительного организма. Общие закономерности и значение фотосинтеза.

Структурная организация фотосинтетического аппарата. Лист как орган фотосинтеза. Хлоропласты, их строение, биохимический состав и функции. Биогенез хлоропластов. Пигментные системы фотосинтезирующих организмов. Хлорофиллы, их строение, химические и физические свойства. Роли отдельных структурных частей в молекуле хлорофилла. Основные стадии и химизм реакций биосинтеза хлорофилла. Функции хлорофиллов. Каротиноиды, их

строение, классификация, свойства и функции. Билихромопротеины (фикобилины). Структура, свойства и функции билихромопротеинов.

Организация и функционирование пигментных систем. Поглощение света пигментами. Электронно-возбужденные состояния пигментов и типы дезактивации возбужденных состояний. Миграция энергии в системе фотосинтетических пигментов. Понятие о свето-собирающем комплексе, фотосинтетической единице и реакционных центрах. Представление о молекулярной структуре, механизмах функционирования и взаимодействия двух фотосистем. Принцип организации и регуляция функционирования электрон-транспортной цепи фотосинтеза. Строение и роль отдельных элементов фотосинтетической электрон-транспортной цепи. Фотофосфорилирование, его типы, характеристика. Структура и механизм работы комплекса АТФ-синтазы.

Классификация растений по метаболизму  $\text{CO}_2$  в фотосинтезе. Метаболизм углерода в процессе фотосинтеза.  $\text{C}_3$ -путь фотосинтеза, основные этапы, их характеристика. Природа первичного акцептора углекислоты.  $\text{C}_4$ -путь фотосинтеза, его особенности и характеристика. Метаболизм углерода по типу толстянковых (САМ-цикл). Фотодыхание и метаболизм гликолевой кислоты ( $\text{C}_2$ -путь).

Показатели фотосинтеза: интенсивность, фотосинтетический потенциал, индекс листовой поверхности. Фотосинтез и урожай. Зависимость фотосинтеза от факторов внешней среды. Эндогенная регуляция фотосинтеза. Современные методы изучения фотосинтеза.

#### IV. ДЫХАНИЕ РАСТЕНИЙ

Значение дыхания в жизни растений. История развития представлений о дыхании растений. Теория В. И. Палладина. Показатели дыхания: интенсивность и дыхательный коэффициент.

Ферментные системы дыхания. Участие ферментов различных классов в дыхании. Дыхательные субстраты. Пути диссимиляции углеводов. Гликолиз, его суть, энергетика. Цикл ди- и трикарбоновых кислот, цикл Кребса-Корнберга. Окислительный пентозофосфатный цикл и его роль в метаболизме.

Использование в качестве дыхательных субстратов жиров и белков. Взаимосвязь превращения углеводов, белков и жиров.

Митохондрии, их структура и функции. Электрон-транспортная цепь дыхания, характеристика ее компонентов. Окислительное фосфорилирование в электрон-транспортной цепи, энергетическая эффективность. Субстратное и окислительное фосфорилирование.

Зависимость дыхания от внутренних и внешних факторов. Особенности дыхания растений.

## V. ВОДНЫЙ ОБМЕН РАСТЕНИЙ

Структура и физико-химические свойства воды. Роль воды в жизнедеятельности растений. Термодинамические основы водообмена растений: активность воды, химический потенциал воды, водный потенциал и его составляющие.

Поступление воды в растение. Механизм транспорта воды через плазматические мембраны. Молекулярная организация и функция аквапоринов (водных каналов), регуляция их работы. Водный баланс растений. Градиент водного потенциала – движущая сила поступления и передвижения воды в клетках, тканях и растении. Закономерности поступления воды в клетку.

Корневая система как орган поглощения воды. Нижний и верхний концевой двигатели. Корневое давление, его значение и зависимость от действия внешних факторов. Движущие силы восходящего тока воды. Процессы когезии и адгезии. Гуттация, ее механизм.

Транспирация. Биологическое значение транспирации. Устьичная, внеустьичная транспирации и молекулярная физиология устьичных движений. Показатели траспирации: интенсивность, транспирационный коэффициент, коэффициент водопотребления. Влияние на транспирацию экзогенных и эндогенных факторов.

## VI. МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ

Элементы минерального питания, необходимые для жизнедеятельности растений. Макроэлементы: азот, фосфор, калий, сера, кальций, магний. Микроэлементы: железо, медь, марганец, цинк, молибден, кобальт, бор. Роль и функциональные нарушения при недостатке в растении микро- и макроэлементов. Структурная и каталитическая функция ионов в метаболизме.

Представления о взаимодействии ионов: антагонизм, синергизм, аддитивность. Молекулярные основы этих взаимодействий. Поступление минеральных веществ. Транспорт ионов через плазматическую мембрану. Пассивный и активный транспорт. Ионные каналы, их строение и функциональная активность. Роль транспортеров и транспортных АТФаз. Структура и основные типы АТФаз. Значение регуляции мембранного потенциала для процессов поступления ионов в клетку.

Ближний транспорт ионов. Радиальное перемещение ионов в корне: симпластический и апопластический пути. Функции корневых тканей в радиальном транспорте. Дальний транспорт ионов в растении. Восходящий и нисходящий ток минеральных элементов и веществ в растении. Пространственная организация ионного транспорта в корне. Интеграция и регуляция транспорта в целом растении. Рационализация минерального питания как важнейший фактор повышения продуктивности сельскохозяйственных растений.

## VII. РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

Общие закономерности роста и развития растений. Кривая роста. Определение понятий “онтогенез”, “рост” и “развитие”. Периодизация онтогенеза. Показатели роста растений.

Молекулярные и клеточные основы роста и развития. Классические и современные теории роста растяжением растительной клетки. Локализация роста у растений. Полярность. Тотипотентность. Зависимость роста от почвенно-экологических факторов. Явление покоя, его адаптивная функция.

Фитогормоны как химические факторы, регулирующие рост и развитие растений. Основные группы фитогормонов: ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен. Новые гормоноподобные соединения: брассиностероиды, жасмоновая и салициловая кислоты, системин и др. Локализация биосинтеза фитогормонов в растении и их транспорт. Особенности действия фитогормонов на рост растений.

Синтетические регуляторы роста, их природа и использование: гербициды, ретарданты, регуляторы созревания и покоя, дефолианты.

Движение растений, тропизмы и настии.

Развитие растений, основные этапы развития. Жизненный цикл растений. Термопериодизм. Фотопериодизм. Регуляция фотопериодических реакций фитохромом. Физиология цветения и старения растений. Механизмы клеточной смерти у растений.

## VIII. ФИЗИОЛОГИЯ СТРЕССА

Общие понятия. Стресс, адаптация, устойчивость. Триада Селье в приложении для растений. Обратимые и необратимые повреждения тканей и органов растения. Критические периоды воздействия стрессовых факторов на растения. Стресс, как основной фактор, лимитирующий продуктивность сельскохозяйственных растений.

Молекулярные и клеточные механизмы восприятия стрессовых сигналов. Роль  $\text{Ca}^{2+}$  и редокс-сигналикации в развитие первичной стрессовой реакции.

Засоление почв, его причина и последствия для сельского хозяйства, биосферы и человечества. Молекулярные и клеточные механизмы повреждения растений при засолении. Механизмы солеустойчивости растений.

Действие пониженных и повышенных температур на растения. Механизмы адаптации растений к изменению температуры. Физиолого-биохимическая природа устойчивости растений к отрицательным температурам.

Водный дефицит и засухоустойчивость растений. Совместное действие на растение недостатка влаги и высокой температуры. Особенности устойчивости у мезофитов и ксерофитов.

Влияние на растение избытка влаги, факторы, обуславливающие устойчивость растений при затоплении. Влияние гипоксии на растения, адаптивные изменения в условиях гипоксии.



Газоустойчивость растений.

Повреждение растений при патогенной атаке. Молекулярные механизмы распознавания химических и физических сигналов патогенов на поверхности клетки. Система усиления стрессового сигнала и развитие реакции гиперчувствительности. Механизмы устойчивости растений к патогенным организмам.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### Основная:

1. *Юрин В.М.* Физиология растений. Учебник / В.М. Юрин. Минск: БГУ, 2010.
2. *Медведев С.С.* Физиология растений. Учебник / С.С. Медведев. СПб.: БХВ-Петербург, 2012.
3. *Алехина Н.Д.* Физиология растений. Учебник для студентов вузов / Н.Д. Алехина, Ю.В. Балнокин, В.Ф. Гавриленко и др. М.: Издательский центр «Академия», 2005.
4. *Кузнецов В.В.* Физиология растений. Учебник для вузов / В.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. М.: Высшая школа, 2005.
5. *Полевой В.В.* Физиология растений / В.В. Полевой. М.: Высш. шк., 1989.
6. *Третьяков Н.Н.* Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений. Учебник / Н.Н. Третьяков, Е.И. Кошкин, Н.М. Макрушин и др. М.: Колос, 1998.
7. *Якушкина Н.И.* Физиология растений. Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Биология» / Н.И. Якушкина, Е.Ю. Бахтенко. М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2005.

#### Дополнительная:

1. *Албертс Б.* Молекулярная биология клетки. Т.5. / Б. Албертс, Д. Брей, Дж. Льюис, М. Рэфф, К. Робертс, Дж. Уотсон. М.: Мир, 1987.
2. *Гавриленко В.Ф.* Избранные главы физиологии растений. Учебное пособие / В.Ф. Гавриленко, М.В. Гусев, К.А. Никитина, П.М. Хофман. М.: МГУ. 1986.
3. *Гудвин Т.* Введение в биохимию растений. Т. 1 и Т. 2. / Т. Гудвин, Э. Мерсер. М.: Мир, 1986.
4. *Кретович В.Л.* Биохимия растений / В.Л. Кретович. М.: Высшая школа, 1986.
5. *Кнорре Д.Г.* Биологическая химия / Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина. М.: Высшая школа, 1998.
6. Терминология роста и развития растений / Под ред. М.Х. Чайлахяна. М.: Наука, 1983.
7. *Щербаков В.Г.* Биохимия / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова и др. СПб.: ГИОРД, 2003.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Для изучения физиологии растений, подготовки к практическим занятиям и управляемой самостоятельной работе студентов студентам можно использовать один из учебников, перечисленных в разделе «Литература: основная». Для более углубленной подготовки студентам предлагается список дополнительной литературы, включающий учебные пособия, литературу по физиологическим методам.

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, учебное издание для теоретического изучения дисциплины, методические указания к лабораторным занятиям, материалы текущей и итоговой аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в т.ч. вопросы для подготовки к экзамену, задания, тесты, вопросы для самоконтроля, тематика рефератов и др., список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

### **ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ**

Типовыми учебными планами по направлениям специальности 1-31 01 01-01 «Биология (научно-производственная деятельность)», 1-31 01 01-02 «Биология (научно-педагогическая деятельность)» и по специальности 1-33 01 01 «Биоэкология» в качестве формы итогового контроля по учебной дисциплине рекомендован экзамен.

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- защита подготовленного студентом реферата;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса;
- компьютерное тестирование.