

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Батыгов З. О.

25 20 18 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ»**

Основной профессиональной образовательной программы  
академического бакалавриата

06.03.01.Биология

**Квалификация выпускника**

Бакалавр биологии

**Форма обучения**

очная

МАГАС, 2018 г.

Составитель рабочей программы:

к.б.н., доцент кафедры биологии /  / Хашиева Л.С./

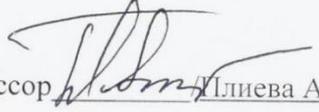
Рабочая программа утверждена на заседании кафедры биологии

Протокол заседания № 6 от « 30 » марта 2018 г.

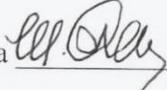
Заведующий кафедрой биологии к.б.н., доцент  / Дакиева М.К./

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом химико-биологического факультета.

Протокол заседания № 4 от « 28 » апреля 2018 г.

Председатель учебно-методического совет д.б.н., профессор  / Гулиева А.М./

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета протокол № 5 от « 23 » мая 2018 г.

Председатель Учебно-методического совета университета  / Хашегульгов Ш.Б./

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины (модуля) «Экологическая физиология растений» является:

получение полного представления о растении как о живом организме со всеми особенностями его строения и функций, присущих живому организму, находящемуся в постоянном взаимодействии с окружающей средой и изучение процессов, протекающих в растительном организме на клеточном, тканевом, органном и организменном уровнях, их взаимодействии и зависимости от внутренних и внешних факторов.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Экологическая физиология растений» относится к дисциплинам базовой части основной профессиональной образовательной программы академического бакалавриата по направлению подготовки 06.03.01. «Биология», изучается в 6 семестре.

Для изучения Экологической физиологии растений студенту необходимы знания по ботанике, органической и коллоидной химии, биохимии, физике.

Экологическая физиология растений является предшествующей дисциплиной для изучения специальных дисциплин: методы полевых биологических исследований, экология растений.

**Связь дисциплины «Экологическая физиология растений» с последующими дисциплинами и сроки их изучения**

*Таблица 2.1.*

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Экологическая физиология растений»	Семестр
Б1.Б.16.3	Биохимия	4
Б1.В.ОД.1	Фитогеография	6
Б1.Б.15.1.	Физиология растений	6
Б1.В.ОД.8	Экология растений	7
Б1.В.ОД.14	Экология и рациональное природопользование	7
Б1.Б.16.2	Биофизика	7

**Связь дисциплины «Экологическая физиология растений» со смежными дисциплинами**

*Таблица 2.2.*

Код дисциплины	Дисциплины, смежные с дисциплиной «Экологическая физиология растений»	Семестр
Б1.В.ДВ.1	Анатомия и морфология растений	1
Б1.Б.11	Общая биология	1,2
Б1.Б.9.1	Общая химия	1
Б1.Б.9.2	Органическая химия	2
Б1.Б.8	Физика	2

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ», ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) «Экологическая физиология растений»:**

**общепрофессиональные компетенции (ОПК):**

- способность применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и владением знанием механизмов гомеостатической регуляции; владением основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем (ОПК-4);
- способность применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой (ОПК-6).

**профессиональные компетенции (ПК), соответствующие виду (видам) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа бакалавриата:**

- способность эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ (ПК-1).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**Знать:**

- основные функции высшего растения: типы питания, водообмена, дыхания, выделения, роста, развития, механизмы защиты и устойчивости растений (**ОПК-4**);
- теоретические основы и практическое применение наиболее распространенных химических, физико-химических методов анализа современные методы работы с объектами мирового генофонда культурных растений; особенности улучшения химических свойств различных типов почв, в связи с их использованием в растениеводческой и животноводческой деятельности; основные лабораторные или полевые методы исследования особенности устройства различных микроскопов и микроманипулятора современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами современное оборудование для изучения растений и животных в лабораторных условиях; методы исследования в развитии фундаментальных и прикладных биологических наук (**ОПК-6**);
- принципы работы лабораторного оборудования; функциональные возможности аппаратуры; правила техники безопасности; устройство и принципы работы используемого оборудования; правила техники безопасности при работе на используемом оборудовании; возможности и области использования аппаратуры и оборудования для выполнения биологических исследований; возможности и области использования аппаратуры и оборудования для выполнения биологических исследований (**ПК-1**).

**уметь:**

- определять по внешним признакам потребность растений в основных элементах питания, интенсивность фотосинтеза и дыхания, наблюдать за устьицами, различать ближний и дальний транспорт, определять фазы, типы роста, этапы онтогенеза, виды движений, виды устойчивости, механизмы защиты (**ОПК-4**);
- применять современные экспериментальные методы работ с биологическими объектами; характеризовать основные формы эксперимента использовать знания о клеточной регуляции и применять биохимические методы; составлять отчет о проделанной лабораторной работе работать с современным оборудованием и аппаратурой; самостоятельно осваивать современные экспериментальные методы исследований; готовить и микроскопировать препараты клеток растений, а также гистологические препараты с использованием сухих систем биологического микроскопа (**ОПК-6**);
- использовать современную аппаратуру в лабораторных и полевых условиях для изучения животных и растений; готовить материал для лабораторного анализа; получать цифровые изображения; обращаться с аппаратурой аудиовидеозаписи; проекционной техникой; выполнять необходимые действия по уходу за аппаратурой, эксплуатировать современное оборудование при выполнении лабораторных и полевых работ (**ПК-1**).

**владеть/быть в состоянии продемонстрировать:**

- физиологической терминологией, методами анализа и оценки состояния высшего растения (**ОПК-4**);
- навыками работы с современной аппаратурой; современными методами изучения химических свойств почв и описания растительных объектов, навыками обработки результатов экспериментов, навыками работы на современных приборах; навыками обработки результатов экспериментов, описания цитологических и гистологических препаратов, работы с современным оборудованием для изучения заданного объекта; навыками работы в лаборатории; основными методами биологических исследований (**ОПК-6**);
- информацией по использованию основных типов лабораторного и полевого оборудования; методами исследования живых систем, математическими методами обработки результатов навыками работы на современной оргтехнике, компьютерах и компьютерных сетях, принципами работы современной аппаратуры и оборудования; методами исследования живых систем, математическими методами обработки результатов навыками работы на серийной аппаратуре, применяемой в аналитических и физико-химических исследованиях, представлениями о современном оборудовании молекулярно-биологических и биотехнологических лабораторий, навыками работы на оборудовании для изучения животных навыками работы на современном оборудовании при описании и анализе растений (**ПК-1**).

**Матрица связи компетенций, формируемых на основе изучения дисциплины «Экологическая физиология растений», с временными этапами освоения ее содержания**

*Таблица 3.1.*

<b>Коды компетенций (ФГОС)</b>	<b>Компетенция</b>	<b>Семестр или неделя изучения</b>
<b>ОПК-4</b>	Умение применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и знание механизмов гомеостатической регуляции; владение основными физиологическими методами.	6 семестр
<b>ОПК-6</b>	Способность применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой.	6 семестр
<b>ПК-1</b>	Способность эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ	6 семестр

**Уровни проявления компетенций, формируемые при изучении дисциплины «Экологическая физиология растений» в форме признаков профессиональной деятельности**

*Таблица 3.2.*

<b>ОПК- 4</b>	<b>Умение применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и знание механизмов гомеостатической регуляции; владение основными физиологическими</b>			
<b>Уровень освоения компетенции</b>	<b>Описание признаков проявления</b>	<b>Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)</b>		
		<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
1	2	3	4	5

<p>Высокий уровень компетентности</p>	<p>Умение применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и знание механизмов гомеостатической регуляции; владение современным</p>	<p>теоретические основы и новейшие представления принципов структурной и функциональной организации биологических организмов, механизмов гомеостатической регуляции, все функции живых организмов; структурная и функциональная организации иммунной системы, структурные компоненты в тканях</p>	<p>применять современные физиологические методы анализа и оценки состояния живых систем; применять новейшие методы изучения и интерпретировать полученные знания, организовывать наблюдение за показателями здоровья и адаптации ребенка и фиксации результатов; применять экспериментальные</p>	<p>комплексом современных лабораторных методов исследований; современной аппаратурой и оборудованием для проведения физиологических исследований; методами изучения функционального состояния организма, методами анализа и оценки</p>
		<p>человека, основные этапы развития органов (органогенез); демонстрировать углубленные представления об основах молекулярной биологии клетки, современных достижениях и перспективах развития, концептуальные основы и методические приемы</p>	<p>излагать и критически анализировать информацию по анатомии человека; демонстрировать представления о разнообразии биологических объектов; использовать знание принципов клеточной организации биологических объектов, определять</p>	

<p>Базовый уровень</p>	<p>Умение применять принципы структурной и функциональной организации живых организмов и знание механизмов регуляции процессов жизнедеятельности; владение основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем.</p>	<p>теоретические основы и базовые представления принципов структурной и функциональной организации биологических объектов, механизмов гомеостатической регуляции, представление об иммунитете; основные закономерности структурной организации клеток, тканей; современные достижения в области изучения человека, теоретические основы и общие представления по анатомии человека; понятия адаптация и стресс; научные представления о механизмах регуляции; развития органов (органогенез); продемонстрировать углубленные представления об основах молекулярной биологии клетки, основные закономерности процессов роста и развития на разных этапах онтогенеза; базовые представления принципов структурной и функциональной организации биоценозов и агроценозов, механизмов их регуляции.</p>	<p>применять основные физиологические методы анализа и оценки состояния живых систем; применять основные экспериментальные методы в различных областях биологии, объяснять и анализировать молекулярные внутриклеточные механизмы и межклеточные взаимодействия излагать и анализировать базовую информацию по анатомии человека; использовать знание принципов клеточной организации биологических объектов, их структурной функциональной организации, объяснить участие различных клеточных структур в механизмах гомеостатической регуляции, хранения, передачи и реализации наследственной информации; объяснить участие тканей в механизмах гомеостатической регуляции.</p>	<p>комплексом базовых лабораторных методов исследований; современной аппаратурой и оборудованием для выполнения физиологических исследований; методами изучения функционального состояния живого организма и современными приемами исследований клетки; методами анализа и оценки состояния живых организмов.</p>
------------------------	---	---	---	---

Минимальный уровень компетентности	Умение применять принципы структурной и функциональной организации биологически х объектов; владение физиологическими методами.	представления структурной и функциональной организации биологических объектов, основные функции живых организмов: типы питания, водообмена, дыхания, выделения, роста, развития, механизмы защиты и устойчивости организмов; современное представление об иммунитете; основные закономерности структурной организации клеток, тканей; теоретические основы и общепредставления по анатомии человека; основные этапы развития органов (органогенез); методические приемы молекулярной биологии; основные закономерности процессов роста и развития на разных этапах онтогенеза.	применять физиологические методы анализа и оценки состояния живых систем; применять основные экспериментальные методы в различных областях биологии; использовать знание принципов клеточной организации биологических объектов, их структурной и функциональной организации, механизмы защиты живого организма.	комплексом лабораторных методов исследований; современной аппаратурой и оборудованием для выполнения физиологических исследований; физиологической терминологией.
<b>ОПК-6</b>	<b>Способность применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой</b>			
Уровень освоения компетенци	Описание признаков проявления	<b>Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)</b>		
		<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
1	2	3	4	5

<p>Высокий уровень компетентности</p>	<p>Способность применять современные биологические методы исследований с использованием современной аппаратуры.</p>	<p>современные методы работы с объектами мирового генофонда живых организмов; особенности улучшения химических свойств различных типов почв, в связи с их использованием в растениеводческой и животноводческой деятельности.</p>	<p>самостоятельно осваивать современные экспериментальные методы исследований; применять освоенные биофизические методы изучения живых систем на практике; характеризовать основные формы эксперимента, использовать знания о клеточной регуляции и применять биохимические методы; апробировать лабораторные методы исследования химически</p>	<p>навыками работы с современной аппаратурой; современными методами изучения химических свойств почв и описания растительных и животных объектов, навыками обработки результатов экспериментов,</p>
<p>Базовый уровень</p>	<p>Способность применять современные экспериментальные методы биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой.</p>	<p>основные лабораторные или полевые методы исследования; современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами; современное оборудование для изучения растений и животных в лабораторных условиях; методы исследования в развитии фундаментальных и прикладных биологических наук.</p>	<p>осваивать современные экспериментальные методы исследований; применять освоенные биофизические методы изучения живых систем на практике; характеризовать основные формы эксперимента, использовать знания о клеточной регуляции и применять биохимические методы; применять современные экспериментальные методы работ с биологическими объектами.</p>	<p>навыками работы в современных лабораториях на современных приборах; основами современных биохимических методов исследования; навыками обработки результатов экспериментов.</p>
<p>Минимальный уровень компетентности</p>	<p>способность применять экспериментальные методы биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях.</p>	<p>теоретические основы и практическое применение наиболее распространенных химических, физико-химических методов анализа.</p>	<p>работать с современным оборудованием и аппаратурой; готовить и микроскопировать препараты клеток растений, животных и грибов, а также готовить гистологические препараты.</p>	<p>навыками работы в лаборатории; навыками работы с современным оборудованием для изучения заданного объекта; основными</p>

ПК-1	Способность эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ			
Уровень освоения компетенции	Описание признаков проявления компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)		
		Знать	Уметь	Владеть
1	2	3	4	5
Высокий уровень компетентности	Способность эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ.	принципы работы лабораторного оборудования; функциональные возможности аппаратуры; правила техники безопасности; устройство и принципы работы используемого оборудования; правила техники безопасности при работе на используемом оборудовании; возможности и области использования аппаратуры и оборудования для выполнения биологических исследований; возможности и области использования аппаратуры и оборудования для выполнения биологических исследований.	использовать современную аппаратуру в лабораторных и полевых условиях для изучения животных и растений; готовить материал для лабораторного анализа; получать цифровые изображения; обращаться с аппаратурой аудио-видеозаписи; проекционной техникой; выполнять необходимые действия по уходу за аппаратурой, эксплуатировать современное оборудование при выполнении лабораторных и полевых работ.	информацией по использованию современного лабораторного и полевого оборудования; методами исследования живых систем, математическими методами обработки результатов работы на современной оргтехнике, компьютерах и компьютерных сетях, принципами работы современной аппаратуры и методами исследования живых систем, математическими методами обработки результатов работы на серийной аппаратуре, применяемой в аналитических и физико-химических исследованиях, представлениями о современном оборудовании молекулярно-биологических и

				биотехнологическ их лабораторий, навыками работы на оборудовании для изучения животных; навыками работы на современном оборудовании при описании и анализе растений.
Базовый уровень	Способность использовать современную аппаратуру и оборудовани е для выполнения исследовател ь-ских полевых и лабораторны х биологически х работ.	принципы работы лабораторного оборудования; функциональные возможности аппаратуры; правила техники безопасности; устройство и принципы работы используемого оборудования; правила техники безопасности при работе на используемом оборудовании; возможности и области использования аппаратуры и оборудования для выполнения биологических исследований.	использовать современную аппарату ру в лабораторных и полевых условиях для изучения растений; готовить материал для лабораторного анализа; обращаться с проекционной техникой; выполнять необходимые действия по уходу за аппаратурой, эксплуатировать современное оборудование при выполнении лабораторных и полевых работ.	методами исследования живых систем, математическими методами обработки результатов; принципами работы современной аппаратуры и оборудования; представлениями о современном обо рудовании молекулярно- биологических и биотехнологическ их лабораторий, навыками работы на оборудовании для изучения животных; навыками работы на современном оборудовании при описании и анализе растений.

Минимальный уровень компетентности	Способность использовать лабораторное оборудование для выполнения исследовательских полевых и лабораторных биологических работ.	функциональные возможности аппаратуры; правила техники безопасности; устройство и принципы работы используемого оборудования; правила техники безопасности при работе на используемом оборудовании.	использовать аппаратуру в лабораторных полевых условиях для изучения растений; выполнять необходимые действия по уходу за аппаратурой.	информацией по использованию основных типов лабораторного и полевого оборудования; методами исследования живых систем, навыками работы на оборудовании для изучения животных навыками работы на современном оборудовании при описании и
------------------------------------	---	---	--	---

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Объем дисциплины (модуля) «Экологическая физиология растений» в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся приведены в форме табл.4.1. В форме табл.4.2. приведены разделы дисциплины и виды учебных занятий.

##### Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего	Порядковый номер семестра			
		1	2		
Общая трудоемкость дисциплины всего (в з.е.), в том числе:	5 з.е.				
Курсовой проект (работа)	не предусмотрено				
Аудиторные занятия всего (в акад. часах), в том числе:	94	38	54		
Лекции	38	20	18		
Практические занятия, семинары					
Лабораторные работы	52	18	34		
Самостоятельная работа всего (в акад. часах), в том числе:	59	32	27		
КСР	2		2		
Вид итоговой аттестации:					
Зачет/дифф.зачет	-	-			
Экзамен	27		27		
Общая трудоемкость дисциплины	180	70	110		

**Разделы дисциплины и виды занятий**

*Таблица 4.2.*

<b>№</b>	<b>Наименование дисциплины</b>	<b>раздела</b>	<b>Лекции</b>	<b>Практические занятия</b>	<b>Лабораторные занятия</b>	<b>Семинарские занятия</b>	<b>СРС</b>	<b>Всего</b>
1.	Введение в курс физиологии растений.		2		-		2	4
2.	Физиология растительной клетки.		6		8		10	24
3.	Водный режим растений.		4		6		6	16
4.	Транспорт ассимилятов.		4		4		4	12
5.	Фотосинтез.		6		8		10	24
6.	Дыхание у растений.		6		8		10	24
7.	Корневое питание растений.		4		6		8	18
8.	Рост и развитие растений.		4		6		5	15
9.	Устойчивость растений.		2		6		4	12
<b>ВСЕГО</b>			38		52		59	149

**5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

В этом разделе программы учебной дисциплины «Экологическая физиология растений» приводятся краткие аннотации структурных единиц материала дисциплины. Содержание дисциплины структурируется по разделам, темам или модулям и раскрывается в аннотациях рабочей программы с достаточной полнотой, чтобы обучающиеся могли изучать материал самостоятельно, опираясь на программу.

**Распределение учебных часов по темам и видам учебных занятий (общая трудоемкость учебной дисциплины — 6 зачетных единиц)**

*Таблица 5.1.*

Раздел, тема, содержание программы учебной дисциплины	Трудоемкость (час)				
	Всего	В том числе по видам учебных занятий			
		Лекции	Семинары, практические занятия	Лабораторные работы	Деловые ролевые игры, компьютерные
<b>Введение в курс физиологии растений.</b> Предмет и задачи курса физиологии растений. Место физиологии растений в системе наук. Методы физиологии растений. Практическое значение физиологии растений.	2	2	-	-	-
<b>Раздел 1. Физиология растительной клетки</b>	8	4	-	4	-
<b>Тема 1. Растительная клетка как структурная и функциональная единица организма.</b> Клеточная оболочка, ее химический состав, структура и функции. Биологические мембраны, их строение и функции. Плазмалемма и тонопласт. Цитоплазма как коллоидная система. Гиалоплазма. <b>Тема 2. Физиологические особенности клетки.</b> Коллоидно-химические свойства цитоплазмы: вязкость, текучесть, эластичность, рН, окислительно-восстановительные свойства, изoeлектрическая зона белков. Движение цитоплазмы, его формы. Компартиментация в клетке и ткани, ее значение в жизни растения. Проницаемость как совокупность физико-химических свойств цитоплазмы и мембран. Пассивное поглощение неэлектролитов и ионов. <b>Тема 3. Осмотические свойства клетки.</b> Понятие диффузии, химического потенциала, осмоса. Осмотическое давление. Понятие водного потенциала, его составляющие. Явления плазмолиза и тургора, формы плазмолиза. Тургорное давление. Сосущая сила клетки и ее значение.					
<b>Раздел 2. Водный режим</b>	8	4	-	4	
<b>Тема 1. Поступление воды в растение.</b> Значение воды для жизнедеятельности растений. Содержание и состояние воды в растении. Состояние воды в почве. Доступная и недоступная для растений вода. Корень как орган поглощения воды. Механизм поглощения воды корнем и ее радиальный транспорт. Механизмы корневого давления, его осмотические и неосмотические компоненты. <b>Тема 2. Испарение воды растением.</b> Определение транспирации, ее значение в жизни растения. Строение устьичного аппарата листа. Этапы устьичной транспирации. Физиологические механизмы регуляции устьичной транспирации (реакции Столфелта): гидроактивные, гидрoпассивные, фотоактивные. Кутикулярная транспирация, ее зависимость от вида и					

возраста растения, от внешних факторов. <b>Тема 3. Передвижение воды и водный баланс растения.</b> Водный баланс растений, его разновидности. Водный дефицит и завядание растений. Формы водного дефицита и завядания. Передвижение воды по сосудам ксилемы как восходящий ток. Нижний и верхний концевые двигатели водного тока. Роль сил сцепления в поднятии воды по стволу.					
<b>Раздел 3. Передвижение ассимилятов в растении</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	
<b>Тема 1. Передвижение ассимилятов в растении.</b> Основные направления передвижения органических веществ. Транспортные формы передвигающихся веществ. Внутриклеточный и межклеточный транспорт ассимилятов. Дальний транспорт органических веществ. Состав флоэмного сока. Механизмы флоэмного транспорта. Загрузка и разгрузка флоэмы. Зависимость передвижения от внутренних и внешних факторов.					
<b>Раздел 4. Фотосинтез</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>-</b>
<b>Тема 1. Общие вопросы фотосинтеза. Пигменты и пластиды.</b> Определение фотосинтеза и его значение на Земле. Космическая роль зеленого растения. История открытия и изучения фотосинтеза. Работы К.А. Тимирязева. Строение листа как органа фотосинтеза. Хлоропласты, их химический состав и ультраструктура. Онтогенез хлоропластов. Пигменты пластид. Методы разделения пигментов. Хлорофиллы, их химическая структура, распространение в растительном мире. Состояние хлорофилла в хлоропластах. Химические и физические свойства хлорофилла. Флуоресценция и спектры поглощения. Каротиноиды, их химическое строение, спектры поглощения. Физиологическая роль каротиноидов. <b>Тема 2. Поглощение и преобразование энергии света.</b> Световые и темновые реакции фотосинтеза. Поглощение квантов света и возбуждение хлорофилла. Перенос энергии возбуждения. Фотофизическая работа. Понятие о фотосинтетических единицах и фотосистемах. Реакционные центры, светособирающие комплексы, молекулы хлорофилла-ловушки. Электрон-транспортная цепь фотосинтеза. Циклический, нециклический, псевдоциклический транспорт электронов. Фотолиз воды и выделение кислорода. Образование восстановленного НАДФ. Сопряжение транспорта электронов и образования АТФ. Фотосинтетическое фосфорилирование: циклическое и нециклическое. Хемиосмотическая теория Митчела. Продукты светового этапа фотосинтеза. <b>Тема 3. Фиксация углерода и образование органического вещества.</b> Темновая фаза фотосинтеза. Цикл Кальвина. Его основные этапы: карбоксилирование, восстановление, регенерация. С <sub>4</sub> -путь (цикл Хегча-Слэка). Физиологические особенности растений С <sub>4</sub> -пути. САМ-метаболизм (метаболизм по типу толстянковых). Фотодыхание. Продукты фотосинтеза, их разнообразие. Влияние внешних факторов на образование первичных продуктов					

фотосинтеза.					
<b>Раздел 5. Дыхание у растений</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	
<p><b>Тема 1. Общие закономерности дыхания.</b>          Сущность дыхания и его значение в жизни растений. История развития учения о дыхании. Теории биологического окисления. Работы Баха и Палладина по биологическому окислению.</p> <p><b>Тема 2. Основные пути и энергетика дыхания.</b>          Основные этапы процесса дыхания: гликолиз, цикл Кребса, электрон-транспортная цепь. Окислительное фосфорилирование. Продуктивность дыхания. Хемосмотическая теория сопряжения окисления и фосфорилирования. Образование АТФ на мембранах митохондрий. Энергетический баланс гликолиза и аэробного окисления. Субстраты дыхания. Дыхательный коэффициент. Альтернативные пути дыхания у растений. Пентозофосфатный путь дыхания, его химизм и значение. Глиоксилатный цикл.</p> <p><b>Тема 3. Физиология и экология дыхания.</b>          Влияние физиологических особенностей на дыхание. Дыхание различных органов и тканей. Изменение дыхания в онтогенезе. Зависимость дыхания от экологических факторов (температуры, света, минерального питания, концентрации O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub> в воздухе, оводненности тканей, раздражителей). Анаэробное (брожение) и аэробное окисление, их взаимосвязь. Роль дыхания в обмене веществ.</p>					-
<b>Раздел 6. Корневое питание растений</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	
<p><b>Тема 1. Элементы минерального питания в жизни растения.</b>          Элементы, входящие в состав растительного организма. Разделение элементов на группы. Взаимодействие ионов в растении. Явление антагонизма ионов. Уравновешенные растворы.</p> <p><b>Тема 2. Азотное питание растений.</b>          Физиологическая роль азота. Доступные для растений формы азота. Пути восстановления нитратов в растении. Превращение азотистых веществ в растении. Биологическая фиксация азота. Азотфиксирующие микроорганизмы: свободноживущие и симбиотические (клубеньковые). Механизмы азотфиксации.</p> <p><b>Тема 3. Поглощение питательных веществ из почвы.</b>          Корневая система как орган поглощения минеральных веществ. Механизмы поглощения минеральных элементов клетками корня. Механизмы ксилемного транспорта. Связь поглощения веществ с жизнедеятельностью клеток корня. Энергетические процессы при поглощении ионов.</p> <p><b>Тема 4. Особенности питания растений в естественных почвах.</b>          Почва как среда обитания растения. Почвенный поглощающий комплекс и питание растений. Физиологическая кислотность и физиологическая щелочность солей. Роль корневых выделений для усвоения ряда веществ. Микрофлора почвы и ее роль в питании растений. Ризосфера. Микориза.</p>					
<b>Раздел 7. Рост и развитие растений</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	
<b>Тема 1. Основные закономерности роста.</b>					

<p>Определение роста. Типы роста у растений. Стадии роста клетки: эмбриональная, рост растяжением, дифференцировка. Механизмы роста клетки. Периодичность роста. Период покоя. Типы покоя: вынужденный и физиологический. Механизмы перехода растений в состояние покоя. Физиология состояния покоя и его значение. Регуляция покоя. Способы продления покоя и вывода растений из этого состояния. Стратификация и скарификация.</p> <p><b>Тема 2. Фитогормоны и регуляторы роста.</b> Уровни регуляции метаболизма: внутриклеточный, межклеточный, организменный. Виды внутриклеточной регуляции: ферментативная, мембранная и генная, их механизмы и проявления.</p> <p>Определение фитогормонов. Их общие свойства. Основные классы фитогормонов: ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизины, этилен. Применение фитогормонов в практике растениеводства. Синтетические регуляторы роста и их использование.</p> <p><b>Тема 3. Развитие растений.</b> Определение развития растений. Взаимосвязь роста и развития. Типы онтогенеза у растений: монокарпический и поликарпический. Этапы онтогенеза высших растений: эмбриональный, ювенильный, зрелости, размножения, старости и отмирания. Физиологические и морфологические изменения в процессе развития растений, их взаимосвязь. Регуляция процессов развития. Внешние проявления развития растений. Фенологические фазы.</p> <p>Влияние внешних условий на скорость развития растений. Фотопериодизм - зависимость развития от фотопериода. Длиннодневные, короткодневные и нейтральные по отношению к длине дня растения. Роль фитохрома в фотопериодической реакции. Гормональная теория цветения М.Х. Чайлахяна. детерминация пола у растений.</p>					
<b>Раздел 8. Устойчивость растений</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	
<p><b>Тема 1. Общие вопросы устойчивости растений к абиотическим факторам среды.</b> Изменчивость экологических факторов на Земле и ее причины. Способы защиты и надежность растительных организмов. Гомеостаз. Типы и виды устойчивости растений.</p> <p><b>Тема 2. Морозоустойчивость и зимостойкость растений.</b> Морозоустойчивость растений. Вымерзание как основная причина гибели растений при перезимовке. Процесс образования и действия внеклеточного и внутриклеточного льда в клетках и тканях. Закаливание растений как обратимое физиологическое приспособление. Фазы закаливания озимых и древесных растений. Методы определения морозоустойчивости.</p> <p>Зимостойкость как устойчивость растений к комплексу факторов. Различные причины повреждения растений при перезимовке: выпревание, выпирание, вымокание, ледяная корка, зимняя засуха. Способы борьбы с повреждениями и гибелью озимых культур.</p> <p><b>Тема 3. Холодоустойчивость теплолюбивых растений.</b> Понятие о холодом повреждении теплолюбивых</p>					

растений. Внешние проявления действия пониженных положительных температур. Влияние их на физиологические процессы. Пути защиты растений от действия пониженных температур. <b>Тема 4. Засухоустойчивость растений.</b> Определение засухи, ее типы. Понятие засухоустойчивости растений. Физиологическое действие засухи на растение. Водный стресс. Причины гибели растений при недостатке воды. Приспособления растений к водному дефициту. Изменения засухоустойчивости в онтогенезе. Пути борьбы с засухой. Физиологические основы орошения.					
<b>Итого аудиторных часов:</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	
<b>Самостоятельная работа студента</b> , в том числе: - в аудитории под контролем преподавателя - внеаудиторная работа	<b>38</b>				
<b>Консультации</b>	<b>2</b>				
<b>Экзамен</b>	<b>36</b>				
<b>Всего часов на освоение учебного материала</b>	<b>149</b>				

**Конкретизации результатов освоения в дисциплине «Экологическая физиология растений»**

*Таблица 5.2.*

<b>ОПК-4 Умение применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и знание механизмов гомеостатической регуляции; владение основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем</b>	
Способен применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и владением знанием механизмов гомеостатической регуляции; владением основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем.	
<b>Знать:</b> 1. основные функции высшего растения: типы питания, водообмена, дыхания, выделения, роста, развития, механизмы защиты и устойчивости растений.	Системы регуляции и интеграции у растений. Водный обмен растений. Фотосинтез. Дыхание растений. Рост и развитие растений. Минеральное питание растений.
<b>Уметь:</b> 1. определять по внешним признакам потребность растений в основных элементах питания; 2. определять интенсивность фотосинтеза и дыхания, наблюдать за устьицами, различать ближний и дальний транспорт; 3. определять фазы, типы роста, этапы онтогенеза, виды движений, виды устойчивости, механизмы защиты.	Контрольная работа (по теме). Практические работы: «Определение осмотического давления клеточного сока», «Определение интенсивности транспирации», «Пигменты зеленого листа», «Микрохимический анализ золы».
<b>Владеть:</b> физиологической терминологией, методами	Подготовка к коллоквиумам по темам.

анализа и оценки состояния высшего растения.	
<b>ОПК-6 Способность применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой.</b>	
Способен применять современные методы биологических исследований с использованием современной аппаратуры.	
<b>Знать:</b> 1. теоретические основы и практическое применение наиболее распространенных химических, физико-химических методов анализа, современные методы работы с объектами мирового генофонда культурных растений; 2. особенности улучшения химических свойств различных типов почв, в связи с их использованием в растениеводческой и животноводческой деятельности.	Минеральное питание растений. Устойчивость растений.
3. современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами, современное оборудование для изучения растений и животных в лабораторных условиях; методы исследования в развитии фундаментальных и прикладных биологических наук.	
<b>Уметь:</b> 1. Применять современные экспериментальные методы работ с биологическими объектами; 2. характеризовать основные формы эксперимента использовать знания о клеточной регуляции и применять биохимические методы; 3. составлять отчет о проделанной лабораторной работе работать с современным оборудованием и аппаратурой; самостоятельно осваивать современные экспериментальные методы исследований.	Контрольная работа (по теме). Практические работы «Определение содержания золы в разных частях растения», «Определение жаростойкости растений», «Защитное действие сахара на цитоплазму при замораживании».
<b>Владеть:</b> 1. навыками работы с современной аппаратурой; 2. современными методами изучения химических свойств почв и описания растительных объектов, навыками обработки результатов экспериментов, описания цитологических и гистологических препаратов.	Выполнение и оформление практических работ. Подготовка к коллоквиумам.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При подготовке бакалавров-биологов можно выбрать следующие основные формы проведения учебных занятий:

- интерактивные лекции;
- лекции-пресс-конференции;

- тренинги и семинары по развитию профессиональных навыков;
- групповые, научные дискуссии, дебаты.
- 

**Активные и интерактивные формы проведения учебных занятий по дисциплине «Экологическая физиология растений»**

*Таблица 6.1.*

№	Семестр	Тема программы дисциплины	Применяемые технологии	Кол-во аудит. часов
1.	6	Введение в курс физиологии растений.	Интерактивная лекция.	4
2.	6	Физиология растительной клетки.	Лекция с презентацией. Групповая, научная дискуссия.	4
3.	6	Водный режим растений.	Лекция с презентацией	4
4.	6	Транспорт ассимилятов.	Лекция-пресс-конференция.	2
5.	6	Фотосинтез.	Интерактивная лекция. Групповая, научная дискуссия, дебаты.	6
6.	6	Дыхание у растений.	Лекция с презентацией. Лекция-пресс-конференция.	6
7.	6	Корневое питание растений.	Интерактивная лекция. Групповая, научная дискуссия, диспут.	4
8.	6	Рост и развитие растений.	Интерактивная лекция.	4
9.	6	Устойчивость растений.	Лекция-пресс-конференция. Интерактивная лекция.	2

**7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ»**

**Аудиторная самостоятельная работа обучающихся.**

Формами заданий для самостоятельной работы обучающихся в аудитории под контролем преподавателя являются:

- контрольная работа;
- коллоквиум;
- тестирование;
- защита отчета о выполненной лабораторной работе или практической работе.

Самостоятельная работа обучающихся в компьютерном классе (в дистанционном режиме) включает следующие организационные формы учебной деятельности: работа с электронным учебником, просмотр видеолекций, компьютерное тестирование, изучение дополнительных тем занятий, выполнение домашних заданий и т.д.

**Содержание, формы и методы контроля, показатели и критерии оценки самостоятельной работы**

*Таблица 7.1.*

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела (темы) дисциплины</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Трудоемкость (в академических часах)</b>
1.	Введение в курс физиологии растений.	Контрольная работа.	2
2.	Физиология растительной клетки.	Коллоквиум.	2
3.	Водный режим растений.	Коллоквиум.	4
4.	Транспорт ассимилятов.	Коллоквиум.	2
5.	Фотосинтез.	Коллоквиум.	8
6.	Дыхание у растений.	Коллоквиум.	8
7.	Корневое питание растений.	Коллоквиум.	4
8.	Рост и развитие растений.	Коллоквиум.	2
9.	Устойчивость растений.	Коллоквиум.	2

**Лабораторный практикум дисциплины «Экологическая физиология растений»**

*Таблица 7.2.*

<b>№</b>	<b>Наименование раздела дисциплины</b>	<b>Наименование лабораторных работ</b>	<b>Трудоемкость в часах</b>
1.	<b>Физиология растительной клетки</b>	1. Явление плазмолиза и деплазмолиза.	<b>2</b>
		2. Определение осмотического давления клеточного сока.	<b>2</b>
		3. Определение сосущей силы методом струек (по В.С. Шардакову)	
2.	<b>Водный обмен растений</b>	4. Влияние концентрации раствора на прорастание семян	<b>2</b>
		5. Определение интенсивности транспирации.	<b>2</b>
		6. Определение поглощения воды потометрическим методом	
3.	<b>Транспорт веществ.</b>	Обнаружение запасных сахаров в растительном материале	<b>2</b>
3.	<b>Фотосинтез</b>	7. Пигменты зеленого листа	<b>2</b>
		8. Разделение пигментов методом бумажной хроматографии	<b>2</b>
		9. Химические и оптические свойства	<b>2</b>

		хлорофилла.	
		10. Флуоресценция	
		11. Влияние внешних условий на процесс фотосинтеза	2
4.	<b>Дыхание растений</b>	12. Определение дыхательного коэффициента	2
		13. Определение активности каталазы в растительном материале	2
		14. Определение интенсивности дыхания по выделенной углекислоте.	2
5.	<b>Минеральное питание</b>	15. Микрохимический анализ золы.	2
		16. Определение нитратов в растении	
		17. Определение содержания золы в разных частях растения	2
6.	<b>Рост и развитие растений</b>	18. Определение зон роста органов растений методом струек	
		19. Значение листьев для укоренения черенков (по Руте)	2
		20. Действие летучих выделений растений на проращивание семян	2
7.	<b>Устойчивость растений</b>	21. Определение жаростойкости растений	2
		22. Защитное действие сахара на цитоплазму при замораживании	

**Внеаудиторная самостоятельная работа обучающегося** полностью осуществляется самим обучающимся.

К видам внеаудиторной самостоятельной работы обучающегося относятся:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, иностранных источников);
- аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, контент-анализ и др.);
- выписки из текста;
- составление плана и тезисов ответа на контрольные вопросы;
- подготовка рефератов, докладов, ознакомление с нормативными документами;
- учебно-исследовательская работа.

**8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ»**

## **8.1. Текущий контроль успеваемости проводится в форме коллоквиумов и тестирования:**

### **Вопросы к коллоквиуму «Физиология растительной клетки» для студентов-биологов 3 курса:**

1. Строение растительной клетки.
2. Строение и функции биологических мембран.
3. Субклеточные структуры растительных клеток.
4. Ядро, ядрышко. Строение и функции.
5. Рибосомы, строение и функции.
6. Пластиды, строение и функции.
7. Митохондрии, строение и функции.
8. Микротела (пероксисомы, глиоксисомы), строение и функции.
9. Сферосомы, строение и функции.
10. Эндоплазматический ретикулум, строение и функции.
11. Аппарат Гольджи, строение и функции.
12. Вакуолярная система.
13. Микротрубочки, микрофиламенты (цитоскелет).
14. Клеточная оболочка, строение и функции.
15. Физиологические особенности клетки. Коллоидно-химические свойства цитоплазмы: вязкость, текучесть, эластичность, pH, окислительно-восстановительные свойства, изоэлектрическая зона белков.
16. Движение цитоплазмы, его формы.
17. Компартиментация в клетке и ткани, ее значение в жизни растения.
18. Проницаемость как совокупность физико-химических свойств цитоплазмы и мембран. Пассивное поглощение неэлектролитов и ионов.
19. Осмотические свойства клетки. Осмотическое давление.
20. Понятие диффузии, химического потенциала, осмоса. Понятие водного потенциала, его составляющие.
21. Явления плазмолиза и тургора, формы плазмолиза.
22. Тургорное давление.
23. Сосущая сила клетки и ее значение.

### **Вопросы к коллоквиуму «Системы регуляции и интеграции у растений» для студентов-биологов 3 курса**

1. Системы интеграции и регуляции у растений.
2. Внутриклеточные и межклеточные системы регуляции.
3. Регуляция активности ферментов.
4. Генетическая система регуляции на уровне репликации, транскрипции, прессинга и трансляции. Роль генов.
5. Мембранная регуляция: контактная и дистанционная регуляция.
6. Мембранная регуляция генной активности.
7. Межклеточные системы регуляции.
8. Трофическая регуляция.
9. Гормональная система регуляции
10. Гормоны растений: ауксины, гиббереллины, цитокинины.
11. Ингибиторы роста.

12. Электрофизиологическая регуляция.
13. Организменный уровень интеграции.

### **Вопросы к коллоквиуму «Физиология водного обмена растений» для студентов-биологов 3 курса**

1. Водный обмен растений.
  2. Значение воды для жизнедеятельности растений.
  3. Содержание и состояние воды в растении.
  4. Состояние воды в почве.
  5. Доступная и недоступная для растений вода.
  6. Поступление воды в растение.
  7. Корень как орган поглощения воды.
  8. Механизм поглощения воды корнем и ее радиальный транспорт.
  9. Механизмы корневого давления, его осмотический и неосмотические компоненты.
  10. Основные закономерности поглощения воды клеткой.
  11. Набухание коллоидов, осмос – явления, лежащие в основе поступления воды в растения.
  12. Градиент водного потенциала как движущая сила поступления и передвижения воды в системе «почва-растение-атмосфера», в клетках, тканях и целом растении.
  13. Испарение воды растением.
  14. Определение транспирации, ее значение в жизни растения.
  15. Строение устьичного аппарата листа. Этапы устьичной транспирации.
  16. Физиологические механизмы регуляции устьичной транспирации (реакции Столфелта): гидроактивные, гидропассивные, фотоактивные.
  17. Кутикулярная транспирация, ее зависимость от вида и возраста растения, от внешних факторов.
  18. Передвижение воды по растению.
  19. Водный баланс растений.
  20. Водный дефицит и завядание растений. Формы водного дефицита и завядания.
  21. Передвижение воды по сосудам ксилемы как восходящий ток.
  22. Нижний и верхний концевые двигатели водного тока.
  23. Роль сил сцепления в поднятии воды по стволу.

### **Вопросы к коллоквиуму «Фотосинтез» для студентов-биологов 3 курса**

1. Определение фотосинтеза и его значение на Земле.
2. Космическая роль зеленого растения.
3. Роль фотосинтеза в процессах энергетического и пластического обмена растительного организма.
4. История открытия и изучения фотосинтеза. Работы К.А. Тимирязева.
5. Структурная организация фотосинтетического аппарата.
6. Строение листа как органа фотосинтеза.
7. Хлоропласты, их химический состав и ультраструктура. Онтогенез хлоропластов.
8. Пигменты пластид. Методы разделения пигментов. Хлорофиллы, их химическая структура, распространение в растительном мире.
9. Состояние хлорофилла в хлоропластах. Химические и физические свойства хлорофилла.
10. Флуоресценция и спектры поглощения.
11. Каротиноиды, их химическое строение, спектры поглощения. Физиологическая роль каротиноидов.

12. Экологическое значение спектрально-различных форм пигментов у фотосинтезирующих организмов.
13. Поглощение и преобразование энергии света.
14. Световые и темновые реакции фотосинтеза.
15. Поглощение квантов света и возбуждение хлорофилла. Электрон-возбужденные состояния пигментов (синглетное, триплетное).
16. Перенос энергии возбуждения. Фотофизическая работа.
17. Понятие о фотосинтетических единицах и фотосистемах.
18. Реакционные центры, светособирающие комплексы, молекулы хлорофилла-ловушки.
19. Электрон-транспортная цепь фотосинтеза.
20. Совместное функционирование двух фотосистем. Эффекты Эмерсона.
21. Циклический, нециклический, псевдоциклический транспорт электронов.
22. Фотолиз воды и выделение кислорода. Образование восстановленного НАДФ.
23. Сопряжение транспорта электронов и образования АТФ. Фотосинтетическое фосфорилирование: циклическое и нециклическое.
24. Хемиосмотическая теория Митчела. Продукты светового этапа фотосинтеза.
25. Фиксация углерода и образование органического вещества.
26. Темновая фаза фотосинтеза. Цикл Кальвина. Его основные этапы: карбоксилирование, восстановление, регенерация.
27. Фотодыхание.
28. Продукты фотосинтеза, их разнообразие. Влияние внешних факторов на образование первичных продуктов фотосинтеза.
29. Экология фотосинтеза. Зависимость фотосинтеза от внешних условий и состояния организма.
30. Влияние на фотосинтез температуры, условий освещения, содержания углекислоты, условий минерального питания, водоснабжения.
31. Фотосинтез и общая продуктивность растительных организмов и их сообществ.
32. Эволюция фотосинтеза.

### **Вопросы к коллоквиуму «Дыхание» для студентов-биологов 3 курса**

1. Общие закономерности дыхания. Биологическая роль дыхания.
2. Специфика дыхания у растений.
3. Каталитические системы дыхания (дегидрогеназы, оксидазы, оксигеназы, карбоксилазы, трансферазы и др.).
4. История развития учения о дыхании. Теории биологического окисления. Работы Баха и Палладина по биологическому окислению.
5. Основные пути и энергетика дыхания.
6. Основные этапы процесса дыхания: гликолиз, цикл Кребса, электрон-транспортная цепь.
7. Окислительное фосфорилирование.
8. Продуктивность дыхания.
9. Хемиосмотическая теория сопряжения окисления и фосфорилирования. Образование АТФ на мембранах митохондрий.
10. Энергетический баланс гликолиза и аэробного окисления.
11. Субстраты дыхания. Дыхательный коэффициент.
12. Альтернативные пути дыхания у растений.
13. Пентозофосфатный путь дыхания, его химизм и значение. Глиоксилатный цикл.
14. Физиология и экология дыхания.
15. Влияние физиологических особенностей на дыхание. Дыхание различных органов и тканей. Изменение дыхания в онтогенезе.
16. Анаэробное (брожение) и аэробное окисление, их взаимосвязь.

17. Роль дыхания в обмене веществ. Связь с другими функциями клетки.
18. Регуляция дыхания.
19. Зависимость дыхания от экологических факторов (температуры, света, минерального питания, концентрации  $O_2$  и  $CO_2$  в воздухе, оводненности тканей, раздражителей).

### **Вопросы к коллоквиуму «Физиология минерального питания» для студентов-биологов 3 курса**

1. Роль растений в круговороте минеральных элементов в биосфере.
  2. Потребность растений в элементах минерального питания.
  3. Содержание и соотношение минеральных элементов в почве и в растениях и факторы, их определяющие.
  4. Элементы минерального питания, входящие в состав растительного организма.
  5. Классификация элементов, необходимых для растений.
  6. Взаимодействие ионов в растении. Явление антагонизма ионов.
- Уравновешенные растворы.
7. Поглощение питательных веществ из почвы.
  8. Корневая система как орган поглощения минеральных веществ и воды.
  9. Механизмы поглощения минеральных элементов клетками корня.
  10. Механизмы ксилемного транспорта. Симпластический и апопластический пути.
  11. Связь поглощения веществ с жизнедеятельностью клеток корня.
- Энергетические процессы при поглощении ионов.
12. Транспорт ионов через плазматическую мембрану. Пассивный перенос. Активный транспорт ионов.
  13. Движущие силы транспорта ионов и формы потребляемой энергии. Механизмы транспорта ионов через мембраны: АТФазы, редокс-цепи, ионные каналы.
  14. Особенности питания растений в естественных почвах. Почва как среда обитания растения.
  15. Роль корневых выделений для усвоения ряда веществ. Микрофлора почвы и ее роль в питании растений. Ризосфера. Микориза.
  16. Азотное питание растений. Физиологическая роль азота.
  17. Доступные для растений формы азота. Пути восстановления нитратов в растении.
  18. Превращение азотистых веществ в растении.
  19. Биологическая фиксация азота. Азотфиксирующие микроорганизмы: свободноживущие и симбиотические (клубеньковые). Механизмы азотфиксации.
  20. Азотный обмен и дыхание.
  21. Корневое питание как важнейший фактор управления продуктивностью и качеством урожая.
  22. Физиологические основы применения удобрений.

### **Вопросы к коллоквиуму «Транспорт органических веществ» для студентов-биологов 3 курса**

1. Понятие о восходящем и нисходящем токах веществ в растении.
2. Передвижение органических веществ.
3. Ближний и дальний (флоэмный) транспорт ассимилятов.
4. Транспортные формы веществ.
5. Возможный механизм и регуляция флоэмного транспорта.
6. Зависимость транспорта веществ от температуры, водного режима, минерального питания.

7. Донорно-акцепторные взаимодействия и роль транспортных систем в интеграции физиологических функций целого растения.

### **Вопросы к коллоквиуму «Физиология роста и развития растений» для студентов-биологов 3 курса**

1. Основные закономерности роста.
2. Определение роста. Типы роста у растений.
3. Стадии роста клетки: эмбриональная, рост растяжением, дифференцировка. Механизмы роста клетки.
4. Периодичность роста.
5. Период покоя. Типы покоя: вынужденный и физиологический.
6. Механизмы перехода растений в состояние покоя. Физиология состояния покоя и его значение.
7. Регуляция покоя. Способы продления покоя и вывода растений из этого состояния. Стратификация и скарификация.
8. Фитогормоны и регуляторы роста.
9. Уровни регуляции метаболизма: внутриклеточный, межклеточный, организменный.
10. Виды внутриклеточной регуляции: ферментативная, мембранная и генная, их механизмы и проявления.
11. Определение фитогормонов. Их общие свойства. Основные классы фитогормонов: ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизины, этилен.
12. Применение фитогормонов в практике растениеводства. Синтетические регуляторы роста и их использование.
13. Развитие растений. Определение развития растений.
14. Взаимосвязь роста и развития.
15. Типы онтогенеза у растений: монокарпический и поликарпический.
16. Этапы онтогенеза высших растений: эмбриональный, ювенильный, зрелости, размножения, старости и отмирания.
17. Физиологические и морфологические изменения в процессе развития растений, их взаимосвязь. Регуляция процессов развития.
18. Внешние проявления развития растений. Фенологические фазы.
19. Влияние внешних условий на скорость развития растений.
20. Фотопериодизм - зависимость развития от фотопериода. Длиннодневные, короткодневные и нейтральные по отношению к длине дня растения.
21. Гормональная теория цветения М.Х. Чайлахяна. детерминация пола у растений.

### **Вопросы к коллоквиуму «Физиология устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды» для студентов-биологов 3 курса**

1. Общие вопросы устойчивости растений к абиотическим факторам среды.
2. Изменчивость экологических факторов на Земле и ее причины.
3. Способы защиты и надежность растительных организмов. Гомеостаз. Типы и виды устойчивости растений.
4. Морозоустойчивость и зимостойкость растений. Морозоустойчивость растений.
5. Зимостойкость как устойчивость растений к комплексу факторов.
6. Холодоустойчивость теплолюбивых растений.
7. Засухоустойчивость растений. Физиологические основы орошения.

**8.2. Итоговый контроль проводится в виде экзамена по перечню вопросов, приведенных в рабочей программе.**

1. Строение растительной клетки.
2. Строение и функции биологических мембран.
3. Ядро, ядрышко. Строение и функции.
4. Рибосомы, строение и функции.
5. Пластиды, строение и функции.
6. Митохондрии, строение и функции.
7. Микротела (пероксисомы, глиоксисомы), сферосомы строение и функции.
8. Эндоплазматический ретикулум, строение и функции.
9. Аппарат Гольджи, строение и функции.
10. Вакуолярная система.
11. Микротрубочки, микрофиламенты (цитоскелет).
12. Клеточная оболочка, строение и функции.
13. Системы интеграции и регуляции у растений.
14. Внутриклеточные и межклеточные системы регуляции.
15. Регуляция активности ферментов.
16. Генетическая система регуляции на уровне репликации, транскрипции, прцессинга и трансляции. Роль генов.
17. Мембранная регуляция: контактная и дистанционная регуляция.
18. Мембранная регуляция генной активности.
19. Межклеточные системы регуляции.
20. Трофическая регуляция.
21. Гормональная система регуляции
22. Гормоны растений: ауксины, гиббереллины, цитокинины. Ингибиторы роста.
23. Электрофизиологическая регуляция.
24. Организменный уровень интеграции.
25. Водный обмен растений.
26. Значение воды для жизнедеятельности растений.
27. Содержание и состояние воды в растении, в почве.
28. Доступная и недоступная для растений вода.
29. Поступление воды в растение.
30. Корень как орган поглощения воды.
31. Механизм поглощения воды корнем и ее радиальный транспорт.
32. Механизмы корневого давления, его осмотический и неосмотические компоненты.
33. Основные закономерности поглощения воды клеткой.
34. Осмос – явления, лежащие в основе поступления воды в растения.
35. Градиент водного потенциала как движущая сила поступления и передвижения воды в системе «почва-растение-атмосфера», в клетках, тканях и целом растении.
36. Испарение воды растением.
37. Определение транспирации, ее значение в жизни растения.
38. Строение устьичного аппарата листа. Этапы устьичной транспирации.
39. Физиологические механизмы регуляции устьичной транспирации (реакции Столфелта): гидроактивные, гидропассивные, фотоактивные.
40. Кутикулярная транспирация, ее зависимость от вида и возраста растения, от внешних факторов.
41. Передвижение воды по растению.
42. Водный баланс растений.

43. Водный дефицит и завядание растений. Формы водного дефицита и завядания.
44. Передвижение воды по сосудам ксилемы как восходящий ток.
45. Нижний и верхний концевые двигатели водного тока.
46. Определение фотосинтеза и его значение на Земле.
47. Космическая роль зеленого растения.
48. Роль фотосинтеза в процессах энергетического и пластического обмена растительного организма.
49. История открытия и изучения фотосинтеза. Работы К.А. Тимирязева.
50. Структурная организация фотосинтетического аппарата.
51. Строение листа как органа фотосинтеза.
52. Хлоропласты, их химический состав и ультраструктура. Онтогенез хлоропластов.
53. Пигменты пластид. Методы разделения пигментов. Хлорофиллы, их химическая структура, распространение в растительном мире.
54. Химические и физические свойства хлорофилла.
55. Флуоресценция и спектры поглощения.
57. Каротиноиды, их химическое строение, спектры поглощения. Физиологическая роль каротиноидов.
58. Экологическое значение спектрально-различных форм пигментов у фотосинтезирующих организмов.
59. Световые и темновые реакции фотосинтеза.
60. Поглощение квантов света и возбуждение хлорофилла. Электрон-возбужденные состояния пигментов (синглетное, триплетное).
61. Перенос энергии возбуждения. Фотофизическая работа.
62. Понятие о фотосинтетических единицах и фотосистемах. Реакционные центры, светособирающие комплексы, молекулы хлорофилла-ловушки.
63. Электрон-транспортная цепь фотосинтеза.
64. Совместное функционирование двух фотосистем. Эффекты Эмерсона.
65. Фотолиз воды и выделение кислорода. Образование восстановленного НАДФ.
66. Сопряжение транспорта электронов и образования АТФ. Фотосинтетическое фосфорилирование: циклическое и нециклическое.
67. Хемосмотическая теория Митчела. Продукты светового этапа фотосинтеза.
68. Фиксация углерода и образование органического вещества.
69. Темновая фаза фотосинтеза. Цикл Кальвина. Его основные этапы: карбоксилирование, восстановление, регенерация.
70. С<sub>4</sub>-путь (цикл Хетча-Слэка). Физиологические особенности растений С<sub>4</sub>-пути.
71. САМ-метаболизм (метаболизм по типу толстянковых).
72. Фотодыхание.
73. Продукты фотосинтеза, их разнообразие. Влияние внешних факторов на образование первичных продуктов фотосинтеза.
74. Экология фотосинтеза. Зависимость фотосинтеза от внешних условий и состояния организма.
75. Влияние на фотосинтез температуры, условий освещения, содержания углекислоты, условий минерального питания, водоснабжения.
76. Фотосинтез и общая продуктивность растительных организмов и их сообществ.
77. Общие закономерности дыхания. Биологическая роль дыхания.
78. Специфика дыхания у растений.

79. Каталитические системы дыхания (дегидрогеназы, оксидазы, оксигеназы, карбоксилазы, трансферазы и др.).
80. История развития учения о дыхании. Теории биологического окисления. Работы Баха и Палладина по биологическому окислению.
81. Основные пути и энергетика дыхания.
82. Основные этапы процесса дыхания: гликолиз, цикл Кребса, электрон-транспортная цепь.
83. Окислительное фосфорилирование.
84. Продуктивность дыхания.
85. Хемосмотическая теория сопряжения окисления и фосфорилирования. Образование АТФ на мембранах митохондрий.
86. Энергетический баланс гликолиза и аэробного окисления.
87. Субстраты дыхания. Дыхательный коэффициент.
88. Альтернативные пути дыхания у растений.
89. Пентозофосфатный путь дыхания, его химизм и значение. Глиоксилатный цикл.
90. Физиология и экология дыхания.
91. Влияние физиологических особенностей на дыхание. Дыхание различных органов и тканей. Изменение дыхания в онтогенезе.
92. Анаэробное (брожение) и аэробное окисление, их взаимосвязь.
93. Роль дыхания в обмене веществ. Связь с другими функциями клетки.
94. Регуляция дыхания.
95. Зависимость дыхания от экологических факторов (температуры, света, минерального питания, концентрации  $O_2$  и  $CO_2$  в воздухе, оводненности тканей, раздражителей).
96. Роль растений в круговороте минеральных элементов в биосфере.
97. Потребность растений в элементах минерального питания.
98. Содержание и соотношение минеральных элементов в почве и в растениях и факторы, их определяющие.
99. Элементы минерального питания, входящие в состав растительного организма.
100. Классификация элементов, необходимых для растений.
101. Взаимодействие ионов в растении. Явление антагонизма ионов. Уравновешенные растворы.
102. Поглощение питательных веществ из почвы.
103. Корневая система как орган поглощения минеральных веществ и воды.
104. Механизмы поглощения минеральных элементов клетками корня.
105. Механизмы ксилемного транспорта. Симпластический и апопластический пути.
106. Связь поглощения веществ с жизнедеятельностью клеток корня. Энергетические процессы при поглощении ионов.
107. Транспорт ионов через плазматическую мембрану. Пассивный перенос. Активный транспорт ионов.
108. Движущие силы транспорта ионов и формы потребляемой энергии. Механизмы транспорта ионов через мембраны: АТФазы, редокс-цепи, ионные каналы.
109. Особенности питания растений в естественных почвах. Почва как среда обитания растения.
110. Роль корневых выделений для усвоения ряда веществ. Микрофлора почвы и ее роль в питании растений. Ризосфера. Микориза.
111. Азотное питание растений. Физиологическая роль азота.

112. Доступные для растений формы азота. Пути восстановления нитратов в растении. Превращение азотистых веществ в растении.
113. Биологическая фиксация азота. Азотфиксирующие микроорганизмы: свободноживущие и симбиотические (клубеньковые). Механизмы азотфиксации.
114. Азотный обмен и дыхание.
115. Корневое питание как важнейший фактор управления продуктивностью и качеством урожая.
116. Физиологические основы применения удобрений.
117. Понятие о восходящем и нисходящем токах веществ в растении. Передвижение органических веществ. Ближний и дальний (флоэмный) транспорт ассимилятов.
118. Транспортные формы веществ.
119. Возможный механизм и регуляция флоэмного транспорта.
120. Зависимость транспорта веществ от температуры, водного режима, минерального питания.
121. Донорно-акцепторные взаимодействия и роль транспортных систем в интеграции физиологических функций целого растения.
122. Основные закономерности роста.
123. Определение роста. Типы роста у растений.
124. Стадии роста клетки: эмбриональная, рост растяжением, дифференцировка. Механизмы роста клетки.
125. Периодичность роста.
126. Период покоя. Типы покоя: вынужденный и физиологический.
127. Механизмы перехода растений в состояние покоя. Физиология состояния покоя и его значение.
128. Регуляция покоя. Способы продления покоя и вывода растений из этого состояния. Стратификация и скарификация.
129. Фитогормоны и регуляторы роста.
130. Уровни регуляции метаболизма: внутриклеточный, межклеточный, организменный.
131. Виды внутриклеточной регуляции: ферментативная, мембранная и генная, их механизмы и проявления.
132. Определение фитогормонов. Их общие свойства. Основные классы фитогормонов: ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизины, этилен.
134. Применение фитогормонов в практике растениеводства. Синтетические регуляторы роста и их использование.
135. Развитие растений. Определение развития растений.
136. Взаимосвязь роста и развития.
137. Типы онтогенеза у растений: монокарпический и поликарпический.
138. Этапы онтогенеза высших растений: эмбриональный, ювенильный, зрелости, размножения, старости и отмирания.
139. Физиологические и морфологические изменения в процессе развития растений, их взаимосвязь. Регуляция процессов развития.
140. Внешние проявления развития растений. Фенологические фазы.
141. Влияние внешних условий на скорость развития растений.
142. Фотопериодизм - зависимость развития от фотопериода. Длиннодневные, короткодневные и нейтральные по отношению к длине дня растения.
143. Гормональная теория цветения М.Х. Чайлахяна. детерминация пола у растений.

144. Общие вопросы устойчивости растений к абиотическим факторам среды.
145. Изменчивость экологических факторов на Земле и ее причины.
146. Способы защиты и надежность растительных организмов. Гомеостаз. Типы и виды устойчивости растений.
147. Морозоустойчивость и зимостойкость растений. Морозоустойчивость растений.
148. Зимостойкость как устойчивость растений к комплексу факторов.
149. Холодоустойчивость теплолюбивых растений.
150. Засухоустойчивость растений. Физиологические основы орошения.

Текущий контроль проводится систематически в часы аудиторных занятий или во время аудиторной самостоятельной работы обучающихся. Рубежный контроль проводится с помощью отдельно разработанных оценочных средств. Промежуточный контроль организовывается на основе суммирования данных текущего и рубежного контроля.

#### **Критерии оценки промежуточной аттестации в форме экзамена**

*Таблица 8.1*

<b>Оценка</b>	<b>Характеристика требований к результатам аттестации в форме экзамена</b>
«Отлично»	Теоретическое содержание курса освоено полностью без пробелов, системно и глубоко, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные рабочей учебной программой учебные задания выполнены безупречно, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимуму.
«Хорошо»	Теоретическое содержание курса освоено в целом без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, предусмотренные рабочей учебной программой учебные задания выполнены с отдельными неточностями, качество выполнения большинства заданий оценено числом баллов, близким к максимуму.
«Удовлетворительно»	Теоретическое содержание курса освоено большей частью, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных рабочей учебной программой учебных заданий выполнены, отдельные из выполненных заданий содержат ошибки.
«Неудовлетворительно»	Теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые навыки работы не сформированы или сформированы отдельные из них, большинство предусмотренных рабочей учебной программой учебных заданий не выполнено либо выполнено с грубыми ошибками, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимуму.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ»

### 9.1. Учебно-методическое обеспечение

#### а) основная литература:

- 1) Якушкина Н.И. Экологическая физиология растений: учеб.для студентов вузов, обучающихся по специальности 032400 «Биология» / Н.И. Якушкина, Е.Ю. Бахтенко. — М. :Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2005. — 463 с.
- 2) Панкратова Е.М. Экологическая физиология растенийс основами биологической химии: учеб.пос. для вузов.- М.: Колос, 2011.
- 3) Медведев С.С. Физиология растений: учебная литература для ВУЗов. – изд. БХВ-Петербург, 2013. – 512.
- 4) Полевой В.В. Физиология растений. М.: Высшая школа, 1989.
- 5) Хашиева Л.С. Малый практикум по физиологии растений. Назрань, 2013. 138 с.

#### б) дополнительная литература:

- 1) Грин Н., СтаутУ.,Тейлор Д. Биология: В 3 т. М.: Мир, 1990.
- 2) Зауралов О.А. Краткий курс биохимии и физиологии растений. Саранск, 1995.
- 3) Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М.: Высшая школа, 2005.
- 4) Рубин Б.А. Курс физиологии растений. М.: Высшая школа, 1976.
- 5) Викторов Д.П. Малый практикум по физиологии растений. М.: Высшая школа, 1983.
- 6) Зауралов О.А. Лабораторный практикум по курсу "Экологическая физиология растенийи биологическая химия". Саранск, 1991. 52 с.

### 9.2. Информационное обеспечение

базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://fizrast.ru/sitemap.html>

<http://www.don-agro.ru>

<http://xn-80abucjiibhv9a.xn-plai/>

<http://www.agroxxi.ru/> (РГБ)

<http://elibrary.rsl.ru> Научная электронная библиотека

<http://elibrary.ru/default.asp> Российская национальная библиотека

<http://primo.nlr.ru> <http://nbgmu.ru> Электронная библиотека Российской государственной библиотеки

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ»

*Лабораторная работа № 1*  
**ЯВЛЕНИЕ ПЛАЗМОЛИЗА И ДЕПЛАЗМОЛИЗА**

**Материал и оборудование:** луковица синего лука или листья традесканции; 0,8 М раствор NaCl или 1 М раствор KNO<sub>3</sub> в капельнице; лезвие бритвы, препаровальная игла, скальпель, микроскоп, предметные и покровные стекла, стеклянная палочка, стакан с водой, кусочки фильтровальной бумаги, спиртовка, пинцет, спички.

**Цель:** знакомиться с важнейшими свойствами протоплазмы – вязкостью и проницаемостью плазмолитическим методом.

**Задача.** Изучить вязкость цитоплазмы:

- 1) клеток разных видов растений (эпидермиса синего лука, традесканции);
- 2) под влиянием ионов Na<sup>+</sup> и K<sup>+</sup>;
- 3) живых и мертвых клеток растений.

**Объяснение.** Об уровне жизнедеятельности клеток можно судить по весьма лабильному показателю – вязкости цитоплазмы. Имеется несколько методов определения вязкости цитоплазмы. Одним из наиболее простых и наглядных способов является плазмолитический метод.

Для каждой клетки можно подобрать следующие растворы: 1) гипотонический, у которого осмотическое давление меньше осмотического давления клеточного сока; 2) изотонический, имеющий осмотическое давление, равное осмотическому давлению клеточного сока; 3) гипертонический, у которого осмотическое давление больше осмотического давления клеточного сока.

При погружении клеток в гипертонический раствор происходит отсасывание воды из клеток до тех пор, пока не сравняются концентрации клеточного сока и наружного раствора. При этом клеточные стенки сокращаются до полной потери тургора, после чего начинается *плазмолиз*, т.е. отставание цитоплазмы от оболочки. Сначала цитоплазма отстает от оболочки в уголках (*уголковый плазмолиз*), затем во многих местах с образованием вогнутых поверхностей (*вогнутый плазмолиз*) и, наконец, принимает округлую форму (*выпуклый плазмолиз*).

В качестве плазмолитиков (веществ, растворы которых вызывают плазмолиз) используют неядовитые вещества, плохо проникающие через цитоплазму в вакуоль.

Процесс исчезновения плазмолиза называется *деплазмолизом*.

### Ход работы

Сделать бритвой срез эпидермиса синего лука, клетки которого содержат антоциан. Во избежание повреждения клеток эпидермиса желательно, чтобы срезы состояли из двух слоев клеток.

Поместить срез на предметное стекло в каплю воды, закрыть покровным стеклом и рассмотреть в микроскоп клетки с окрашенным клеточным соком. Затем воду заменить 0,8 М раствором NaCl или 1 М раствором KNO<sub>3</sub>, для чего нанести на предметное стекло рядом с покровным стеклом большую каплю раствора и отсосать воду кусочком фильтровальной бумаги, прикладывая его с другой стороны покровного стекла. Повторить этот прием 2-3 раза до полной замены воды раствором. Все время следить в микроскоп за тем, что происходит в клетках.

Через 15-20 мин, когда плазмолиз будет хорошо заметен, ввести под покровное стекло каплю воды, отсасывая раствор фильтровальной бумагой, и вновь наблюдать за изменениями, происходящими в клетках.

Приготовить второй срез эпидермиса, поместить его в большую каплю воды на предметное стекло и убить клетки, нагревая препарат над пламенем спиртовки (нагревать, следует осторожно, не допуская полного испарения воды). Отсосать воду фильтровальной бумагой, нанести на срез каплю 0,8 М раствора NaCl или 1 М раствора KNO<sub>3</sub>, закрыть покровным стеклом и, рассматривая препарат в микроскоп, установить, происходит ли плазмолиз.

Записать результаты наблюдений и сделать схематические рисунки клеток в воде и после пребывания в растворе, обозначив основные составные части клеток и показав стрелками процессы плазмолиза и деплазмолиза.

### Контрольные вопросы

1. Какие растворы называют гипо-, изо- и гипертоническими?
2. Что такое плазмолиз и каковы его причины?
3. Какие формы плазмолиза вам известны?
4. Как происходит деплазмолиз?
5. Способны ли плазмолизироваться мертвые клетки?

### Литература

1. Полевой В.В. Физиология растений. М., 1989, с. 13-30.
2. Якушкина Н.И. Физиология растений. М., 2004, с. 2-26.

## Лабораторная работа №2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСМОТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ КЛЕТОЧНОГО СОКА ПЛАЗМОЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ (ПО ДЕ-ФРИЗУ)

**Материал и оборудование:** луковица синего лука или листья традесканции; 1 М раствор NaCl или сахарозы, дистиллированная вода; бюретки с воронками (2 шт.), часовое стекло, баночки или тигельки для растворов (7 шт.), микроскоп, предметные и покровные стекла, скальпель, лезвие бритвы, препаровальная игла, кисточка, стеклянная палочка, стакан с кипяченой водой, кусочки фильтровальной бумаги, карандаш по стеклу, термометр комнатный.

**Цель:** показать роль клеточной структуры и пограничных слоев цитоплазмы в поступлении воды и веществ в клетку.

**Задача.** Определить осмотическое давление клеточного сока:

- 1) эпидермиса луковицы синего лука;
- 2) нижнего эпидермиса листа традесканции.

**Объяснение.** Давление, которое способен развивать раствор, всасывая воду через полупроницаемую перегородку, называется *осмотическим*. Величина осмотического давления какого-либо раствора прямо пропорциональна его концентрации (числу частиц, растворенных в единице объема) и абсолютной температуре. Концентрацию клеточного сока, представляющего собой раствор большого количества разнообразных органических и минеральных веществ, чаще всего определяют по величине его осмотического давления. Наиболее простой метод определения осмотического давления клеточного сока – плазмолитический. Известно, что плазмолиз способны вызывать только гипертонические растворы, тогда как в изо- и гипотонических растворах плазмолиз не наблюдается.

Для определения осмотического давления клеточного сока плазмолитическим методом срезы исследуемой ткани погружают в ряд растворов известной концентрации. В качестве плазмолитика обычно используют сахарозу, однако хорошие результаты можно получить и с растворами хлористого натрия. Находят такой раствор, который вызывает начальный (уголковый) плазмолиз не менее чем у 50 % клеток погруженного в раствор кусочка исследуемой ткани. Изотонический раствор будет находиться между этим раствором и следующим (более слабым), который не вызывает плазмолиза. Отсюда следует, что концентрация изотонического раствора равна (с известной долей погрешности) среднему арифметическому между концентрациями указанных соседних растворов.

Установив концентрацию изотонического раствора, вычисляют осмотическое давление по уравнению Вант-Гоффа:

$$P=RTC_i,$$

где P- осмотическое давление, атм;

R- универсальная газовая постоянная (0,0821);

T – абсолютная температура ( $273^0 + t^0\text{C}$ )

$C$  – концентрация раствора в молях;

$i$  – изотонический коэффициент.

Для неэлектролитов, например, для сахарозы  $i = 1$ . Для растворов электролитов величина  $i$  зависит от числа ионов, на которое распадается молекула, и от степени диссоциации.

Значения  $i$  для растворов NaCl даны в таблице 1.

Таблица №1

Концентрация NaCl, М	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,01
Изотонический коэффициент	1,62	1,64	1,66	1,68	1,70	1,73	1,75	1,78	1,83	1,93

### Ход работы

Приготовить по 20 мл растворов NaCl или сахарозы концентраций 0,7; 0,6; 0,5; 0,4; 0,3; 0,2 и 0,1 М, наливая в баночки, снабженные надписями, из бюреток соответствующие количества молярного раствора и дистиллированной воды (например, для приготовления 10 мл 0,7 М раствора нужно взять 7 мл 1 М раствора и 3 мл воды, для 0,6 М раствора – 6 мл 1 М раствора и 4 мл воды и т.д.).

Тщательно перемешав растворы, закрыть баночки крышками или кусочками стекла для защиты от испарения.

Приготовить при помощи бритвы 14 срезов исследуемой ткани, например кожицы синего лука, и поместить их в воду на часовое стекло (вода должна быть кипяченая, чтобы не было пузырьков воздуха). При погружении в воду удаляется сок, вытекающий из поврежденных клеток, и достигается одинаковое состояние всех срезов. Через несколько минут извлечь срезы кисточкой из воды, обсушить их фильтровальной бумагой и погрузить по 2 среза в каждый раствор, начиная с самого концентрированного. При этом необходимо следить за тем, чтобы срезы не плавали на поверхности, а были погружены в растворы (если срез всплывает, его следует «утопить» при помощи препаровальной иглы). Через 20-30 мин рассмотреть срезы в микроскоп в капле соответствующего раствора в той же последовательности. Стекланную палочку, которой наносилась капля раствора, кисточку, стекла после каждого раствора необходимо ополаскивать водой и вытирать салфеткой или фильтровальной бумагой.

Результаты опыта оформить, заполняя таблицу 2.

Таблица №2

Концентрация раствора, М...	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Степень плазмолиза ...							
Рисунок клетки							

Во второй строке указать, в каком состоянии находится большинство клеток среза, в третьей строке схематически зарисовать одну клетку, характерную для данного среза.

Найти изотоническую концентрацию и вычислить осмотическое давление клеточного сока по уравнению Вант-Гоффа.

Сделать вывод о связи между концентрацией наружного раствора и степенью плазмолиза клеток.

### Контрольные вопросы

1. Что такое осмотическое давление?

2. Какие черты строения клетки придают ей свойства осмотической системы?
3. Как рассчитать осмотическое давление?

### Литература

1. Полевой В.В. Физиология растений. М., 1989, с. 188-192.
2. Якушкина Н.И. Физиология растений. М., 2004, с. 48-80.

## **Лабораторная работа № 3** **ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРА** **НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН\*<sup>1</sup>**

**Материал и оборудование:** семена пшеницы, кукурузы, ячменя или других растений; 1,0, 0,1 и 0,01М растворы NaCl, дистиллированная вода; бюретки с воронками (4 шт.), весы технические, разновес, пинцет, чашки Петри (4 шт.), чистый сухой песок, бумага, миллиметровая линейка, стакан с водой.

**Цель:** изучение влияния концентрации почвенных солей на поступление воды в растение.

**Задачи.** Определить влияние концентрации раствора на прорастание семян:

- а) пшеницы;
- б) кукурузы;
- в) ячменя.

**Объяснение.** Прорастание семян и рост проростков зависят от условий водоснабжения. Одним из факторов, влияющих на поступление воды в растение, является концентрация солей в почве, точнее, разность между осмотическими давлениями клеточного сока и почвенного раствора. Для понимания результатов данного опыта нужно иметь в виду, что осмотическое давление клеточного сока у молодых проростков обычно не превышает 10 атм.

### Ход работы

Насыпать в четыре чашки Петри по 50 г песка, снабдить чашки этикетками и смочить песок в первой чашке 10 мл 1М раствора NaCl, во второй – 10 мл 0,1М раствора, в третьей – 0,01М раствора, в четвертой – 10 мл воды. Отобрать 4 порции по 50 штук неповрежденных и по возможности одинаковых семян. Поместить семена в чашки, разложив их равномерно по поверхности песка, закрыть чашки крышками и поставить в теплое место.

Через неделю подсчитать количество проросших семян. Определить размеры проростков. Для этого взять из каждой чашки 10 проростков (подряд, не выбирая), измерить длину надземных частей и корешков (при наличии нескольких корешков у одного проростка брать один самый длинный) и найти среднее арифметическое из всех 10 измерений.

Вычислить осмотическое давление растворов по формуле  $P=RTCi$  (величина изотонических коэффициентов дана в работе 3).

Результаты записать по форме таблицы 1.

Таблица №10

Название растения	Концентрация раствора, М	Осмотическое давление раствора, атм	Количество проросших семян, %	Длина, мм	
				надземных частей	корешков
	1,0				
	0,1				
	0,01				
	0				

Сделать выводы о причинах различного прорастания семян в растворах разной концентрации.

### Контрольные вопросы

\*Работа рассчитана на два занятия.

1. От каких условий зависит поступление воды в растение?
2. Что такое осмотическое давление?
3. Чем объясняется различное прорастание семян в растворах разной концентрации?

### Литература

1. Полевой В.В. Физиология растений. М., 1989, с. 177-215.
2. Якушкина Н.И. Физиология растений. М., 2004, с. 61-94.

## Лабораторная работа № 4 ПИГМЕНТЫ ЗЕЛЕННОГО ЛИСТА

**Материал и оборудование:** свежие листья каких-либо растений (крапивы, примулы и др.); этиловый спирт, бензин, 20%-ный раствор КОН в капельнице, 10%-ная соляная кислота в капельнице, CaCO<sub>3</sub>, уксуснокислый цинк, кварцевый песок или толченое стекло; ступка с пестиком, воронка, стеклянная палочка, штатив с пробирками (5 шт.), стакан с водой, пипетка, ножницы, скальпель, спиртовка, держалка для пробирок, вазелин, бумажный фильтр, спички, цветные карандаши.

**Цель:** ознакомиться с методами извлечения фотосинтетических пигментов и их свойствами.

**Задача.** Изучить пигменты листа:

- 1) провести разделение пигментов по Краусу;
- 2) изучить физические свойства извлеченных пигментов;
- 3) изучить химические свойства пигментов.

**Объяснение.** Фотосинтез, т.е. образование органических веществ из углекислоты и воды с использованием солнечной энергии, происходит в зеленых пластидах – хлоропластах. Хлоропласты включают два типа пигментов: зеленые – хлорофилл *а* и *б* и желтые – каротины и ксантофиллы:

хлорофилл *а* : C<sub>55</sub>H<sub>72</sub>O<sub>5</sub>N<sub>4</sub>Mg – зеленый с синеватым оттенком,  
хлорофилл *б*: C<sub>55</sub>H<sub>70</sub>O<sub>6</sub>N<sub>4</sub>Mg – зеленый с желтоватым оттенком,  
каротин: C<sub>40</sub>H<sub>56</sub> – желто-оранжевый,  
ксантофилл: C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>O<sub>2</sub> – золотисто-желтый.

Основным функциональным пигментом является хлорофилл *а*, который обнаружен у всех фотосинтезирующих организмов (кроме бактерий). Он служит непосредственным донором энергии для фотосинтетических реакций, остальные пигменты лишь передают поглощенную энергию хлорофиллу *а*.

Фотосинтетические пигменты – хлорофиллы и каротиноиды – находятся в живом листе в тесной связи с белково-липидными компонентами мембран хлоропластов. Эта связь легко разрушается при действии на лист полярных органических растворителей (спирт, ацетон), вызывающих денатурацию белковой части фотосинтетической мембраны и тем самым обеспечивающих их полное экстрагирование. Из абсолютно сухих листьев хлорофилл невозможно извлечь безводным растворителем, поэтому используют 85%-ный ацетон или этанол.

Метод разделения пигментов по Краусу основан на различной растворимости пигментов в спирте и бензине. Эти растворители при сливании не смешиваются и образуют две фазы – верхнюю бензиновую и нижнюю спиртовую, благодаря чему и разделяются компоненты смеси.

### Ход работы

Свежие или сушеные листья растений измельчить ножницами, отбросив крупные жилки и черешки, поместить в ступку, добавить на кончике ножа CaCO<sub>3</sub> (для нейтрализации кислот клеточного сока) и немного чистого кварцевого песка или толченого стекла. Тщательно растереть,

приливая понемногу этилового спирта, смазать носик ступки с наружной стороны вазелином и слить полученный темно-зеленый раствор по палочке в воронку с фильтром.

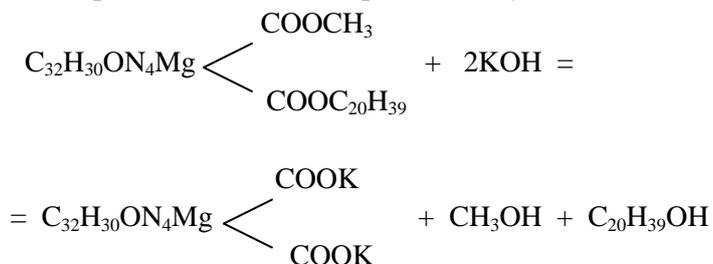
Налить полученную вытяжку по 2 – 3 мл в четыре пробирки и проделать следующие опыты.

1) Разделение пигментов по Краусу. Добавить к спиртовой вытяжке пигментов несколько больший объем бензина и 2-3 капли воды (чтобы спирт не смешивался с бензином). Закрыть пробирку большим пальцем, несколько раз сильно встряхнуть и дать отстояться. Если разделение будет недостаточно четким (оба слоя окрашены в зеленый цвет), то необходимо прилить еще бензина и продолжать взбалтывание. Помутнение нижнего слоя (от избытка воды) можно устранить, добавляя немного спирта. Отметить окраску нижнего спиртового слоя и верхнего бензинового, сделать рисунок.

Сделать вывод о различной растворимости пигментов в спирте и бензине. При этом необходимо учитывать, что ксантофилл, будучи двухосновным спиртом, почти нерастворим в бензине.

2) Омыление хлорофилла щелочью. К 2-3 мл спиртовой вытяжки пигментов добавить 4-5 капель 20%-ного раствора щелочи и взболтать. Прилить в пробирку равный объем бензина, сильно встряхнуть и дать отстояться. Отметить окраску спиртового и бензинового слоев (зарисовать).

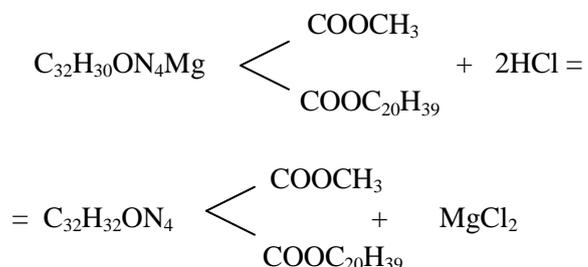
В выводах записать реакцию омыления хлорофилла, в результате которой происходит отщепление спиртов – метилового и фитола, а двухосновная кислота хлорофиллин дает соль:



Соли хлорофиллинов имеют зеленую окраску, но отличаются от хлорофилла своей нерастворимостью в бензине.

Указать, какие вещества растворены в спирте, и какие в бензине, имея в виду, что желтые пигменты со щелочью не реагируют.

3) Получение феофитина и восстановление металлорганической связи. Взять две пробирки со спиртовой вытяжкой пигментов и добавить в обе пробирки по 2-3 капли 10%-ной соляной кислоты. Получается буровато-оливковое вещество – феофитин – продукт замещения магния в молекуле хлорофилла двумя атомами водорода:



В одну из пробирок с феофитином внести на кончике ножа немного уксуснокислого цинка и довести до кипения. Если при этом окраска не изменится, добавить еще уксуснокислого цинка и продолжать нагревание. Отметить изменение окраски благодаря восстановлению металлорганической связи (атом цинка становится на то место, где раньше был магний). Написать уравнение этой реакции.

## Контрольные вопросы

1. В какой части спектра находится главный максимум поглощения хлорофилла в ацетоне в живом листе; почему?
2. В какой части спектра находится максимум поглощения желтых пигментов?
3. Каковы различия растворимости хлорофиллов, ксантофиллов, каротиноидов и калиевой соли хлорофиллина в бензине? Объяснить исходя из химической природы этих соединений.
4. Как доказать, что окраска хлорофилла зависит от наличия металлорганической связи в порфириновом ядре?

## Литература

1. В.В. Полевой. Физиология растений. М., 1989, с. 65-75
2. Н.И. Якушкина. Физиология растений. М., 2004, с. 131-143.

## Лабораторная работа № 5 ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ ХЛОРОФИЛЛА

**Материал и оборудование:** свежие листья каких-либо растений (крапивы, примулы, плюща); этиловый спирт,  $\text{CaCO}_3$ , кварцевый песок или толченое стекло, вазелин; ступка с пестиком (сухие), воронка, стеклянная палочка, пипетка, ножницы, коническая колба или пробирка, настольная лампа или проекционный фонарь, светонепроницаемая бумага.

**Цель:** ознакомиться с некоторыми оптическими свойствами хлорофилла.

**Задачи:**

- 1) получить вытяжку пигментов;
- 2) определить флуоресценцию хлорофилла.

**Объяснение.** Флуоресценция представляет собой свечение веществ при поглощении ими света. Флуоресценция хлорофилла не является фотосинтетически утилизируемой формой энергии, а служит признаком его фотохимической активности.

В темноте молекула находится в основном состоянии с наиболее низким энергетическим уровнем валентных электронов. При поглощении кванта света один из электронов молекулы хлорофилла переходит на более высокий энергетический уровень, в результате чего возникает электронно-возбужденное состояние молекулы. При возвращении из возбужденного состояния в основное, энергия электронов может расходоваться на: фотохимическую работу, возбуждение соседних молекул хлорофилла, потерю в виде тепла, флуоресцентное излучение.

Независимо от длины волны возбуждающего света, спектр флуоресценции хлорофилла имеет максимум 670 нм (красная часть спектра). Флуоресцируют только хлорофилл *a* и хлорофилл *b*. Хлорофилл сильно флуоресцирует в растворах и гораздо слабее – в листьях, что объясняется плотной упаковкой молекул в тилакоидах и использованием поглощенной энергии в фотохимических реакциях.

## Ход работы

Измельчить листья ножницами, не захватывая крупные жилки и черешки и поместить в ступку. Добавить кварцевого песка или толченого стекла и немного  $\text{CaCO}_3$ , прилить 4–5 мл этилового спирта и тщательно растереть. Носик ступки снизу смазать вазелином и слить вытяжку по палочке в воронку со стеклянным фильтром, вставленную в колбу или пробирку.

Вытяжку пигментов в конической колбе или пробирке поместить на темном фоне у настольной лампы или осветить пучком света проекционного фонаря. Рассмотреть вытяжку с той стороны, откуда падает свет.

Отметить окраску раствора и сделать вывод о причине флуоресценции.

Явление флуоресценции можно наблюдать и на живых растениях. Для этого берут водяной мох *Fontinalis* или *Elodeadensa* и помещают на предметный столик микроскопа и освещают сине-

фиолетовыми лучами. Для этого между осветителем и микроскопом помещают синее стекло. Под влиянием этого облучения содержащие хлорофилл пластиды начинают светиться красным светом.

### Контрольные вопросы

1. Что такое флуоресценция. Какие пигменты флуоресцируют?
2. Каким методом можно обнаружить явление флуоресценции?
3. Чем объясняется слабая флуоресценция в живом материале?

### Литература

1. В.В. Полевой. Физиология растений. М.,1989, с. 69-72.
2. Н.И. Якушкина. Физиология растений. М.,2004, с. 131-143.

## Лабораторная работа №6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЫХАТЕЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПРОРАСТАЮЩИХ СЕМЯН

**Материал и оборудование:** наклюнувшиеся семена бобовых, масличных культур, злаков; 20%-ный раствор КОН или NaOH; стеклянные пробирки с каучуковыми пробками, в которые вставлены капиллярные трубки, изогнутые под прямым углом, фарфоровый стакан, полоски миллиметровой и фильтровальной бумаги, резиновые колечки, вата, пинцеты, вазелиновое масло, пипетки с оттянутым носиком.

**Цель:** освоить простейшие методы обнаружения дыхания растений и количественного учета его интенсивности.

**Задача.** Определить ДК у семян одного из видов:

- 1) злаков (ячмень, пшеница, рожь);
- 2) бобовых (бобы, фасоль, горох);
- 3) масличных растений (лен, подсолнечник).

**Объяснение.** Дыхательным коэффициентом (ДК) называется отношение объема выделенной при дыхании углекислоты к объему поглощенного кислорода:

$$ДК = \frac{CO_2}{O_2} .$$

Величина дыхательного коэффициента зависит, прежде всего, от того, какие вещества используются при дыхании. При окислении сахаров отношение  $CO_2/O_2$  равно единице. Если дыхательным материалом служат вещества более окисленные, чем углеводы (например, щавелевая кислота), то кислорода поглотится меньше, чем выделится углекислого газа, и величина ДК будет больше единицы. Если же вещества окислены меньше углеводов (жиры, жирные кислоты, некоторые белки и аминокислоты), ДК будет меньше единицы.

Прибор для определения величины ДК состоит из большой пробирки с плотно пригнанной каучуковой пробкой, в которую вставлена изогнутая под прямым углом капиллярная трубка. Если на трубке нет делений, то к ней с помощью двух резиновых колечек прикрепляют полоску миллиметровой бумаги или линейку (рис.5).

Прибор должен находиться в стабильных температурных условиях, для этого во время опыта пробирку обертывают ватой и помещают в фарфоровый стакан.

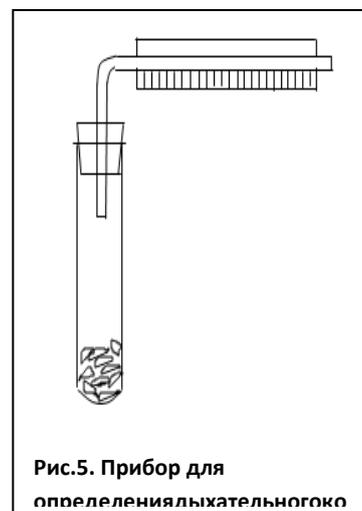


Рис.5. Прибор для определения дыхательного

Удобным объектом для определения ДК являются прорастающие семена, содержащие в преобладающем количестве белки, жиры или углеводы. Определение ДК в других органах из-за наличия в них разнообразных субстратов дыхания не дает четких результатов.

### Ход работы

Поместить в пробирку (примерно до половины) проросшие семена, плотно закрыть ее пробкой, в которую вставлена изогнутая градуированная трубка, и поместить в условия с постоянной температурой. Через 10 мин, когда температура в пробирке стабилизируется, в горизонтальную трубку пипеткой с оттянутым носиком ввести каплю вазелинового или другого жидкого масла на расстоянии 1–1,5 см от края трубки. Отметить внутреннее положение мениска и засечь время. Изменение положения капли зависит от изменения объема газа в пробирке, т. е. от соотношения выделенного  $\text{CO}_2$  и поглощенного  $\text{O}_2$ . Если их количества равны, капля останется на месте, значит  $\text{ДК} = 1$ . Если  $\text{CO}_2$  больше, чем  $\text{O}_2$ , капля будет двигаться к концу трубки, т. е.  $\text{ДК} > 1$ . Если же  $\text{CO}_2$  меньше  $\text{O}_2$ , капля будет двигаться в сторону пробирки –  $\text{ДК} < 1$ .

Каждые 3 мин отмечать положение мениска и рассчитать среднее расстояние, пройденное каплей за 3 мин (А), которое соответствует разности между объемами поглощенного кислорода и выделенной углекислоты.

Вынуть пробку из пробирки с семенами, проветрить пробирку и вложить пинцетом в верхнюю часть пробирки кольцо из фильтровальной бумаги, смоченной крепким раствором щелочи. Закрыть пробирку пробкой и вновь ввести в трубку каплю масла. Отметить положение мениска капли, определить передвижение капли за три трехминутных интервала и вычислить среднюю величину (В).

Обозначим объем поглощенного кислорода через  $\text{O}_2$ , а объем выделенной углекислоты –  $\text{CO}_2$ . Зная величины А и В, легко найти дыхательный коэффициент:

$$A = \text{O}_2 - \text{CO}_2,$$

$$B = \text{O}_2,$$

$$\text{CO}_2 = A - B,$$

$$\text{Отсюда дыхательный коэффициент} = \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = \frac{B - A}{B}$$

Результаты работы записать по форме таблицы 1.

Таблица № 1

Объект	Расстояние, пройденное каплей за 3 мин								$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$	
	без щелочи (А)				с щелочью (В)					
	1	2	3	среднее	1	2	3	среднее		

На основании величины ДК сделать вывод о природе запасных веществ в исследуемых семенах.

### Контрольные вопросы

1. Какие вещества и в какой форме могут быть использованы в качестве субстрата дыхания?
2. Что такое дыхательный коэффициент?
3. Какова зависимость ДК от природы окисляемого субстрата?

### Литература

1. Полевой В.В. Физиология растений. М., 1989, с. 170-175.
2. Якушкина Н.И. Физиология растений. М., 2004, с. 268-305.

## *Лабораторная работа № 7* **МИКРОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗОЛЫ**

**Материал и оборудование:** зола, полученная при сжигании листьев, или табачный пепел; 10%-ный раствор соляной кислоты, 1%-ный раствор серной кислоты, 10%-ный раствор аммиака, 1%-ный раствор  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , 1%-ный раствор молибденово-кислого аммония в 1%-ной азотной кислоте, 1%-ный раствор желтой кровяной соли в капельнице, дистиллированная вода в стакане; пробирки (2 шт.), воронка маленькая, бумажный фильтр, стеклянные палочки с заостренным концом (2 шт.), предметные стекла (3 шт.), микроскоп, кусочки фильтровальной бумаги.

**Цель:** ознакомиться с методами обнаружения важнейших элементов в золе растений.

**Задача.** Провести микрохимический анализ золы и сравнить содержание элементов в золе:

- 1) древесины и листьев;
- 2) древесины и семян;
- 3) листьев и семян.

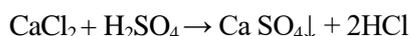
**Объяснение.** Зола, полученная при сжигании растений, содержит большое количество элементов, среди которых различают макроэлементы (фосфор, сера, калий, кальций, магний) и микроэлементы (железо, медь, цинк, марганец, молибден, бор и ряд других). Состав золы разнообразен. Анализы показывают, что почти нет элементов, даже из числа самых редких, которые не были бы найдены в золе того или иного растения.

Для изучения химического состава золы можно использовать *микрохимический метод*, который позволяет обнаружить в золе растений целый ряд элементов. В основе метода лежит способность некоторых реактивов при взаимодействии с зольными элементами давать соединения, отличающиеся специфической окраской или формой кристаллов.

### **Ход работы**

Насыпать в пробирку небольшое количество золы и залить ее примерно четырехкратным объемом 10%-ной соляной кислоты. Отфильтровать полученный раствор в чистую пробирку через маленький фильтр. Провести на предметных стеклах реакции на Са, Mg, и P. Для этого тупым концом стеклянной палочки нанести на предметное стекло маленькую каплю вытяжки и на расстоянии 4-5 мм от нее – каплю соответствующего реактива. Затем заостренным концом стеклянной палочки соединить капли дугообразным каналом. В месте соединения произойдет реакция, причем по краям канала будет наблюдаться быстрая кристаллизация продуктов реакции. Рассмотреть образующиеся кристаллы в микроскоп. Стеклянные палочки после нанесения каждого реактива необходимо вымыть и вытереть фильтровальной бумагой.

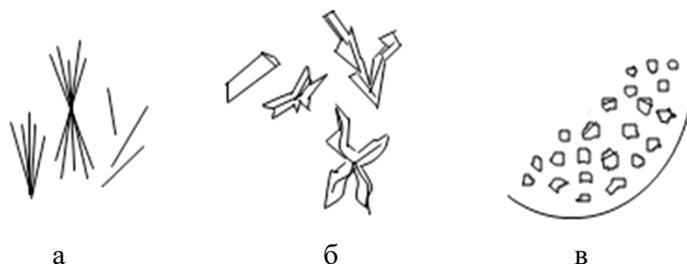
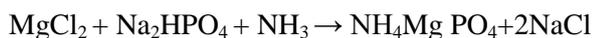
Реактивом на к а л ь ц и й служит 1%-ная серная кислота. При этом хлористый кальций, содержащийся в вытяжке, реагирует с кислотой по уравнению:



Образующийся гипс осаждается в виде игольчатых кристаллов (рис. 7, а).

Для обнаружения м а г н и я к капле испытуемого раствора следует сначала добавить каплю раствора аммиака, а затем соединить каналцем с реактивом, которым служит 1%-ный раствор фосфорнокислого натрия. Образуется фосфорно-аммиачно-магнезиальная соль, которая

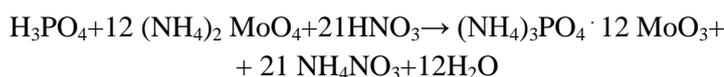
кристаллизуется в виде прямоугольников, крышечек, звезд или крыльев (рис. 7, б), в результате следующей реакции:



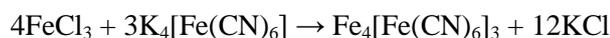
**Рис. 7. Типичные формы кристаллов:**

а – гипса; б – фосфорно-аммиачно-магнезиальной соли;  
в – глыбки фосфорно-молибденового аммиака.

Для обнаружения ф о с ф о р а соединить каплю вытяжки с 1%-ным раствором молибдата аммония в азотной кислоте. Получается зеленовато-желтый осадок (рис. 7, в) фосфорно-молибденового аммиака:



Ж е л е з о можно обнаружить с помощью раствора желтой кровяной соли. В результате реакции образуется берлинская лазурь:



Реакцию на железо рекомендуется проводить в пробирке: к остатку зольной вытяжки добавить по каплям раствор желтой кровяной соли до появления синей окраски.

Результаты работы оформить в виде рисунков кристаллов гипса, фосфорно-аммиачно-магнезиальной соли и фосфорно-молибденового аммиака. Записать уравнения реакций.

### Контрольные вопросы

1. Какие элементы и почему наиболее часто встречаются в золе растений?
2. В какой форме в живой клетке встречаются калий, фосфор, кальций, магний, железо? Какова их биологическая роль?
3. В каких органах растений содержится больше зольных элементов?
4. В каких листьях содержится больше зольных элементов: в молодых или старых? С чем это связано?

### Литература

1. Полевой В.В. Физиология растений. М., 1989, с. 219-220.
2. Якушкина Н.И. Физиология растений. М., 2004, с. 202-248.

### Лабораторная работа №8

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН РОСТА В ОРГАНАХ РАСТЕНИЙ МЕТОДОМ МЕТОК

**Материал и оборудование:** проросшие во влажных опилках семена бобов, гороха или кукурузы с прямыми корешками длиной около 2 см, проростки подсолнечника, тыквы или фасоли, выращенные в

темноте в горшочках с почвой, с подсемядольным коленом длиной 2—3 см; тушь в баночке или тигельке (лучше всего готовить растиранием сухой туши с 5%-ным раствором декстрина или альбумина); стеклянная банка с этикеткой, закрытая деревянной или корковой пробкой, фильтровальная бумага, ножницы, тонкие булавки (3 шт.), тонкая кисточка или заостренная спичка, полоска миллиметровой бумаги, пинцет, тарелка, миллиметровая линейка.

**Цель:** ознакомиться с простейшими методами определения зон роста в органах растений.

**Задача.** Определить зоны роста:

- 1) корня;
- 2) стебля.

**Объяснение.** Рост корня и стебля в длину происходит за счет деятельности верхушечной меристемы. В процессе роста растительные клетки проходят последовательно три фазы: 1) деления, 2) растяжения, 3) внутренней дифференцировки. Наиболее значительное увеличение размеров наблюдается во второй фазе роста клеток.

Для обнаружения зоны растяжения клеток удобно пользоваться методом нанесения на поверхность растущего органа меток тушью на одинаковых расстояниях одна от другой. По изменению расстояния между метками судят о росте разных участков исследуемого органа.

### Ход работы

1. **Определение зоны роста корня.** Извлечь из опилок три проросших семени и осторожно удалить влагу с поверхности корешков кусочком фильтровальной бумаги. При помощи кисточки или заостренной спички нанести на корни метки тушью: подложить под корешок полоску миллиметровой бумаги и сделать первую метку на расстоянии 1 мм от конца корня, а следующие – через каждые 2 мм.

Поместить проростки во влажную камеру, приготовленную из банки, стенки которой нужно обложить фильтровальной бумагой, а на дно налить немного воды. Проколоть семя булавкой и прикрепить к пробке так, чтобы корешок был расположен вертикально вниз. Чтобы семя не подсыхало, подложить под него узкую полоску фильтровальной бумаги, верхний конец которой наколоть на ту же булавку, а нижний опустить в воду, налитую на дно банки. Через сутки измерить расстояние между метками. Если метки, растянувшись при росте, превратились в полоски, то измерения проводят с их середины. Вычислить приросты для каждого участка, вычитая из полученных величин исходное расстояние между метками.

Записать результаты в таблицу 1, считая участки корня снизу вверх (за первый участок принимаем расстояние от кончика корня до первой метки).

Таблица № 1

Корешки	Прирост участков корня, мм							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1-й								
2-й								
3-й								
среднее								

На основании полученных средних данных вычертить кривую «большого периода роста», откладывая по оси абсцисс номера участков корня, а на оси ординат — приросты.

Зарисовать корни с метками в начале опыта и в конце, обозначив на втором рисунке зоны деления, растяжения и дифференцировки.

2. **Определение зоны роста стебля.** Нанести на подсемядольное колено нескольких проростков метки тушью на расстоянии 2 мм одна от другой, начиная от верхушки. Поместить проростки в темноту. Через сутки произвести измерения, вычертить кривую роста и сделать рисунки, как и в опыте с корешками.

Результаты опыта учитывают по схеме, указанной при определении зоны роста корня.  
Сделать выводы о характере роста стебля. Сопоставить размеры растущей зоны корня и стебля.

### Контрольные вопросы

1. Что такое «рост» и «развитие» растений?
2. Какие типы роста у растений вам известны?
3. Как организованы меристемы корня и стебля. В чем заключается их деятельность?

### Литература

1. Полевой В.В. Физиология растений. М., 1989, с. 344-354.
2. Якушкина Н.И. Физиология растений. М., 2004, с. 308-317.

## Лабораторная работа № 9 ЗАЩИТНОЕ ДЕЙСТВИЕ САХАРА НА ЦИТОПЛАЗМУ ПРИ ЗАМОРАЖИВАНИИ

**Материал и оборудование:** корнеплод красной свеклы; 1,0 и 0,5 М растворы сахарозы, 8%-ный раствор NaCl в капельнице, снег или лед в кастрюле или в тазике, соль поваренная; лопатка для перемешивания снега, термометр до - 25 °С, скальпель, бритва, фарфоровая чашка, микроскоп, пробирки с резиновыми колечками (3 шт.), стакан, предметные и покровные стекла, кисточка, карандаш по стеклу, кусочки фильтровальной бумаги.

**Цель:** изучить защитное действие запасных веществ при неблагоприятных условиях внешней среды.

**Задача.** Определить значение сахара как защитного вещества.

**Объяснение.** При замерзании растительных тканей в межклетниках образуются кристаллы льда, которые оттягивают воду от цитоплазмы. Если цитоплазма не обладает достаточной морозостойкостью, то она, не выдержав обезвоживания, а также механического давления кристаллов льда, коагулирует. О степени повреждения цитоплазмы можно судить по ее способности удерживать клеточный сок. Устойчивость коллоидов цитоплазмы может быть повышена защитными веществами, среди которых важная роль принадлежит растворимым сахарам.

### Ход работы

Из очищенного корнеплода красной свеклы сделать 12-15 одинаковых по размеру не очень тонких срезов (толщина примерно 1мм). Поместить срезы в фарфоровую чашку и тщательно промыть водой для удаления сока, вытекающего из поврежденных клеток. Перенести по 4-5 срезов в 3 пробирки снабженные этикетками. В первую пробирку налить на 1/4 воды, во вторую – столько же 0,5 М раствора сахарозы, в третью – 1,0 М раствора сахарозы.

Приготовить битого льда, добавить 1 часть поваренной соли и тщательно перемешать (температура должна быть около -20°С). Погрузить все пробирки в охлаждающую смесь на 15-20 мин, после чего поставить в стакан с водой комнатной температуры. После оттаивания отметить окраску жидкости в пробирках и окраску срезов. Проверить жизнеспособность клеток получением плазмолиза в 8%-ном растворе NaCl.

Результаты записать в таблицу 1.

Таблица №1

Вариант	Окраска наружного раствора	Окраска среза	Количество плазмолизированных клеток, %
---------	----------------------------------	------------------	---

Вода			
Сахароза 0,5 М			
Сахароза 1,0 М			

В выводах объяснить различия между вариантами, отметив значение сахара как защитного вещества.

#### **Контрольные вопросы**

1. Какие неблагоприятные условия воздействуют на растения?
2. Что более опасно для растений: зимние морозы или весенние заморозки? Объясните.
3. Какое значение имеет превращение крахмала в сахар в запасующих тканях побегов древесных растений зимой?

#### **Литература**

1. Полевой В.В. Физиология растений. М., 1989, с. 413-428.
2. Якушкина Н.И. Физиология растений. М., 2004, с. 404-441.

### **11. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ», ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

Перечень информационных технологий (ИТ), программного обеспечения и информационных систем, которые применяются при изучении дисциплины приводится в форме таблицы 11.1.

**Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Экологическая физиология растений»**

*Таблица 11.1*

№	Название отдельной темы дисциплины (практического занятия или лабораторной работы), в которой используется ИТ	Перечень применяемой ИТ или ее частей	Цель применения	Перечень компетенций	Уровень компетентности

1.	<p>Практические занятия: «Влияние концентрации раствора на прорастание семян», «Химические и оптические свойства хлорофилла», «Определение дыхательного коэффициента», «Микрохимический анализ золы»</p>	<p>Компьютерные технологии, Интернет, «Электронная библиотечная система Университетская библиотека ONLINE» <a href="http://www.bioclub.ru">http://www.bioclub.ru</a></p>	<p>Овладение основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем; комплексом лабораторных методов исследований растительных организмов; основами современных биохимических методов исследования; навыками обработки результатов экспериментов. Овладение практическими навыками самостоятельного анализа, навыками самостоятельно осваивать современные экспериментальные методы исследований; применять освоенные биофизические методы изучения живых систем на практике.</p>	<p>ПК--1 ОПК-4 ОПК-5 ОПК-6</p>	<p>Базовый</p>
2.	<p>Семинарские занятия: Коллоквиумы по всем основным темам дисциплины. Рефераты на тему: «Водный режим растений», «Фотосинтез», «Дыхание растений», «Корневое питание растений», «Рост и развитие растений».</p>	<p>«Электронная библиотечная система Университетская библиотека ONLINE» <a href="http://www.bioclub.ru">http://www.bioclub.ru</a> Компьютерные технологии, Интернет, Видео материалы, Презентация Microsoft PowerPoint.</p>	<p>Овладение навыками выполнения научно-исследовательской работы; знаниями демонстрирующими грамотность и компетентность; терминологией по дисциплине. Овладение теоретическими знаниями и методическими приемами, информацией о последствиях профессиональных ошибок; навыками обработки экспериментальных данных.</p>	<p>ПК-1 ОПК-4 ОПК-5 ОПК-6</p>	<p>Высокий</p>

## 12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ»

Перечень необходимых технических средств обучения, используемых в учебном процессе для освоения дисциплины «Экологическая физиология растений»:

- компьютерное и мультимедийное оборудование;
- видео- и аудиовизуальные средства обучения и др.

Используемое общее и специализированное учебное оборудование, наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий с перечнем основного лабораторного оборудования, средств измерительной техники приведены в табл. 12.1.

**Перечень технических средств, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

*Таблица 12.1.*

№ п/п	Перечень основного оборудования	Нумерация разделов/тем дисциплины
1.	Лаборатория ботаники и физиологии растений кабинет №205	1-9
2.	Центрифуга	4
3.	Проекционная установка «Квадра» 250X, 3М (1 шт.)	1-9
4.	Компьютеры (2 шт.)	1-9
5.	Микроскопы бинокулярные Микромед 1 вар. 2-20 (6 шт.)	2-9
6.	Электронные лабораторные весы CASMWP-300H	2-9
7.	pH-метры	5
8.	Химические реактивы	2-9
9.	Лабораторная посуда (предметные и покровные стекла, препаровальные иглы и др. )	2-9

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.01.Биология согласно рабочему учебному плану академического бакалавриата.

**Лист изменений:**

Внесены изменения в части пунктов программы практики

---

---

---

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ /Дакиева М.К./

Изменения одобрены учебно-методическим советом  
\_\_\_\_\_ факультета.

*(к которому относится кафедра-составитель)*

Протокол заседания № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Председатель учебно-методического совета \_\_\_\_\_ /Плиева А.М./

Изменения одобрены учебно-методическим советом  
\_\_\_\_\_ факультета

*(к которому относится данное направление подготовки/специальность)*

Председатель учебно-методического совета \_\_\_\_\_ /Плиева А.М./

Изменения одобрены Учебно-методическим советом университета  
протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Председатель Учебно-методического совета университета \_\_\_\_\_ /Хашегульгов Ш.Б./