

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

ГОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра ботаники и защиты леса

В.А. Крючков

# ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Методические указания  
по самостоятельной работе, контрольные задания  
для студентов специальностей 250201 «Лесное хозяйство»,  
250203 «Садово-парковое и ландшафтное строительство»  
направления 250100 «Лесное дело»,  
дневной, очно-заочной, заочной  
и сокращенной форм обучения

Екатеринбург  
2011

Печатается по рекомендации методической комиссии МТД.  
Протокол № 1 от 15 сентября 2010 г.

Рецензент: заведующий кафедры ботаники и методики преподавания  
биологии УрГПУ профессор, д-р биол. наук А.А. Дьяченко

Редактор Е.Л. Михайлова  
Оператор компьютерной верстки Г.И. Романова

---

Подписано в печать 23.03.11		Поз. 18
Плоская печать	Формат 60x84 1/16	Тираж 100 экз.
Заказ №	Печ. л. 1,63	Цена 9 руб. 04 коп.

---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ  
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Физиология растений (physis - природа и logos - учение) – это наука о жизнедеятельности растений. Целями изучения курса физиологии растений являются формирование представления о растении как о целостной саморегулируемой и развивающейся системе; знание физиологических процессов фотосинтеза, дыхания, роста и развития, механизма устойчивости и адаптации к стрессорам, преобразования и транспорта веществ, биохимических основ их регулирования; квалификационная подготовка инженеров лесного хозяйства, садово-паркового и лесного и экологов в области регулирования водного режима растений, воздушного и минерального питания, онтогенетического развития и адаптации растений к новым условиям среды, рационального использования лесных ресурсов.

Данная дисциплина является теоретической основой для изучения специальных дисциплин: лесоводства, лесных культур, селекции и генетики, энтомологии, фитопатологии, лесной таксации, лесоустройства, мелиорации ландшафтов, ландшафтного проектирования и декоративного растениеводства, урбоэкологии и мониторинга.

В результате изучения дисциплины студенты должны знать особенности основных физиолого-биохимических процессов жизнедеятельности растений, принципы их регуляции; закономерности взаимосвязи физиологических процессов внутри организма с факторами окружающей среды; современные методы и средства использования физиологических процессов растений; закономерности роста и развития растений, а также возможности управления ими; практические приемы повышения продуктивности растений и их устойчивости к экстремальным факторам среды.

В процессе изучения данной дисциплины студенты должны уметь:

- по внешнему виду растений определить простейшие причины нарушения их жизнедеятельности;
- выполнить необходимые исследования для надежного определения причин изменения состояния растений; разработать схему мероприятий по повышению устойчивости и продуктивности растений в данных условиях произрастания с использованием фитогормонов, ретардантов, удобрений, дефолиантов, арборицидов, антитранспирантов, гербицидов, фунгицидов, феромонов, инсектицидов и антиоксидантов.

## I. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

Настоящие методические указания предназначены для студентов с целью оказания им помощи в планировании и организации самостоятельной работы при изучении физиологии растений.

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебного процесса и так же, как и аудиторное время, подлежит планированию и контролю. Для студентов дневной формы обучения предусматривается 70 часов аудиторных занятий (34 часа лекций, 36 часов лабораторных и практических занятий), 70 часов самостоятельной работы, 18 часов учебной практики; для студентов с сокращенным сроком обучения и очно-заочной (вечерней) форм обучения - 46 часов аудиторных занятий (22 часа лекций, 24 часа лабораторных и практических занятий).

Для самостоятельной работы, проверки знаний и контроля за изучением курса проводится тестирование, 5 коллоквиумов и защита отчетов по лабораторным, практическим занятиям и учебной практике.

На заочном факультете предусматривается 30 часов аудиторных занятий (14 часов лекции, 16 лабораторные работы), 110 часов самостоятельной работы и выполнение двух контрольных работ. Контрольные работы при этом служат формой частичного контроля за самостоятельным освоением дисциплины. Аудиторные занятия, организуемые во время экзаменационной сессии, ввиду крайне недостаточного объема не могут обеспечить проработку учебного курса. Их назначение – обобщение учебного материала, разъяснение наиболее сложных вопросов, ознакомление с существующей лабораторной практикой физиологических работ, современными методами анализа и оборудованием.

Рабочая программа курса физиологии растений для студентов лесохозяйственного факультета включает 9 разделов. Учебным планом предусмотрено изучение основ биохимии растений. Круг их вопросов: состав, химическая структура, биосинтез, превращение при обмене веществ, функциональная роль и свойства важнейших соединений для жизнедеятельности растений. Они составляют основу для понимания механизмов физиологических явлений, их координации на разных уровнях биологической организации.

При освоении курса физиологии растений необходимо учитывать, что затруднения чаще всего возникают из-за недостатков в освоении тех дисциплин, на которых базируется и с которыми тесно связана физиология. К их числу в первую очередь относится анатомия растений. Без четкого представления о структурной организации тканей и органов растений, об особенностях строения их клеток невозможно правильное представление и об идущих в них физиологических процессах.

Недостаточная подготовка по общей и органической химии делает, по существу, неполноценным усвоение связанных с обменом веществ биологических вопросов. Природа сил, определяющих процесс жизнедеятельности, течение энергетических процессов, основы многих методов, используемых физиологией, будут трудно восприниматься без должного освоения физики. Существенную помощь в изучении разделов водного

режима, минерального питания и основ почвенной микробиологии может оказать параллельное освоение курса почвоведения.

Определенные трудности возникают из-за недостатка учебной литературы. Учебников по физиологии растений, соответствующих, с одной стороны, современному состоянию развития физиологии растений и одновременно, с другой стороны, отражающих с достаточной полнотой особенности жизнедеятельности лесных объектов, по сути дела, нет. Учебники Х. Лира (1974), П. Крамера и Т. Козловского (1983) не полностью соответствуют учебной программе, так как в них недостаточно уделено внимания многим вопросам обмена веществ. Некоторые разделы физиологии растений, недостаточно изложенные или отсутствующие в учебниках, такие как размножение, устойчивость к инфекционным заболеваниям, насекомым, физиологическая роль вторичных веществ, ретардантов, феромонов, физиология интродуцируемых растений, отражены в конспектах лекций В. А. Крючкова (1989, 1995, 2006).

Серьезным недостатком, особенно при самостоятельной работе студентов, является непонимание необходимости последовательной и систематической проработки учебной дисциплины. Проработку следует строить на последовательном освоении разделов в соответствии с предлагаемой рабочей программой и с учетом нижеизложенных указаний. Рекомендуется при этом вести конспект, а затруднительные вопросы решать, прибегая к помощи учебников, справочной литературы или преподавателя.

При освоении первого раздела следует разобраться в особенностях строения субклеточных структур растительных клеток, определяющих протекание в них физиологических процессов. Узловыми вопросами раздела являются строение, функции биополимеров (ДНК, белка), механизмы ферментативной и генетической регуляции, природа энергетического обмена. Основным недостатком при изучении данного раздела является непонимание того, что основой любого физиологического процесса являются вещества и нуклеопротеиды; их особенности, меняющиеся под влиянием условий среды. Они также обуславливают способность организма к саморегуляции и самовоспроизведению, к обмену веществ.

При освоении раздела по водному режиму растений прежде всего следует понять значение воды и особенностей ее физико-химических свойств в процессах жизнедеятельности.

Водный режим обеспечивается тремя взаимосвязанными процессами: поступлением  $H_2O$ , ее транспортом и транспирацией. Очень важно понять природу сил, обеспечивающих водный обмен (водный и осмотический потенциал, дыхание, цитоплазма). При этом необходимо учитывать, что водный обмен является тем процессом, от которого в существенной степени зависит интенсивность иных физиологических процессов и продуктивность растений.

Изучая механизм поглощения минеральных элементов, входящих в состав всех метаболических систем, обеспечивающих жизнедеятельность растений, необходимо учитывать, что хотя макроэлементы поступают в водных растворах, тем не менее, механизмы их поглощения отличны от механизмов поступления воды. Это определяется свойствами ионов как заряженных частиц. Добывание питательных веществ ведется в основном за счет активной работы цитоплазмы с затратой метаболической энергии. Отсюда и тесная зависимость этого процесса от дыхания корней и условий среды, влияющих на дыхание.

Существенной является необходимость четкого представления о формах, в виде которых поглощаются, транспортируются минеральные элементы, об их превращениях в растениях, о способности к реутилизации.

Продуктивность растений, насаждений тесно связана с содержанием минеральных элементов в почве и активностью почвенных микроорганизмов (азотфиксаторы, аммонификаторы, нитрификаторы и др.). Путем внесения удобрений или другими приемами агротехники можно повысить плодородие. Поэтому на эти вопросы раздела должно быть обращено серьезное внимание.

Способность к фотосинтезу – это фундаментальная особенность жизнедеятельности зеленых растений, которая представляет собой глобальный окислительно-восстановительный процесс, использующий световую энергию солнца для синтеза органических соединений (преимущественно углеводов) из неорганических веществ –  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . При освоении этого раздела следует последовательно разобраться в структурной организации фотосинтетического аппарата, понять сущность процессов световой фазы фотосинтеза: поглощения и миграции энергии света, преобразования энергии квантов света в энергию химических связей органических соединений, сопряженного с образованием из воды  $\text{O}_2$  и синтезом АТФ и НАДФ-Н. Затем следует перейти к изучению темновых реакций, где происходит поглощение  $\text{CO}_2$  и образование конечных продуктов – углеводов и аминокислот. Наиболее труден для самостоятельного изучения процесс фотодыхания.

При изучении хлоропластов следует обратить внимание на тот факт, что данный органоид непрерывно осуществляет фотосинтез путем наилучшего обеспечения хлорофилла светом, поглощения  $\text{CO}_2$ , оттока или превращения продуктов фотосинтеза.

Разобравшись в механизме физико-химических процессов, можно переходить к изучению влияния внутренних и внешних факторов среды на фотосинтез.

При изучении раздела «Дыхание растений» важно уяснить энергетическую функцию дыхания, его всеобщность и необходимость для процессов жизнедеятельности. Особое внимание следует уделить при изучении химизма дыхания его энергетической стороне – путям образования

макроэргического соединения АТФ, энергетической эффективности разных этапов дыхания, ее зависимости от типа используемого субстрата и присутствия  $O_2$ . Однако, изучая энергетический обмен, не следует упускать из виду то, что при дыхании образуется ряд промежуточных продуктов, которые могут вовлекаться в иные важные для жизнедеятельности реакции метаболизма.

При изучении влияния фактора внешней среды на дыхание необходимо прежде всего обращать внимание на их значение для энергетической эффективности дыхания, прямое и опосредованное их действие.

Питательные вещества служат основным субстратом для получения энергии, необходимой для роста и поддержания процессов жизнедеятельности и для синтетических процессов. Регулярное снабжение ими тканей и органов осуществляется как за счет поступления веществ от фотосинтезирующих органов, так и за счет мобилизации запасных веществ (раздел «Превращения органических веществ в растениях»). Для древесных растений, особенно листопадных, запасные вещества являются основным источником поддержания жизнедеятельности в период весеннего роста. Отчетливо выражена роль запасных веществ у семян, когда зародыш до появления первых листьев ведет полностью гетеротрофный образ жизни. Запасные вещества приобретают особое значение для гетеротрофных органов и тканей в условиях отсутствия или затруднений в снабжении их продуктами питания.

Особое внимание следует обратить на координацию процессов жизнедеятельности растительного организма и трофические связи между разными частями растений на основе транспорта веществ в виде водных растворов (ксилемный и флоэмный потоки).

В растениях наряду с белками, нуклеиновыми кислотами, углеводами, липидами содержится огромное число различных веществ, называемых обычно веществами вторичного происхождения (терпеноиды, алкалоиды, фенольные соединения, гликозиды), которые до последнего времени рассматривались как продукты «тупикового» звена в обмене веществ основных предшественников. Термин «вещества вторичного происхождения» применяют как весьма условный, так как эти вещества выполняют важнейшие физиологические функции в растениях. Многие из вторичных метаболитов – важнейшие физиологически активные соединения; например, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота – активные регуляторы роста, убихиноны и пластохиноны – фенольные соединения, играющие первостепенную роль в процессах дыхания и фотосинтеза. Каротиноиды – это тетратерпены, принимающие участие в поглощении энергии и защите хлорофилла от фотоокисления. Существенная роль принадлежит фенольным соединениям в образовании суберина и лигнина, откладывающихся в клетках покровных тканей и образующихся в значительных количествах при заживлении поврежденных тканей. Можно указать участие фенольных

соединений в биосинтезе гормона ауксина и в окисляющих его системах. Большое значение фенольные и терпеноидные соединения, алкалоиды, сапонины играют в формировании иммунитета растений к инфекции, устойчивости к действиям насекомых и патогенам.

Многие вторичные вещества (эфирные масла, живица, юглон) принимают активное участие в биохимических взаимодействиях между растениями, микроорганизмами и животными. Такие вещества не имеют существенного энергетического и пластического значения, но оказывают специфическое влияние на строение, развитие и жизнедеятельность растений, могут действовать в качестве феромонов – химических сигналов, т. е. соединений, осуществляющих химический обмен информацией между представителями одних и тех же видов. Вторичные метаболиты используются для межвидового влияния, т. е. управления поведением других организмов. Они могут обладать активностью:

1) аттрактантов, т. е. привлекать другие организмы подобно тому, как пигменты или ароматические вещества цветков привлекают насекомых или птиц, которые способствуют опылению;

2) репеллентов, т. е. отталкивать другие организмы своим цветом, запахом или неприятным вкусом продуцирующего их организма;

3) защитных веществ, т. е. защищать растения от насекомых, патогенов, грибов и др.

Все эти вторичные метаболиты имеют особо важное значение для химических взаимоотношений между организмами, приводящих к образованию характерных экосистем, например лесов, лугов, болот. В этих экосистемах различные виды растений, животных и микроорганизмов характерным образом угнетают друг друга или стимулируют. Предполагают, что большинство вторичных метаболитов обладают аллелопатическим действием (аллелопатия – это вредное действие одного растения-донора на другое растение-реципиент). Однако эту интересную гипотезу трудно обосновать, она нуждается в дальнейших исследованиях.

Огромную роль в регуляции кооперативных взаимодействий специализированных клеток у многоклеточных организмов с различным характером метаболических реакций играют химические сигналы – гормоны. Раздел роста и развития является узловым в физиологии растений. Именно в явлениях роста, развития обнаруживается значение многочисленных связей между различными физиологическими процессами, между разными уровнями биологической организации. Здесь тесно переплетаются между собой трофические процессы и процессы регуляции, т. е. для явлений роста и развития характерна высокая степень интеграции, регуляторные процессы. Вопросы гормональной регуляции требуют особого внимания как в силу новизны, так и ввиду большого значения гормонов в проявлениях полярности, корреляционных процессах, в состоянии покоя и ростовых



движениях. Природные гормоны и их синтетические аналоги находят практическое применение.

Природа фото- и термопериодических процессов, которые участвуют в регуляции развития и в координации его с имеющимися условиями среды, довольно сложна и неоднозначна, но в ней необходимо детально разобратся.

В лесном хозяйстве семенное размножение является основным. Поэтому при освоении раздела вопросы развития репродуктивного процесса, особенности связанных с ними физиологических процессов следует рассматривать как центральные.

Механизмы защиты и адаптивных реакций являются важными и требуют особого внимания. Выявление устойчивости (или резистентности) рассматривается как основная задача в работах по интродукции, особенности устойчивости должны учитываться при подборе пород для лесовосстановления, степного полезащитного лесоразведения, для озеленения городов и ландшафтного строительства. С учетом особенностей видовой и сортовой изменчивости строится агротехника, а выведение устойчивых и районированных сортов является важнейшей целью в селекции растений. Устойчивость специфична для вида или сорта. Она может меняться в течение жизни и быть различной у разных частей растения. Этот момент необходимо учитывать при выращивании и размножении растений.

Контрольные работы по учебному плану заочного обучения не могут охватить полностью курс. Формальный подход к их выполнению, когда студент зачастую ограничивается лишь проработкой части раздела, связанного с контрольной работой, не может дать четкого представления о механизмах, значении и взаимосвязи физиологических процессов. Проработку следует строить на последовательном освоении разделов в соответствии с предлагаемой рабочей программой.

Лишь проработав предшествующие разделы и разделы, связанные непосредственно с контрольной работой, следует приступать к оформлению самой контрольной работы. Общие же вопросы второй контрольной работы требуют проработки всего курса. При такой последовательности самостоятельной работы достигается качественное освоение курса физиологии растений, студент же получает удовлетворение от понимания роли и развития физиологических процессов, несмотря на всю их сложность и неоднозначность.

Контрольные работы выполняются по одному из приведенных в списке вариантов. Номер прорабатываемого студентом варианта должен соответствовать последней цифре его зачетной книжки, если же последняя ее цифра нуль, то выполняется десятый вариант. Первая контрольная работа содержит вопросы из пяти разделов первой половины курса, вторая – из пяти последних и включает общие вопросы, имеющие характер задания по

использованию студентами знаний физиологии растений для анализа состояний конкретных природных объектов.

К выполнению контрольных работ предъявляются следующие требования.

1. Они должны быть представлены для проверки до вызова студента на экзаменационную сессию.

2. Материал в контрольной работе должен быть изложен студентом, не переписан из учебника. Работа в зависимости от содержания вопроса должна сопровождаться конкретными примерами, фактическими цифровыми данными, графическим изображением течения физиологических процессов, химическими структурными формулами, схемами биохимических реакций. В конце работы должен быть приведен список использованной студентом литературы.

Каждая контрольная работа, выполненная в период экзаменационной сессии должна устно защищаться студентом. Эта защита имеет целью проверку усвоения студентом соответствующих разделов курса. К защите работы должны быть проработаны все замечания преподавателя, устранены недоработки, подготовлены ответы на дополнительно поставленные вопросы.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие весь объем контрольных мероприятий, и студенты заочной формы обучения – защитившие обе контрольные работы, проработавшие и освоившие лабораторные работы, вынесенные на аудиторные занятия.

## **II. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ**

### **Задание первое**

#### **Первый вариант**

1. Аминокислотный состав, структура и типы белков. Типы химических связей, определяющих структуру белков. Функциональное назначение белков.

2. Пигменты системы фотосинтеза. Их химический состав, строение и свойства. Роль каждой группы пигментов в процессе фотосинтеза.

3. Показатели, используемые для характеристики процесса дыхания. Методы изучения дыхания.

4. Растительная клетка как осмотическая система. Роль осмотических процессов в жизнедеятельности растений. Физиологическая сухость почвы и обуславливающие ее причины.

## Второй вариант

1. Факторы, определяющие скорость ферментативных реакций.
2. Митохондрии и их строение. Общая характеристика этапов дыхания, протекающих в митохондриях.
3. Световая фаза фотосинтеза.
4. Поглощение и ближний транспорт воды. Сосущая сила и водный потенциал. Причины возможных затруднений в поглощении воды.

## Третий вариант

1. Нуклеиновые кислоты, их типы, строение и функции. Процесс транскрипции.
2. Темповые реакции процесса фотосинтеза. Цикл Кальвина.
3. Влияние внешних факторов на интенсивность дыхания. Хозяйственные приемы, позволяющие увеличить эффективность дыхания корневых систем.
4. Особенности физико-химических свойств воды. Значение воды в жизни растений.

## Четвертый вариант

1. Строение, химический состав и физиологические функции клеточных мембран.
2. Углеводы, их строение и классификация. Пути использования углеводов в жизнедеятельности растений.
3. Функциональное назначение дыхания. Пути образования АТФ при дыхании и факторы, влияющие на эффективность процесса дыхания.
4. Показатели, используемые для характеристики фотосинтеза. Световой компенсационный пункт как критерий теневыносливости растений.

## Пятый вариант

1. Типы и строение аминокислот. Их образование и превращение в процесс метаболизма.
2. Строение хлоропластов. Локализация в структурах хлоропластов световых и темновых реакций фотосинтеза.
3. Гликолический этап дыхания. Его общность для дыхания и брожения.
4. Виды транспирации. Регуляция движения устьичных клеток. Значение транспирации в жизни растений и для поддержания водного режима почв.

### Шестой вариант

1. Жиры и жироподобные вещества. Их классификация, химическое строение и выполняемые в растениях функции.
2. Клеточные оболочки, их формирование, строение, химический состав и физиологические функции. Изменения в клеточных оболочках, происходящие при дифференциации клеток.
3. Поглощение световой энергии пигментами системы фотосинтеза. Значение процесса фотосинтеза в биосфере и для человека.
4. Влияние факторов внешней среды на интенсивность транспирации. Способы регуляции водного режима растений.

### Седьмой вариант

1. Биосинтез жиров и их превращения, связанные с использованием в обмене веществ.
2. Ядро и хромосомы. Их строение, химический состав. Репликация ДНК.
3. Влияние эндогенных (внутренних) факторов на интенсивность фотосинтеза.
4. Роль почвенно-грунтовых условий в поступлении воды в корни. Физиологические и морфологические приспособления растений к почвенно-грунтовым условиям.

### Восьмой вариант

1. Рибосомы, их химический состав и структура, образование. Трансляция – биосинтез белка на рибосомах.
2. Фиксация углекислого газа в процессе фотосинтеза по пути Хетча и Слэка, а также по пути толстянковых (С<sub>4</sub>М).
3. Корневое давление, его роль и механизм возникновения. Гуттация и «плач». Физиологическая функция гуттации.
4. Эндогенные (внутренние) факторы, определяющие интенсивность дыхания. Связи между дыханием и продуктивностью растений.

### Девятый вариант

1. Механизм передачи наследственной информации. Генетический код. Пути использования генетики в лесном хозяйстве.
2. Цикл Кребса, промежуточные и конечные продукты реакций цикла. Образование и энергетические функции NADH<sub>2</sub>, FADH<sub>2</sub>, АТФ.
3. Виды симбиоза растений с микроорганизмами и грибами. Использование симбиотических организмов в лесном хозяйстве.
4. Показатели водного режима растений. Методы определения интенсивности транспирации.

## Десятый вариант

1. Ферменты, их структура и свойства. Механизм их каталитического действия.
2. Вакуолярный аппарат клеток растений. Образование и функции вакуолей. Изменение степени вакуолизации в процессе дифференциации клеток.
3. Дыхательный коэффициент и факторы, определяющие его величину.
4. Понятие о водном балансе растений. Причины нарушений водного баланса и способы их устранения.

### Задание второе

#### Общие вопросы

1. Привести конкретный пример влияния любого отдельного фактора внешней среды на состояние древесных растений на объекте вашей практической деятельности.

В примере определить, на какие физиологические процессы воздействует данный фактор среды, описать механизмы этих физиологических процессов, характер влияния на них внешнего фактора и вскрыть связь между эффективностью их работы и состоянием растений в объекте наблюдений. На основе проделанного анализа предложить рекомендации по проведению возможных агротехнических мероприятий.

2. По району проживания привести конкретный пример влияния лесохозяйственных мероприятий или иных видов антропогенного воздействия на состояние древесных растений.

Выявить, через изменение каких факторов среды оказывается воздействие на растения. Как и в предыдущем вопросе, определить связь между особенностями наблюдаемого состояния и эффективностью работы физиологических механизмов. На этой основе проанализировать правильность проводимого агротехнического мероприятия и предложить рекомендации по увеличению его эффективности или устранению отрицательных сторон воздействия.

#### Первый вариант

1. Аммонификаторы, их роль в азотном питании растений.
2. Флоэмный транспорт веществ: направления, скорость передвижения веществ, химический состав веществ флоэмного тока и механизм их передвижения.
3. Фитогормоны, их классификация, особенности физиологических функций разных групп фитогормонов.
4. Устойчивость растений к действию отрицательных и низких положительных температур.

## Второй вариант

1. Особенности поглощения минеральных элементов, механизмы поглощения их из почв и ближнего транспорта. Особенности пассивного поглощения. Кажущееся свободное пространство.

2. Периодичность ростовых процессов, особенности формирования прироста побегов в длину у разных древесных пород.

3. Ингибиторы роста растений. Физиологические функции абсцизовой кислоты и этилена. Образование их в обмене веществ. Применение синтетических ингибиторов роста – ретардантов.

4. Газоустойчивость древесных растений, механизмы.

## Третий вариант

1. Факторы, влияющие на доступность элементов минерального питания для растений. Приемы агротехники, направленные на улучшение снабжения растений минеральными веществами.

2. Камбиальный рост и факторы, определяющие его интенсивность. Дендрохронология и дендроиндикация.

3. Фотопериодизм. Роль фитохрома в восприятии фотопериодического воздействия.

4. Физиология устойчивости растений к фитопатогенным грибам (фитоалексины, пектины, фитонциды).

## Четвертый вариант

1. Макроэлементы. Поглощение их из почвы, транспорт и его значение в обмене веществ растений.

2. Рост корневых систем. Корреляция в формировании надземной и подземной частей растений. Роль факторов среды в развитии корневых систем.

3. Понятие о росте, дифференциации и развитии. Этапы развития древесных растений. Факторы, влияющие на время перехода к первому цветению.

4. Устойчивость растений к насекомым (аттрактанты, репелленты, феромоны, экдизоны, ювеноиды).

## Пятый вариант

1. Основные микроэлементы, необходимые для растений. Роль микроэлементов в обмене веществ.

2. Ксилемный транспорт воды и минеральных элементов. Движущие силы ксилемного транспорта. Объяснение возможности подъема воды в деревьях на значительную высоту.

3. Периодичность плодоношения и образования шишек у древесных растений. Причины этой периодичности и пути ее преодоления.
4. Применение регуляторов роста в лесном хозяйстве.

#### Шестой вариант

1. Значение азота в жизнедеятельности растений. Поглощение азота, реутилизация.
2. Индолил-3-уксусная кислота (ИУК) как фитогормон: ее функции в процессах роста; методы ее обнаружения в растениях. Использование ИУК и ее синтетических аналогов.
3. Физиология прорастания семян.
4. Устойчивость растений как результат процесса адаптации.

#### Седьмой вариант

1. Механизм избирательности в поглощении минеральных элементов. Физиологически кислые, нейтральные и щелочные соли. Физиологические основы применения минеральных удобрений.
2. Покой почек. Фазы покоя. Физиологические механизмы, определяющие состояние покоя.
3. Засухоустойчивость растений. Физиологические и морфологические приспособления у растений к существованию в условиях кратковременного и длительного недостатка влаги.
4. Физиология городских растений.

#### Восьмой вариант

1. Механизм активного поглощения минеральных элементов. Связь его с дыханием.
2. Покой семян. Типы покоя. Стратификация. Процессы, происходящие при прорастании семян.
3. Фото- и геотропизм у растений. Физиологические механизмы, определяющие их возникновение.
4. Физиологические основы применения удобрений.

#### Девятый вариант

1. Фиксация азота воздуха свободноживущими и симбиотическими микроорганизмами. Пути увеличения содержания азота в почве под лесными насаждениями.
2. Гиббереллины, их строение, биосинтез и физиологические функции. Методы определения гиббереллинов и пути их использования.

3. Ростовые корреляции. Полярность. Физиологический механизм доминирования у растений.

4. Физиологические основы вегетативного размножения (прививки, черенкование и др.).

#### Десятый вариант

1. Запасные вещества растений. Клеточные структуры, служащие для размещения запасных веществ. Превращения, связанные с образованием и мобилизацией запасных веществ.

2. Цитокинины, их структура, биосинтез и физиологические функции. Методы определения цитокининов.

3. Устойчивость растений к избыточному содержанию солей в почве. Особенности солеустойчивых растений.

4. Физиология хранения семян и плодов.

### III. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Введение

Задачи физиологии растений как теоретической основы растениеводства. Основные этапы в истории развития физиологии растений. Общее представление об особенностях морфофизиологической организации древесных растений. Роль физиологии растений в практике лесного хозяйства и ландшафтного строительства.

#### 1. Физиология растительной клетки

Живая растительная клетка как открытая саморегулируемая биологическая система, основная физиологическая целостная элементарная структура организма, осуществляющая непрерывный обмен веществами, энергией и информацией клетками растения и окружающей внешней средой.

Функциональная морфология клетки. Оболочка клетки. Строение и функции оболочки. Цитоплазма клетки. Химический состав, свойства и роль цитоплазмы в жизни клетки. Вакуоль. Состав клеточного сока. Функции клеточного сока. Биологические мембраны, строение, функции. Компартиментация цитоплазмы. Ядро. Ядерное содержимое. Роль ядра в синтезе белка и передаче наследственных свойств. Пластиды клетки: хлоропласты, лейкопласты и хромопласты. Роль митохондрий в жизни клеток. Функция аппарата Гольджи. Рибосомы. Строение и функции рибосом. Лизосомы, микротрубочки, пероксисомы, глиоксисомы и другие микротельца растительной клетки. Физиологическая роль микротелец.



Химический состав клетки, белки, нуклеиновые кислоты (НК), углеводы, липиды, витамины, органические кислоты и их роль в жизни древесных растений.

Характерные особенности живого. Нуклеиновые кислоты (ДНК, РНК) и белки – структурная и функциональная основа клетки. Строение и функции НК. Комплементарность азотистых оснований. Генетический код. Репликация ДНК, процесс транскрипции и биосинтез РНК. Процесс биосинтеза белков на рибосомах (трансляция). Генетическая система регуляции клетки.

Классификация белков, их структура и функциональная роль; протеиногенные аминокислоты; тип связей, определяющих строение белка. Биоэлектрические явления в клетке. Синтез белка и его механизм. Цитоплазма как белково-коллоидная система. Возрастные изменения химизма и структуры цитоплазмы.

Ферменты и их роль в жизни растений. Особенности ферментов. Однокомпонентные и бикомпонентные ферменты. Активный и аллостерический центры фермента. Молекулярный механизм ферментативного катализа. Влияние внутренних и внешних факторов на активность фермента. Классификация ферментов.

Общие представления об обмене веществ и превращении энергии в растительной клетке. Характерные особенности живого. Белки и НК в явлениях жизни. Внешний обмен клетки и внутриклеточный обмен (метаболизм). Анаболические и катаболические процессы. Особенности биохимических реакций. Конструктивный (ассимиляция) и энергетический обмен.

Источники энергии в клетке и роль аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) в энергетике клетки. Ферментные, мембранные и генные регуляции метаболизма в клетке. Биоэлектрические явления в клетке и их роль в обмене веществ.

Взаимосвязь и взаимодействие клеток в тканях и органах целого растения. Растительная клетка, популяция, лесной фотосинтез как саморегулируемые кибернетические системы.

## **2. Водный режим растений**

Общая характеристика водообмена растений. Понятие о водном режиме (водообмене), водном балансе и водном дефиците растений. Распределение воды в растении. Усвоение воды растением, Водоемкость леса.

Структура и свойства воды. Водный потенциал.

Биологическая роль воды в жизни растений и биосферы.

Поглощение воды растением. Корневая система растений как орган добывания воды. Механизм поглощения воды. Поглощающий аппарат древесных растений. Механизм поглощения воды корнями растений. Состояние воды в почве. Коэффициент завядания. Представление о

«физиологической сухости» почвы. Условия поступления воды в корневые системы растений. Нагнетающая деятельность корневой системы. Зависимость «плача» от метаболизма.

Растительная клетка как осмотическая система. Общие представления об осмосе и осмотическом давлении. Зависимость осмотического давления клеточного сока от внешних условий.

Тургорное давление, его природа. Плазмолиз и деплазмолиз. Методы определения осмотического давления. Сосущая сила и ее роль в поглощении воды клетками. Соотношение между сосущей силой, осмотическим и тургорным давлениями. Зависимость этих показателей от степени насыщения клетки водой. Коллоидное набухание.

Транспирация и физиологическое значение. Лист как орган транспирации. Кутикулярная и устьичная транспирация. Механизм движения устьиц. Влияние внешних и внутренних факторов на транспирацию. Суточный ход транспирации. Показатели транспирации. Группы древесных растений по интенсивности транспирации. Использование транспирации деревьев в практических целях. Эвапотранспирация. Водообмен леса.

Передвижение воды по растению. Ближний и дальний транспорт воды. Движущие силы восходящего тока. Теория сцепления. Скорость передвижения воды в древесных растениях. Особенности и роль водного тока в стволе дерева. Сезонные изменения содержания воды в древесном растении. Вода как важнейший экологический фактор. Группы растений по отношению к фактору влажности. Древесные растения – гидрофиты, гигрофиты, мезофиты, ксерофиты. Водный баланс, водный дефицит, водный стресс. Временное и длительное завядание. Суточные и сезонные изменения в водном балансе растения и их причины.

Регулирование водного режима растений. Гидротехнические мелиорации лесных земель. Роль минеральных удобрений. Антитранспиранты. Ксилемная подсочка леса. Вещества ксилемного сока. Технология подсочки. Экономическая эффективность.

### **3. Минеральное питание растений**

Общие представления о минеральном питании растений. Необходимые макро- и микроэлементы, их физиологическая роль. Распределение и перераспределение элементов минерального питания по отдельным органам и тканям растений в онтогенезе, реутилизация. Формы азота в почве, их доступность растениям. Работы Д.Н. Прянишникова. Лист как орган интегральной информации питания растений. Особенности почвы как субстрата для питания растений.

Корневая система как орган поглощения, синтеза и передвижения в растении. Механизм добывания корнями растений элементов (симплазматический, апоплазматический). Пиноцитоз. Физико-химическая сущность

антагонизма и синергизма ионов. Избирательность поглощения. Физиологически кислые, щелочные и нейтральные вещества (удобрения). Буферность питательной среды. Судьба поглощенных минеральных элементов в растении. Взаимосвязь между минеральным и углеводным обменом. Синтезирующая деятельность корневых систем по работам Д.Л. Сабина, А.Л. Курсанова, К. Мотеса. Роль систем в жизнедеятельности растений. Влияние внутренних условий на минеральное питание растений.

Особенности питания в условиях почвы. Микориза. Ризосфера. Корневые выделения и растворяющая способность ряда древесных растений. Аллелопатия.

Влияние внешних факторов на поглощение минеральных элементов. Круговорот минеральных элементов в лесных биогеоценозах.

Физиологические основы применения удобрений. Признаки минеральной недостаточности. Диагностика потребностей растений в элементах питания. Некорневые подкормки растений. Выращивание растений без почвы. Гидро- и аэропоника. Регулирование минерального питания растений в лесном и лесопарковом хозяйстве.

#### **4. Основы почвенной микробиологии**

Задачи почвенной микробиологии. Значение почвенных микроорганизмов. Основные группы почвенных микроорганизмов. Методы изучения и количественного учета микроорганизмов почвы. Чистые и накопительные культуры. Роль микроорганизмов в жизни растений. Распространение микроорганизмов в почве, воздухе и воде.

Прокариоты: формы и строение клеток, подвижность, размножение, спорообразование. Влияние внешних условий на жизнедеятельность микроорганизмов (химический состав субстрата, температура, свет, реакция среды, влажность субстрата, аэрация и др.).

Участие микроорганизмов в биологическом круговороте углерода. Типы питания микроорганизмов (гетеротрофный и автотрофный). Бактериальный фотосинтез (фоторедукция). Хемосинтез. Особенности энергетических процессов в мире микроорганизмов, дыхание и брожение. Спиртовое, молочно-кислое и масляно-кислое брожение. Участие микроорганизмов в разложении целлюлозы, лигнина и жиров, в превращениях серы, железа, фосфора. Схема биологического круговорота углерода. Роль почвенных грибов в разложении органических остатков в лесу.

Роль микроорганизмов в общем круговороте азота в природе. Процессы аммонификации, нитрификации, денитрификации. Фиксация молекулярного азота свободноживущими и клубеньковыми микроорганизмами. Механизм фиксации азота.

Типы биологических связей в мире почвенных микроорганизмов. Взаимоотношения между микроорганизмами и высшими растениями.

Использование полезных свойств микроорганизмов в лесном хозяйстве. Бактериальные удобрения. Микробиологическая метаболизация древесных отходов.

## 5. Фотосинтез

Сущность и значение фотосинтеза. Фотосинтез – важнейшее звено жизненного цикла на Земле. Общие представления о фотоавтотрофной функции. Фоторедукция. Роль фотосинтеза в создании органического вещества и аккумуляции солнечной энергии. Методы изучения фотосинтеза. Фотосинтетический аппарат высших растений. Листовой индекс. Строение и состав хлоропластов. Молекулярная модель тилакоида. Пигментные системы листа. Структура, функции и свойства пигментов. Биосинтез хлорофилла и каротиноидов, фикобилины, хлороз. Осенняя окраска листьев древесных растений: использование в практике ландшафтного строительства.

Энергетика фотосинтеза. Механизм поглощения света. Оптические свойства листьев. Фотосинтез в различных лучах спектра. Фотосинтетически активная радиация, квантовый выход и коэффициент полезного действия фотосинтеза.

Химизм фотосинтеза. Световая и темновая фазы фотосинтеза;  $C_3$ ,  $C_4$  и САМ – пути фиксации  $CO_2$ . Фотосинтетическое (циклическое и нециклическое) фосфорилирование. Фотоллиз воды и его значение. Образование АТФ и НАДФ-Н при световых реакциях. Фотодыхание.

Влияние внутренних и внешних факторов на интенсивность фотосинтеза. Видовая специфика фотосинтеза древесных растений. Светолюбие и теневыносливость древесных растений. Световой и углекислотный компенсационные пункты. Световые кривые фотосинтеза. Светокультура. Световой режим леса. Физиологические основы самоочищения ствола от сучьев. Суточный и сезонный ход фотосинтеза. Режим углекислоты в лесу.

Продукты фотосинтеза. Формы передвигающихся органических соединений. Механизм, скорость и пути транспорта ассимилятов. Работы А.Л. Курсанова. Флоэмная подсочка древесных пород. Экономическая эффективность флоэмной подсочки леса.

Фотосинтез и урожай. Работы Л.А. Иванова и А.А. Ничипоровича. Фотосинтетическая продуктивность лесного сообщества. Пути регулирования фотосинтетической продуктивности леса. Физиологические основы рубок ухода за лесом.

## 6. Дыхание растений

Физиологическая сущность и значение дыхания. Дыхание как центральное звено обмена веществ. Химизм и энергетика процессов дыхания и брожения. Окислительное фосфорилирование на уровне субстрата, гликолиз, цикл Кребса (цикл ди- и трикарбоновых кислот), образование

высокоэнергетического соединения – АТФ. Использование промежуточных продуктов дыхания для синтеза углеводов, белков, липидов и вторичных веществ. Взаимосвязь дыхания и брожения. Пентозофосфатный цикл прекращения гексоз. Разнообразие путей переноса электронов и протонов у растений как приспособление к условиям существования – гликсилатный цикл дыхания.

Регуляция дыхания. Зависимость дыхания от внутренних и внешних факторов. Дыхательный коэффициент. Роль дыхания в адаптации растений к неблагоприятным условиям существования. Дыхательный газообмен древесных растений. Связь дыхания с другими физиологическими процессами. Видовая специфика дыхания древесных растений.

## **7. Метаболизм растений**

Биохимический состав древесных растений. Органические вещества первичного и вторичного обмена. Конституционные, запасные, энергетические, транспортные и защитные вещества. Живица хвойных пород. Фитонциды.

Фенольные соединения (флавоноиды, кумарины, лигнин, танины), терпеноиды, алкалоиды, гликозиды. Физиологическая роль и практическое значение соединений вторичного обмена. Механизмы саморегуляции превращения органических веществ в растениях.

Превращения веществ при созревании семян и плодов. Особенности метаболизма в прорастающих семенах, в том числе в семенах древесных растений. Годичный цикл превращений запасных веществ в вегетативных органах древесных растений. Взаимосвязь превращений органических веществ в растении.

## **8. Рост и развитие растений**

Понятие о росте и развитии растений. Локализация ростовых процессов. Три фазы роста растительной клетки. Изменения метаболизма и энергетики при прохождении каждой из этих фаз. Синтез целлюлозы. Процессы лигнинообразования, одревеснения, опробковения. Способы изменения роста. Общие закономерности роста.

Регуляторы роста и их классификация. Фитогормоны и ингибиторы. Роль ауксинов, гибберелинов, цитокининов и ингибиторов в ростовых процессах. Механизмы действия регуляторов роста. Практическое использование регуляторов роста и ретардантов в лесном и лесопарковом хозяйстве.

Продуктивность лесных экосистем как функция роста древесных растений в зависимости от наследственных особенностей и экологических условий. Влияние внешних условий на рост. Периодичность роста древесных растений. Взаимодействие частей растения. Корреляции и полярность.

Ростовые движения растений. Тропизмы. Гормональная теория И.Т. Холодного – Ф. Вента. Настии. Сейсмонастические движения.

Понятие об индивидуальном развитии растений. Взаимосвязь процессов роста и развития. Основные этапы индивидуального развития растения. Жизненный цикл высших растений. Фенологические фазы. Этапы онтогенеза древесного цикла растений. Фазы развития всходов древесных растений. Проявление интегрального воздействия важнейших внешних факторов на процессы роста и развития. Явления фото- и термопериодизма. Биоритмы. Физиологические основы покоя растений и прерывания покоя. Типы покоя. Приемы ускоренного прорастания семян и регулирования роста и развития растений. Стратификация и скарификация семян. Физиологические основы хранения семян и плодов.

Внутренние и внешние факторы, регулирующие развитие. Гормональная теория цветения М.Х. Чайлахяна. Теория циклического старения и омоложения Н.П. Кренке. Геронтология растений. Теория перекисного окисления липидов. Физиологические основы опыления, цветения, оплодотворения и плодоношения. Созревание плодов и семян, его регулирование при участии внутренних и внешних факторов. Периодичность плодоношения древесных растений.

Физиологические основы вегетативного размножения (прививка, черенкование и др.). Карликовые формы растений.

Метод культуры изолированных тканей и клеток. Питательные среды. Методы стерилизации. Условия среды выращивания. Клеточная инженерия древесных растений. Микрклональное размножение ценных форм древесных пород, в том числе с помощью соматического эмбриогенеза. Соматическая гибридизация древесных растений прежде всего за счет слияния изолированных протопластов.

Генетическая инженерия древесных растений. Способы выделения генов, кодирующих экспрессию хозяйственно ценных признаков. Методы введения чужеродных генов (векторы или векторные системы, прямое введение). Примеры получения трансгенных форм древесных растений.

## **9. Устойчивость растений к неблагоприятным условиям внешней среды**

Общие представления об устойчивости растений к неблагоприятным внешним воздействиям – стрессорам. Физиология стресса. Специфические и неспецифические реакции, адаптационный синдром. Устойчивость растений как результат процесса адаптации. Представление о стрессовых белках. Экологическая амплитуда вида и экстремальные условия среды.

Действие на растения низких отрицательных и положительных температур. Холодо- и морозоустойчивость. Зимостойкость. Теория закаливания И.И. Туманова и В. Лархера. Выпревание. Вымокание. Выжимание.

Зимняя засуха. Морфофизиологические основы устойчивости растений к низким температурам на разных этапах развития. Способы защиты от заморозков.

Засухо- и жароустойчивость растений. Действие на растения высоких температур и водного дефицита. Влияние пожаров на древесные растения. Пути приспособления различных групп ксерофитов к засухе. Засухоустойчивость древесных пород. Физиологические основы полезного лесоразведения. Орошение и его значение в борьбе с засухой.

Влияние на растения избытка воды в почве. Причины устойчивости растений к затоплению. Полегание растений и меры его предупреждения. Влияние затопления на древесные растения.

Действие на растения избытка солей в почве. Типы галофитов. Солеустойчивость древесных растений.

Устойчивость растений против вредных газообразных промышленных отходов и пыли. Газоустойчивость древесных растений.

Действие ионизирующих излучений на растения. Радиоустойчивость древесных пород.

Физиология городских растений.

Устойчивость растений к патогенным микроорганизмам. Механизмы защиты от инфекции (фитонциды, фитоалексины, лектины), развитие защитных реакций и иммунитет растений. Природные фунгициды.

Физиологические основы устойчивости растений к насекомым (репелленты, аттрактанты, феромоны, экдизоны и др.).

Биохимическое взаимодействие древесных растений (аллелопатия). Аллелохимики – носители информации. Пути повышения устойчивости древесных растений к неблагоприятным внешним воздействиям. Роль селекции. Возможности генной инженерии.

Физиологические основы подбора ассортимента древесных растений для оздоровления биосферы, создания зеленых санитарно-защитных зон вокруг городов и промышленных центров, интерьеров с экстремальными внешними условиями, заводских цехов и эргономических систем. Современное состояние и проблемы физиологии древесных растений и их сообществ.

#### **IV. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

Лабораторные занятия предусматривают углубленное изучение научно-теоретических основ дисциплины и овладение современными методами выполнения работ.

Важнейшей стороной лабораторных занятий является то, что студент овладевает современной техникой экспериментирования, вырабатывает навыки аккуратности, методичности, собранности в работе. Всю организационную работу надо проделать заранее.

Наибольшая польза от лабораторной работы будет в том случае, если студент самостоятельно, осмысленно будет выполнять все операции, т.е. необходимо неформальное отношение к работе. Собирая прибор или установку, налаживая их работу, устраняя возникшие в процессе эксперимента неполадки, студент постоянно готовится к выполнению более серьезных лабораторных работ, носящих научно-исследовательский характер, к выполнению дипломного проекта.

Каждый неясный вопрос, возникающий при выполнении работы, должен сразу же находить разрешение, причем необязательно только при помощи преподавателя. Необходимо пользоваться учебниками, справочниками, плакатами и другими источниками по теме работы. Все расчеты, графики необходимо выполнять аккуратно и в отведенное время, с тем чтобы в конце работы оформить отчет.

### **Темы лабораторных работ**

Тема 1. Физиология растительной клетки (движение органоидов, избирательная проницаемость, коагуляция).

Тема 2. Водный режим растений. Явления осмоса, тургора, плазмолиза. Транспирация, методы измерения. Влияние внешних условий на интенсивность транспирации сеянцев древесных растений. Влияние концентрации раствора на прорастание семян древесных растений. Водообмен ветки сосны.

Тема 3. Минеральное питание. Метод водных культур. Определение содержания макро- и микроэлементов в растении и почве. Микрохимический анализ золы древесины ствола дерева. Обнаружение нитратов в листьях и корнях древесных растений.

Тема 4. Почвенная микробиология. Количественный учет микроорганизмов лесной почвы. Приготовление временных и постоянных препаратов микроорганизмов. Изучение азотфиксирующих и аммонифицирующих микроорганизмов. Микориза сеянцев.

Тема 5. Фотосинтез. Пигменты зеленого листа. Химические и оптические свойства пластидных пигментов. Качественное определение пластидных пигментов с помощью бумажной и тонкослойной хроматографии. Определение интенсивности фотосинтеза всходов древесных растений. Влияние различных условий минерального питания на интенсивность и продуктивность фотосинтеза.

Тема 6. Дыхание растений. Определение интенсивности дыхания различных частей древесных растений. Дыхательный коэффициент. Определение активности каталазы в различных частях древесных растений. Обнаружение полифенолоксидазы и пероксидазы в тканях растений. Влияние температуры на интенсивность дыхания прорастающих семян древесных растений.



Тема 7. Превращение органических веществ в растениях. Запасные вещества семян древесных растений и их превращения при прорастании. Обнаружение дубильных веществ, витамина С, гликозидов, алкалоидов. Микроскопическое обнаружение целлюлозы, лигнина, суберина в тканях. Живица хвойных. Обнаружение и распределение по стволу сосны.

Тема 8. Рост и развитие растений. Изучение линейного роста побега и корня. Полярность побегов и корней на черенках древесных растений. Наблюдение периодичности роста междоузлий побега древесных пород и ствола. Ростовые движения растений. Влияние ростовых веществ на прорастание семян и рост древесных растений.

Тема 9. Устойчивость растений к неблагоприятным внешним воздействиям. Повреждения вегетирующих древесных растений при действии отрицательной температуры. Определение засухо-, соле-, газоустойчивости.

## **V. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

Физиологические особенности интродуцированных древесно-кустарниковых растений Уральского сада лечебных культур. Физиологическое состояние древостоев лесопарка «Лесоводов России» при воздействии стрессов.

Темы занятий

- Изучение минерального питания древесно-кустарниковых растений.
- Изучение интенсивности фотосинтеза сенцев и саженцев древесных растений.
- Изучение периодичности роста и развития перспективных интродуцированных древесно-кустарниковых растений.
- Освоение перспективных методов размножения (различные способы прививок, в том числе зимняя, зелеными и одревесневшими черенками и др.).
- Знакомство с уникальной коллекцией древесно-кустарниковых растений Уральского сада лечебных культур.

## **VI. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ**

Для самоконтроля и проверки теоретических знаний по разделам физиологии растений рекомендуется использовать «Аттестационные педагогические измерительные материалы» (Крючков, 2010).

Темы работ

Функциональная морфология и биохимия растительной клетки.

Структура и биологические особенности воды. Теория водного режима.

Влияние условий внешней среды на фотосинтез. Принципиальное отличие фотосинтеза отдельно стоящего дерева и дерева, растущего в насаждении.

Видовая специфика дыхания. Соотношение фотосинтеза и дыхания и продуктивности лесных фитоценозов.

Морфология почвенных микроорганизмов. Трансформация растительного сырья микроорганизмами.

Система регуляции метаболизма веществ в растениях. Применение регуляторов роста и удобрений в лесном хозяйстве, виды удобрений.

Физиологические основы прорастания семян. Физиологические основы цветения и оплодотворения растений.

Физиология стресса. Устойчивость растений к фитопатогенным грибам и насекомым. Тестирование.

## **VII. НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Основные формы и методы научных исследований по теме «Разработка биологических основ интродукции перспективных плодовых, лекарственных и декоративных растений в УСЛК» в период прохождения аудиторных занятий, самостоятельной работы студентов, прохождения учебной практики и выполнения дипломных работ сводятся к следующим:

- чтению проблемных лекций по наиболее важным и перспективным направлениям в области физиологии древесных растений;
- проведению самостоятельных исследований;
- организации научных исследований для студентов, обучающихся по индивидуальному плану;
- вариативности опытов при постановке лабораторных экспериментов и прохождении учебной практики;
- освоению студентами современных методов анализа растений;
- чтению дополнительной литературы при подготовке заданий по самостоятельной работе;
- подготовке рефератов и переводу иностранных научных работ по теме;
- написанию отчета по результатам исследований в период прохождения учебной практики и его защите;
- знакомству с физиологической лабораторией научно-исследовательского института экологической токсикологии;
- выполнению выпускной квалификационной работы.

## **VIII. УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА**

Летняя учебная практика по физиологии растений является одним из важных видов учебной работы. Она вводит студентов в работу по экологической физиологии древесных растений и их сообществ и позволяет познакомиться с современными методами исследования и оборудованием научной лаборатории института экологической токсикологии и лаборатории физиологии растений университета.

Задача учебной практики сводится к закреплению теоретических знаний студентов лесных вузов в области физиологии древесных растений прежде всего постановкой таких опытов, которые нельзя провести в условиях лабораторного практикума. Непременным условием прохождения учебной практики является обязательная регистрация напряженности факторов внешней среды в период проведения экспериментов. Важным условием для успешного прохождения учебной (летней) практики является наличие материально-технической базы и объектов: Уральского сада лечебных культур (УЛК-1 и УЛК-2), дендрария, лесного питомника.

Содержание учебной практики. Знакомство с особенностями прохождения учебной практики по физиологии растений, уникальной коллекцией древесных растений единственного в России Уральского сада лечебных культур и др.

Изучение минерального питания растений УСЛК. Проведение с помощью экспресс-методов анализа листьев и почв на содержание важнейших макроэлементов. Листовая диагностика. Изучение интенсивности фотосинтеза растений, активности ряда ферментов и содержания хлорофилла. Изучение периодичности роста и развития древесных растений. Оценка влияния регуляторов роста на укореняемость черенков различных пород. Освоение и проведение зеленого черенкования. Математическая обработка результатов исследования и защита отчета.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Алехина, Н.Д. и др. Физиология растений [Текст] / Н.Д. Алехина, Ю.В. Балнокин [и др.]. М. 2005. 630 с.
2. Веретенников, А.В. Физиология растений [Текст] / А.В. Веретенников. Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2006. 480 с.
3. Кожевников, А.П. и др. Основные направления, темы и методика по выполнению выпускных квалификационных работ по кафедре ботаники и защиты леса [Текст] / А.П. Кожевников [и др.]. Екатеринбург, 2009. 98 с.
4. Крючков, В.А. Физиология растений: метод. указ. по самостоятельной работе, контрольные задания для студ. спец. 250201 «Лесное хозяйство», 250203 «Садово-парковое и ландшафтное строительство» направления 250100 «Лесное дело» дневной, очно-заочной, заочной и сокращенной форм обучения. Екатеринбург, 2011. 32 с.
5. Крючков, В.А. Практикум по физиологии древесных растений [Текст] / В.А. Крючков, И.К. Булатова. Екатеринбург: УГЛТУ, 2006. 210 с.
6. Крючков, В.А. Уральский сад лечебных культур им. проф. Л.И. Вигорова [Текст] / В.А. Крючков, А.П. Петров, Л.А. Ладейщикова. Екатеринбург, 2006. 208 с.
7. Крючков, В.А. Аттестационные педагогические измерительные материалы для студентов ЛХФ очной, заочной, сокращенной форм обучения по специальности и направлению: 250100 «Лесное дело», 250201 «Лесное хозяйство», 250203 «Садово-парковое и ландшафтное строительство». Екатеринбург, 2010. 41 с.
8. Кузнецов, В.В. Физиология растений [Текст] / В.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. М., 2006. 730 с.
9. Медведев, С.С. Физиология растения [Текст] / С.С. Медведев. С.Пб., 2004. 335 с.

### Дополнительная

1. Крамер, П. Физиология древесных растений [Текст] / П. Крамер, Т. Козловский. М.: Лесн. пром-сть, 1983. 463 с.
2. Крючков, В.А. Редкие плодовые и декоративные растения [Текст]: учеб. пособие / В.А. Крючков. Свердловск: УГЛТУ, 1995. 45 с.
3. Крючков, В.А. Физиология растений с основами биохимии. Рост и устойчивость [Текст]: учеб. пособие. Свердловск: УПИ, 1989, 116 с.
4. Крючков, В.А. Физиология растений с основами биохимии. Размножение древесных растений [Текст]: учеб. пособие. Свердловск: УЛТИ, 1992, 104 с.
5. Лир, Х. Физиология древесных растений [Текст] / Х. Лир, Г. Польстер. М., 1974. 424 с.
6. Физиология сосны обыкновенной [Текст] / под ред. Е.С. Прокушкина. Новосибирск: Наука, 1990. 248 с.



В.А. Крючков

# ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Екатеринбург  
2011