

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ставропольский государственный аграрный университет»

ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ
(Курс лекций)
Учебное пособие
(2 издание дополненное)

Ставрополь

2021

Рецензент:

Лысенко А.В. – доцент, доктор географических наук, заведующий кафедрой физической географии и кадастров Института наук о Земле Северо-Кавказского федерального университета (СКФУ).

Экология растений: учебно-методическое пособие к лекционно-практическим занятиям / авторы-составители: Е. Е. Степаненко Т. Г. Зеленская, В. А. Халикова, С.В. Окрут, И.Н. Чадова, М.С. Бабанский – Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь, 2021. – 97 с.

В учебно-методическом пособии представлены лекционный материал и практические задания по курсу «Экология растений» для направления 05.03.06 «Экология и природопользование». Решение представленных задач предусматривает теоретические знания основных принципов экологии. Направление подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» включает методические разработки к практическим занятиям, оценочные средства для текущего и итогового контроля знаний, глоссарий, позволяет сформировать профессиональные компетенции в научно-исследовательской, проектно-производственной, экспертно-аналитической и контрольно-ревизионной деятельности.

Пособие составляет практическую часть учебного процесса по дисциплине «Экология растений» для студентов, обучающихся по специальности «Природопользование» и направлению «Экология и природопользование».

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
Лекция 1. ПОНЯТИЕ «ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ», СВЯЗЬ С ДРУГИМИ НАУКАМИ	5
Лекция 2. РАСТЕНИЕ И СРЕДА ЕГО ОБИТАНИЯ.....	5
Лекция 3. ВЛИЯНИЕ РАСТЕНИЙ НА СРЕДУ.....	29
Лекция 4. ЖИЗНЕННЫЕ ФОРМЫ РАСТЕНИЙ.....	31
Лекция 5. ЭКОЛОГИЯ ГОРОДСКИХ РАСТЕНИЙ.....	37
ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	
Занятие 1. Влияние условий освещённости на растения	50
Занятие 2. Влияние условий увлажнения на растения.....	54
Занятие 3. Влияние водной среды на растения	59
Занятие 4. Влияние низких и высоких температур на растения...	61
Занятие 5. Роль воздуха в жизни растений	65
Занятие 6. Влияние почвенных условий на растения.....	69
Занятие 7. Влияние биотических факторов на растения.....	74
Занятие 8. Сезонные явления в жизни растений.....	81
Занятие 9. Охрана растительного мира. Растения Ставрополь- ского края, занесённые в Красные книги России и Ставропольского края.....	86
Глоссарий.....	89
Список вопросов для подготовки к зачета.....	94
Список использованной литературы	96

ПРЕДИСЛОВИЕ

Курс «Экология растений» предназначен для формирования у студентов понимания основ экологии.

В результате изучения дисциплины студент должен знать: значение понятия «экология растений», особенности взаимодействия различных таксономических групп растительных организмов и их отдельных представителей с факторами окружающей среды и друг с другом, основы сохранения и восстановления фитоценозов, изучение эколого-биологических и эколого-географических основ функционирования растительных сообществ, основы корректировки и восстановления растительных сообществ.

Также студент должен приобрести навыки проведения оценки воздействия на окружающую среду, экологической документации, технологий, новой техники и иных проектов, отражающих деятельности предприятий в сфере охраны окружающей среды.

При изучении дисциплины «Экология растений» важное значение имеет приобретение практических навыков решения конкретных задач в данной области. В связи с этим целью данного учебного пособия является закрепление теоретических знаний по экологическому обоснованию предпроектной, проектной документации предприятий; овладение приемами и методами оценок воздействия на окружающую среду, экологического нормирования, формирование профессионального экологического мышления.

Выполнение практических занятий рассчитано на аудиторную нагрузку, но с учетом самостоятельной подготовки студентов к каждому занятию. Самостоятельная подготовка включает повторение лекционного материала, а также работу с рекомендованной литературой. Кроме того, основной базовый материал, необходимый для выполнения расчетно-аналитических задач, представлен в данном учебном пособии.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛЕКЦИЯ 1

ПОНЯТИЕ «ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ», СВЯЗЬ С ДРУГИМИ НАУКАМИ

Экология растений — раздел экологии, изучающий взаимозависимости и взаимодействия между растительными организмами, а также между растениями и средой их обитания.

Экологическая наука вбирает в себя ряд других наук: физику, химию, метеорологию, физиологию растений, биохимию, агрохимию, морфологию растений, почвоведение и др. Ее интересует среда обитания – часть природы, окружающая живые организмы и оказывающая на них прямое и косвенное воздействие. Элементы среды обитания, нужные для растений, называются факторами жизнедеятельности растений. Экология познает эти факторы в их совокупном воздействии на рост, развитие и продуктивность растений; изучает противоречия между средой и растениями и пути их разрешения, влияния растений на среду.

В природе каждый растительный вид использует лишь определенную (небольшую) часть энергетических и материальных ресурсов и занимает свое место в пространстве и времени. Это место называется экологической нишей. В дикой природе эта ниша позволяет до некоторой степени ослабить конкуренцию со стороны других видов, а в культуре человек совершенно избавляет растения от этого, используя только их полезные взаимодействия друг с другом.

ЛЕКЦИЯ 2

РАСТЕНИЕ И СРЕДА ЕГО ОБИТАНИЯ

Цель занятия: изучить способы проведения фенологических наблюдений. Жизнь растения, как и всякого другого живого организма, представляет сложную совокупность взаимосвязанных процессов; наиболее существенный из них, как известно, обмен веществ с окружающей средой. Среда является тем источником, откуда растение черпает пищевые материалы, затем перерабатывает их в своем теле, создавая такие же вещества, как те, из которых состоит тело растения,— совершается усвоение почерпнутых из среды веществ, их **ассимиляция**. Одновременно с этим процессом в организме совершается разрушение составных частей тела; разложение их на более простые. Этот противоположный процесс называют **диссимиляцией**. Ассимиляция, диссимиляция, неразрывно связанное с ними поступление веществ из окружающей среды и выделение в среду ненужных, отработанных — все это и есть **обмен веществ**. Следовательно, обменные явления тесно связывают организм растения со средой. Связь эта двоякая. Во-первых, растение оказывается зависимым от среды. В среде должны быть все необходимые для жизни растения материалы. Недостача, тем более отсутствие той или иной категории пищевых материалов должны привести к замедлению или даже прекращению жизненных явлений, к смерти. Во-вторых, поглощая из среды питательные вещества и выделяя в среду продукты своей жизнедеятельности (например, в форме опадающих листьев, омертвевших поверхностных слоев коры и т. п.), растение изменяет окружающую его среду. Следовательно, не только растение зависит от среды, но и среда всегда в какой-то мере зависит от растений.

Изменения среды растениями связаны не только с внесением в нее продуктов обмена веществ, но и с той физической работой, которую осуществляет растение. Когда корни растения внедряются в почву, они производят механическую работу разрушения или местного уплотнения субстрата. Работа, производимая растением, не ограничивается механическим воздействием на субстрат. В сущности, все физиологические функции растения представляют определенные формы работы. Это подводит к представлению о связях между растениями и средой и в ином плане: всякая работа связана с затратой энергии. Но энергия, как известно, «не исчезает и не творится вновь». Поэтому если растение расходует энергию, то, очевидно, оно должно откуда-то ее получать.

Источником энергии для растений, содержащих хлорофилл, служит лучистая энергия света, за счет которой растение строит органическое вещество, содержащее как бы законсервированную энергию. У растений, не имеющих хлорофилла, например грибов, источником энергии служит органическая пища, т. е. либо само созданное зеленым растением органическое вещество, либо оно же, но в форме, уже измененной другими организмами.

Энергия, в той или иной форме поступающая в растения, претерпевает в нем сложные изменения, выделяясь в конечном счете в окружающую среду. Можно сказать, что связь между растением и средой не ограничивается обменом и преобразованием веществ — параллельно этому совершается и энергетический обмен.

Среда жизни растения неоднородна, в составе ее можно отличить много компонентов, тесно связанных друг с другом. Каждый из элементов среды, оказывающий воздействие на организм, называют **экологическим фактором**. Разнообразие экологических факторов

можно объединить в две категории: факторы биотические и факторы абиотические.

2.1 Влияние биотических факторов на растения

Факторы биотические — это организмы, окружающие данное растение. Они могут влиять на растение двояко. Очень часто мы встречаемся с тем, что организмы, окружающие данное растение, изменяют физическую среду жизни растения, влияя на ее температурный режим, на влажность воздуха, на освещенность и пр. Кроме такого опосредствованного воздействия, передаваемого через среду влияния, биотические факторы оказывают и непосредственное воздействие. Так, многие животные питаются определенными органами растений и целыми растениями (травоядные животные, паразиты из животного и растительного мира). В других случаях живые организмы оказываются более или менее полезными, способствуя оплодотворению растений (опылители), а также распространению семян. Биотические факторы обычно находятся в сложных взаимных связях.

Часто бывает так, что влияние, например, какого-нибудь животного на данное растение осуществляется через целую цепь живых звеньев. Птица, уничтожая насекомых-опылителей, может повлиять на возникновение и численность потомства данного растения.

Биотические факторы объединяют все организмы животной и растительной природы и микроорганизмы, которые могут оказать то или иное влияние на жизнь данного растения, его особей или совокупностей особей (популяций), а через это и на жизнь вида. Биотические факторы крайне разнообразны благодаря огромному видовому разнообразию организмов и специфичности жизнедеятельности

каждого вида. Биотические воздействия на растения бывают прямыми (например, поедание травы животным) и косвенными (изменение среды, в которой живет растение). Если при прямых воздействиях важно иногда воздействие одной особи животного существа на растение, то косвенное влияние становится, как правило, заметным, если оно складывается из деятельности многочисленных особей. Впрочем, прямые и косвенные влияния не всегда можно разграничить. Животные уничтожают растения (съедают, вытаптывают), выступают в роли переносчиков семян и плодов и воздействуют на растения как опылители. Влияние опылителей огромно, особенно в случаях, когда цветки растения приспособлены к опылению только одним опылителем или очень ограниченным кругом их.

Большую роль в жизни растений играет животный мир почвы. Животные подгрызают корни, размельчают и переваривают остатки растений, передвигаются в почве, разрыхляя ее, пропуская через кишечник частицы почвы, изменяют их химизм и строение. Земляные муравьи и землеройки из числа позвоночных (кроты, суслики, мышевидные грызуны) насыпают холмики на поверхности почвы, создавая условия для поселения сорных растений.

При массовом распространении роющих животных они превращают всю площадь какого-нибудь сообщества (луга, степи и т. п.) в неустойчивую среду, где свежие холмики из выбросов на поверхность материалов более глубоких почвенных горизонтов чередуются с соседними участками, еще не покрытыми выбросами. Холмики, насыпанные роющими животными, отличаются от соседних, еще не засыпанных площадей в химическом отношении, особенно если выносимый на поверхность материал извлекается из заметной глубины.

Тогда может возникнуть местное засоление или, наоборот, опреснение субстрата. Отличаются такие холмики и в физическом отношении — плотностью сложения, размерами и прочностью структуры. Кроме того, здесь устанавливается особый режим водоснабжения. Выступая над общим уровнем поверхности, они легче иссушаются. В целом поверхностные образования такого рода образуют отличную от соседних точек среду жизни растений — благоприятную для одних организмов и мешающую развитию других. С течением времени, по мере того как возникают новые сурчины и сусликовины, старые размываются дождями и разрушаются ветрами. Атмосферные воды вымывают из них растворимые соединения, вновь унося их в глубины почвы. Через некоторое время эдафические условия жизни на месте прежних выбросов сравниваются с окружающей ровной площадью.

На этом примере наглядно видно, что деятельность животных может дифференцировать, разнообразить даже такой, казалось бы, консервативный элемент среды растительной жизни, как почва,— продукт очень длительного исторического изменения поверхностных выходов геологических напластований под совместным влиянием климата и организмов.

Влияние растений на другие растения также разнообразно. Отметим прежде всего влияние паразитов. Особенно многочисленны они среди грибов. Таковы ржавчинные, головневые грибы и многие другие, способные быстро распространяться и охватывать своим вредоносным действием огромные количества особей растения-хозяина.

Паразиты представляют такую форму односторонне выгодного

сожительства, когда между растениями устанавливается принужденный обмен веществ. Случаи, когда хозяин способен не только оказывать сопротивление паразиту, но и извлекать из него некоторую пользу, послужили, вероятно, основой выработки в процессе эволюции особой формы сожительства (взаимопаразитизма), причем достаточно устойчивой и производящей впечатление «мирного сожительства». Такое сожительство называется симбиозом. Примерами могут служить микоризы, лишайниковые симбиозы.

Сожительство растений может быть и без прижизненного обмена веществ. В этих случаях растение, живущее на другом, используя последнее только как место прикрепления, называют эпифитом. Частным случаем эпифитизма являются эпифиллы, т. е. растения, использующие в качестве опоры только листья другого растения. Эпифиты и эпифиллы могут заметно влиять на свой субстрат, затрудняя газообмен и другими путями.

Сходную по отсутствию прижизненного обмена веществ категорию представляют лианы — растения, имеющие недостаточно твердые и устойчивые стволы и ветви достаточно высоких растений или обвиваются вокруг их стволов, порою мешая росту последних в толщину («душители деревьев»).

Но чаще всего влияние фитобиотического фактора проявляется в форме изменения среды данного растения жизнедеятельностью окружающих его прочих растений. В основном это влияние видно в изменении световых условий, уменьшении нагрева, препятствии ночному охлаждению, в задержании части осадков, повышении влажности воздуха, иссушении почвы корнями, а также в конкурен-

ции за элементы минерального питания и за воду.

Влияние абиотических факторов на растения Факторы абиотической группы, подобно биотическим, тоже находятся в определенных взаимодействиях. Например, при отсутствии воды элементы минерального питания, находящиеся в почве, становятся недоступными растениям; высокая концентрация солей в почвенном растворе затрудняет и ограничивает поглощение растением воды; ветер усиливает испарение и, следовательно, потерю растением воды; повышенная интенсивность света связана с повышением температуры среды и самого растения. Подобного рода связей известно много, иногда при ближайшем исследовании они оказываются очень сложными.

Изучая взаимоотношения между растениями и средой, нельзя противопоставлять биотические и абиотические компоненты среды, представлять эти компоненты самостоятельными, изолированными друг от друга; наоборот, они тесно связаны, как бы взаимопроникают друг в друга.

Так, пожизненные остатки всех растений (и животных), попадая в субстрат, изменяют его (влияние биотическое), привнося, например, элементы минерального питания, находившиеся в связанном состоянии в теле организмов; за счет этих элементов (влияние абиотическое) в какой-то степени возрастает плодородие субстрата, а это отражается на количестве растительной массы, т. е. в усилении биотического компонента среды (фактор биотический). Подобный простой пример показывает, что и биотические и абиотические факторы теснейшим образом переплетаются. Таким образом, окружение каждого растения рисуется как единство, как целостное явление, назы-

ваемое средой.

Абиотические факторы делят на три группы — климатические, эдафические (по чвенно- грунтовые) и орографические (связанные со строением земной поверхности). Первые две группы объединяют факторы, непосредственно своим влиянием определяющие те или иные стороны жизнедеятельности растения. Орографические факторы в основном выступают в роли видоизменяющих влияние прямодействующих.

Среди климатических факторов важное место в жизни растений занимают свет и тепло, связанные с лучистой энергией солнца; вода; состав и движение воздуха. Атмосферное давление и еще некоторые явления, входящие в понятие климата, существенного значения в жизни и распределении растений не имеют.

Свет и тепло поступают на Землю от Солнца. Энергетический поток, проходя через атмосферу, ослабляется, причем наиболее ослабевает ультрафиолетовый участок спектра. Ослабление потока солнечной энергии зависит от толщи атмосферы, которую проходят солнечные лучи, а следовательно, от географической широты, сезона и времени суток. Очень важно иметь в виду, что количество энергии, получаемое единицей земной поверхности, зависит от угла наклона поверхности, воспринимающей энергетический поток. Расчеты показывают, что на широте Ленинграда (60° с. ш.) южный склон крутизной 20° получает несколько большее количество солнечной радиации, чем горизонтальная поверхность на широте Харькова (50° с. ш.). В то же время на широте Харькова северный склон, имеющий крутизну 10° , получает меньшее количество солнечной радиации, чем горизонтальная поверхность на широте Ленинграда.

Поток энергии, достигающий твердой и водной оболочек Земли (литосферы и гидросферы), качественно отличен от того, который вступает в верхние разреженные слои атмосферы. От всей ультрафиолетовой радиации на земную поверхность попадают только сотые и тысячные доли калорий на 1 см² в минуту, и здесь вовсе не обнаруживаются лучи с длиной волны 2800

—2900 А, в то время как на высоте 50— 100 км ультрафиолетовая радиация содержит еще весь диапазон волн, включая и самые короткие.

Лучи с длиной волны, от 3200 до 7800 А, охватывающие видимую (человеком) часть спектра, составляют лишь небольшую часть потока солнечной энергии, достигшей поверхности Земли.

2.2.1 Влияние освещенности, температуры и влажности на растительные организмы

Большое значение в жизни растений имеют физико-химические факторы. Значение света в жизни растений огромно. С участием света протекают процессы фотосинтеза. При лучших условиях освещенности растения растут и развиваются более интенсивно, увеличивается их плодоношение и улучшается качество семян.

Своеобразный световой климат создается в лесу, где преобладает рассеянный свет. Древесные плоды испытывают различную потребность в свете. Различают растения светолюбивые, умеренно теневыносливые и теневыносливые.

Проф. М. К. Турский распределил древесные породы от наиболее светолюбивых до теневыносливых следующим образом: лиственница, береза, сосна, осина, ива, дуб, ясень, клен, ольха, ильм,

граб, ель, бук, пихта.

Растения, обычно живущие при достаточной освещенности, попадая в затененные условия, развивают этилированные, (лишенные зеленой окраски) побеги. Это хорошо видно, например, на побегах картофеля, развившихся в темноте.

Существенное значение тепла в жизни растений очевидно. Тепловым режимом в значительной степени обуславливаются состав растительности и географическое распределение растений. Различают растения тропического, умеренного и холодного климата. Недостаток тепла, особенно в период вегетации, или чрезмерно низкие зимние температуры препятствуют продвижению многих растений на север, вызывают безлесье тундры и альпийских зон. Умеренный климат лесной зоны благоприятствует произрастанию ели, пихты, кедра, но не допускает существования теплолюбивых пород — эвкалипта, пальм и др.

Температура оказывает большое влияние на физиологические процессы у растений, в том числе и на фотосинтез. Фактически жизнедеятельность растений может протекать лишь в определенных температурных пределах.

Принято различать холодостойкие растения, легко переносящие длительные пониженные температуры, морозостойкие, не погибающие при морозах и переносящие промерзание, и зимостойкие, переносящие как морозы и промерзание, так и другие неблагоприятные условия зимнего периода, например высыхание при ветрах.

Поврежденные морозом части растения чернеют, листья теряют тургор, высыхают и погибают.

Большой вред растениям приносят поздние весенние и ранние

осенние заморозки. Страдают от них обычно молодые, неодревесившие побеги, например у молодых дубков и елочек, произрастающих на свободе.

Определенный вред растениям приносят и высокие температуры. Неблагоприятное действие высоких температур может проявляться у древесных пород в виде ожогов коры и опала шейки корня. От солнечного ожога страдают особенно сильно породы, имеющие гладкую тонкую кору: бук, граб, пихта. Опал шейки корня плохо переносят сеянцы сосны и дуба. Высокие температуры могут вызвать ожог и покраснение хвои у ели и пихты.

Влага наряду с теплом является решающим фактором в зональном распределении растительности.

Подавляющая масса растений, живущих на суше, в качестве основного источника воды использует почвенные и отчасти грунтовые ее запасы.

В зависимости от потребности во влаге все-растения делятся на три основные группы: гигрофиты, мезофиты и ксерофиты.

Гигрофитами называются растения, произрастающие в условиях избыточного увлажнения. Из числа гигрофитов нашей флоры можно назвать болотный подмаренник, черную ольху.

Мезофиты — растения, обитающие при достаточном увлажнении, т. е. на свежих и влажных почвах. В эту группу входят древесные и кустарниковые породы (береза, дуб, ель, липа, лещина, крушина), луговые травы (клевер, костер, тимофеевка), лесные травянистые растения (копытень, ландыш, сныть).

Ксерофиты — растения, которые могут расти в сухих условиях, испытывая физическую или физиологическую сухость среды (тама-

рикс, джужгун, саксаул).

Огромная роль в круговороте влаги на земном шаре принадлежит древесной растительности. Она регулирует расход влаги, обеспечивая равномерное питание рек водой, особенно в летние, засушливые месяцы. Перехватывая наземный сток воды, лес превращает его во внут- рипочвенный, чем-предохраняет поля от размыва, а реки — от наводнений и заилений. В горных районах леса предотвращают образование селевых потоков.

Лес благотворно влияет и на водный режим окружающей местности. Леса обычно вызывают увеличение количества выпадающих осадков примерно на 10% преимущественно за счет конденсации водяных паров летом и изморози зимой. Летом, в тихую ясную погоду, охлажденный над лесом, насыщенный влагой, более тяжелый воздух опускается, растекаясь к открытым пространствам, вытесняя вверх более нагретый и легкий воздух. При этом более влажный воздух уменьшает сухость воздуха над полями и лугами на значительном расстоянии от леса.

Создание полезных защитных лесных полос в степных районах и повышение лесистости в лесостепи ослабляет пагубное влияние сухих ветров на растительность лугов и полей, способствует увеличению облачности, что обеспечивает в засушливый период снижение температуры воздуха, повышение его влажности.

2.2.2 Фотопериодизмы

Еще в начале 20-х годов XX в. было установлено, что сроки цветения многих растений можно сдвигать, изменяя соотношение между освещенной и неосвещенной частями суток. С этой точки зрения

различают три группы растений. У растений длинного дня, поставленных в условия кратковременного ежесуточного освещения, наступление цветения задерживается и его может даже совсем не быть. В противоположность этому растения короткого дня ускоряют наступление цветения при кратком периоде ежесуточного освещения, и, наоборот, цветение у них запаздывает или вовсе не осуществляется при длинном дне. Третью группу составляют растения, у которых изменения длины дня не вызывают сдвигов во времени цветения.

Различное отношение к длине дня растений двух первых групп отражается на их географическом распространении и, возможно, связано с местом их возникновения. Если растение возникло в низких широтах, где день относительно короток, то такой вид должен был приспособиться к этому световому режиму. При расселении в область высоких широт такое растение может встретить препятствие в виде несоответствующей его потребностям большой продолжительности освещенной части суток. Не достигая плодоношения, оно окажется лишенным возможности дальнейшего распространения. Аналогичное можно сказать и о длиннодневных растениях.

Отметим и то, что от освещения зависит иногда прорастание семян. У многих растений семена прорастают только в темноте. Это значит, что в природной обстановке семя должно обязательно оказаться в почве или под покровом подстилки (полуразложившиеся листья и другой опад). Надо ожидать, что в подобных случаях семена «пользуются услугами», например, животных, которые вовлекают семена в почву или под слой подстилки, или же «должны дожидаться» того времени, когда над отделившимся от материнского растения семенем накопится достаточно толстый и плотный слой опада.

Например, семена *Nigeria sativa* на свету не прорастают, в темноте же стопроцентное прорастание наступает уже через несколько дней. А семена *Elatine alsinastrum* годами могут лежать в темноте не прорастая, а на свету полное прорастание происходит в течение 2,5 недели. Более детальное исследование поведения семян вербейника позволило установить, что под действием облучения в 200 м/свеч в течение 5 мин прорастает более 40% семян, а для того, чтобы добиться этого результата при освещении 5 м/свеч, нужно облучать их около 3 ч. В некоторых случаях установлено, что для прорастания семян важна не только интенсивность света, но и его определенный качественный состав.

2.2.3 Состав и движение воздуха

Состав и движение воздуха. Газовая фаза среды обитания наземных растений служит для них резервуаром углекислого газа. Его содержится в воздухе в среднем, всего 0,03%, но его потребление в процессе фотосинтеза постоянно пополняется за счет дыхания животных, микро- и макроорганизмов почвы и животного населения океана, сжигания огромных масс органического вещества (топливо) и, наконец, выделений из недр Земли. В результате в атмосфере поддерживается такое количество углекислого газа, которое сравнительно мало (в абсолютных показателях) отклоняется от средней нормы. Более или менее заметные отклонения ограничены и в пространстве, и во времени.

Содержащийся в воздухе кислород (21%) используется растениями и животными при дыхании.

Наиболее обильный (79,5%) газ атмосферы — азот — подав-

ляющей массой растений не усваивается. Нуждаясь в этом химическом элементе, растения потребляют его в виде азотсодержащих соединений. Только очень немногие растения (некоторые бактерии, сине-зеленые водоросли) удовлетворяют свою потребность в азоте за счет запасов этого газа в воздухе. Значение таких азотфиксирующих растений огромно, они обогащают почву азотсодержащими соединениями.

Иногда существенную роль играют ядовитые газовые примеси, имеющие значение главным образом в местностях с высокоразвитой индустрией. Наиболее существенная роль принадлежит двуокиси серы. Это кислородное соединение серы сильно подавляет рост растений. Ядовитое действие начинается уже при содержании одной объемной части двуокиси серы в 200 000—500 000 объемов воздуха. Во многих промышленных центрах наблюдается значительно более высокая концентрация этого газа.

На жизнь растений большое влияние оказывает и движение воздуха. Роль его разнообразна. Общеизвестно, что воздух является важным фактором распространения растений, переносчиком семян, плодов и тем более спор растений. Он играет большую роль в опылении растений: все голосеменные растения ветроопыляемы, ветром же переносится пыльца и многих покрытосеменных растений. Кроме того, ветер действует на растения иссушающе, вследствие того что во время ветра порции воздуха, обогащенные паром, выделенным растением, уносятся и заменяются более сухими. Но новые порции воздуха могут принести и новые дозы углекислого газа. Ветер несколько охлаждает растение, однако если воздух содержит много сильно нагретых пылевых частиц, то температура вокруг рас-

тения может значительно повыситься. В целом влияние ветра сложно и разнообразно. Ветер иногда вызывает значительные изменения в облике растения. Это касается главным образом одиночных деревьев, растущих на берегу моря и в горах, где преобладают ветры одного направления и большой силы; иссушающее воздействие ветра сказывается в основном на наветренной стороне кроны. Здесь иссушение листьев может значительно возрасти вследствие изгиба листьев очень сильным ветром. При этом воздух, заполняющий межклетники, выжимается наружу, благодаря чему иссушение резко возрастает. Сильное иссушение приводит к замедлению роста ветвей с наветренной стороны дерева, и в итоге формируется односторонняя, асимметричная крона, иногда вовсе лишенная ветвей с наветренной стороны (рис. 56). Ураганные ветры не только обламывают крупные ветви, но и валят даже целые деревья. Ураган может погубить лес на большой площади лесопокрытой местности.



Рис. 56. Влияние ветра на обычно правильную крону можжевельника *Juniperus excelsa*. Крым, берег моря; флагообразная крона.

Механическое и иссушающее действие постоянных ветров в

процессе эволюции привело к возникновению своеобразных жизненных форм растений.

Следовательно, чтобы оценить конкретную климатическую обстановку в каком-нибудь географическом пункте, надо мысленно обобщить действие и взаимодействие всех климатических факторов и суммировать все изменения погоды в данном месте в течение года. Приблизительно это можно определить с помощью климадиаграмм. При построении климадиаграмм учитывают наиболее мощные и важные для растений климатические характеристики — влажность и тепловые условия. Так, изображенные на рисунке климадиаграммы для Москвы, Каира и Дуалы (Камерун) показывают резкое своеобразие климата каждого из этих пунктов. Конечно, климадиаграммы не учитывают еще ряда экологически важных особенностей климата: общее количество солнечной энергии, число безоблачных дней в году и их распределение, господствующие ветры, их направление по сезонам года и скорости и т. п. Но все эти показатели могут быть использованы дополнительно для выявления более тонких отличий между климатами со исходными климадиаграммами.

2.2.4 Эдафические факторы

Эдафические факторы определяются свойствами субстрата. Субстрат может быть незначительно затронут процессами физического выветривания или в результате воздействия организмов поверхностный слой невыветренной породы ее превращается в почву. Почва — тело сложного состава с закономерным взаимоположением отличающихся друг от друга слоев (или горизонтов). Термин «почва» применяется иногда не только к почвам сформированным, но и

формирующимся и даже к субстратам, еще не затронутым почвообразовательным процессом. Почва играет в жизни растения роль среды укрепления, водоснабжения и минерального питания.

Оценивая почву как среду укрепления, надо учитывать, что для укрепления в почве растение должно проникнуть в нее корнями (или ризоидами) и расти в ней. С этой точки зрения слитные массы твердых горных пород, проникновение в которые возможно только по трещинам или вследствие химического разрушения породы самим растением, существенно отличаются от рыхлых песчаных наносов или измельченных продуктов длительного физического и химического разрушения. Между этими иррациональностями возможны многочисленные переходы. Прочная же связь растения с почвой необходима, так как у большинства высших растений только ею обеспечивается возможность непрерывного развития особи. Отрыв от субстрата ставит растение на грань гибели.

Роль почвы в качестве среды, снабжающей растение водой, весьма велика, и различные почвы в этом отношении очень неодинаковы. Прежде всего почва должна удерживать воду.

Вода атмосферных осадков, достигающая уровня грунтовых вод, присоединяется к грунтовым водам. Часть грунтовой воды под действием капиллярных сил несколько поднимается вверх. Грунтовая вода и вода капиллярной каймы доступны растению, если оно способно преодолеть корнями толщу субстрата, лежащую выше. Мощность этой толщи, очевидно, определяется глубиной залегания грунтовой воды.

Вода атмосферных осадков, выпадающая на поверхность почвы,

доступна растениям в меру того, насколько она впитывается в почву и удерживается ею. Удерживаемая почвой вода может находиться в разных состояниях. Коллоидные (глинистые и гумусовые) почвенные частицы обладают отрицательным электрическим зарядом, и на их поверхности с огромной силой удерживается несколько слоев молекул воды. Эта вода прочносвязанная, или гигроскопическая. Но сила притяжения, которой обладают почвенные частицы, не исчерпывается даже при максимально возможном количестве гигроскопической воды. За счет неиспользованной силы притяжения вокруг почвенных частиц образуется более или менее толстый водный слой так называемой пленочной (рыхлосвязанной) воды. Она удерживается уже с меньшей силой, чем гигроскопическая, и отличается от нее еще и тем, что может передвигаться в жидкой фазе от частиц, где водная оболочка толще, к частицам, где она тоньше, в то время как гигроскопическая вода передвигается только при условии перехода ее в парообразное состояние. Движение пленочной воды крайне медленное, и сила тяжести на него влияния не оказывает. Прочая влага, находящаяся в почве, свободная и находится под влиянием силы тяжести и капиллярных сил.

Вся прочносвязанная (гигроскопическая) вода совершенно не усваивается растением и составляет «мертвый запас» влаги. Количество мертвый запас зависит от степени измельченности почвенных частиц. Чем они мельче, тем больше их совокупная поверхность, тем больше воды находится в прочносвязанном состоянии. Недоступность гигроскопической воды для растений объясняется огромными силами, с которыми она притягивается почвенными частицами и которые не способна преодолеть сосущая сила корней. Так,

устойчивое увядание растений начинается задолго до того, как в высушиваемой почве остается только гигроскопическая вода. Из этого следует, что некоторая часть пленочной воды тоже может быть недоступной растениям.

Для оценки субстрата как среды водоснабжения надо учитывать, что часть воды, попавшей в почву, может испариться. Потеря воды при испарении в атмосферу тем больше, чем больше измельчен субстрат и чем, следовательно, сильнее развита в нем система капиллярных полостей. Но при одной и той же степени измельченности трата воды на испарение может быть различной, если в одном случае почва бесструктурна, а в другом обладает водопрочной структурой. В последнем случае между структурными частицами возникают некапиллярные промежутки, прерывающие движение воды по капиллярам по направлению к поверхности почвы. Образование структурных отделеностей обусловлено наличием в почве цементирующих веществ, прежде всего гумуса. Кроме того, возникновению структуры способствует и непосредственное участие корней. Корни, пронизывая толщу субстрата, оказывают механическое давление и уплотняют его, а сеть корней в известной мере способствует обособлению структурных частиц.

Все это очень важно для понимания взаимоотношения между растением и почвенной средой его жизни. Гумус, или перегной, представляет бесструктурную органическую массу в почве, возникающую в результате разрушения органических остатков. Если такое важное свойство, как структура почвы, создается с определенным участием веществ растительного происхождения и при активном участии корней, то не только растения зависят от почвы, но и

почва зависит от растений. Кроме того, постоянное потребление воды растениями приводит к десукции почвы, дыхание корней влияет на состав почвенного воздуха, а следовательно, и на состав почвенного раствора.

К такому же выводу приводит рассмотрение почвы как источника

минерального питания. Растение извлекает из почвы целый ряд элементов в значительных или крайне малых количествах (микроэлементы). Все элементы поступают в растение преимущественно в виде ионов. Ионы находятся в почвенном растворе и беспрепятственно усваиваются растением, но многие элементы находятся в почве в составе сложных соединений и усваиваются растением из твердой фазы почвы. Изучение питания растений показало, что количественное соотношение минеральных элементов в растении и в почве разное, т. е. потребление минеральных веществ растением носит избирательный характер. Минеральное питание — процесс обменный, т. е., усваивая то или иное количество катионов или анионов, растение отдает в обмен на них эквивалентное количество других ионов и катионов (чаще всего H^+ и HCO_2 , которые образуются в результате выделения корнями углекислоты). Следовательно, минеральное питание растений до известной степени меняет химический состав почвы.

Кроме того, поглощенные растением минеральные вещества с опадом (отмершие листья, ветви) попадают на поверхность почвы или в самые верхние ее слои в составе более или менее сложных органических соединений. Органические соединения разрушаются гетеротрофными организмами: грибами, бактериями и др. В результате элементы минерального питания, добытые корнями, попадают на

поверхность почвы и в ее верхние горизонты. Происходит, следовательно, перераспределение минеральных веществ, обогащение верхних слоев почвы, доступных корням, за счет более глубоких — происходит миграция минеральных веществ. Итак, почва как среда минерального питания с поселением на ней растительности изменяется при активном воздействии растительности.

2.2.5 Рельеф

Рельеф. Принято различать три категории рельефа — макро-рельеф, мезорельеф и микрорельеф. Рельеф непосредственного влияния на жизнь растения не оказывает, но он дифференцирует поверхность и этим изменяет напряженность некоторых факторов. Следовательно, за счет рельефа увеличивается разнообразие местобитаний.

Макрорельеф создает на ограниченной площади настолько большую амплитуду высот, что в связи с этим возникает целая серия различных климатических комплексов; соответственно с высотой меняется и растительность. Вертикальная поясность горной растительности объясняется в первую очередь тем, что с высотой в горах меняется температура. Каждым 100 м подъема по вертикали соответствует снижение годовой температуры на 0,5—0,6С. В связи с этим меняются режим осадков и условия освещения. Изменение растительности с поднятием в горы (**вертикальная поясность**) иногда сходна с изменением растительности на равнине по мере движения от подножия данной горной системы в сторону полюса того же полушария (**горизонтальная зональность**).

В горах часто приходится встречаться со сложной картиной

размещения поверхностных выходов горных пород разного возраста, происхождения, физических свойств и химического состава. Они вынесены (в разных местах разные) из глубин или обнажены сопутствующим горообразовательному процессу размывом. Образовавшиеся в результате горообразования складки отделены долинами, а водные потоки, в течение больших промежутков времени бежавшие по склонам, создали сложную систему вторичных эрозионных долин, каждая из которых имеет свои склоны, уступы, водотоки. Горная местность всегда представляет массу разнообразных топологических элементов, каждый со своей экспозицией, со СВОИМИ углами наклона, с различной силой размывающего действия водных потоков и с почвами разной степени выработанности, формирующимися или сформировавшимися на разных горных породах. Не удивительно, что нередко исследователь флоры встречает в горах величайшее разнообразие видов растений, в основе обусловленное пестротой жизненных условий и тем, что расселение растений в горных районах часто сдерживается высотой хребтов, через которые

затруднен перенос семян. Горы часто выступают в роли настолько непреодолимых барьеров, что они становятся пограничными рубежами целых флор (Альпы и Пиренеи в Европе, Гималаи в Азии и др.).

Рельеф средних форм — мезорельеф — не может иметь столь обширного и разнообразного влияния на условия жизни растений, как макрорельеф, однако он в малом масштабе повторяет картину, наблюдаемую в горах. Если разница высот в 100 м снижает температуру на 0,5 °С, то вершины холмов на равнинах (где-нибудь в предгорьях Карпат или Урала, на Донецком кряже и т. п.) могут все-таки

создать «осеверенную» обстановку, пригодную для поселения леса среди степей. Северные и южные склоны, отличающиеся по инсоляции от горизонтальных плато, создают приют, соответственно, более северно и более южно распространенным растениям. Ложбины стока иной раз вскрывают водоносные пласты на склонах или пласты, своеобразные по составу породы. Со склонов в понижения стекает вода, вызывая появление вдоль водотоков более влаголюбивой растительности. Стекая со склонов, вода уносит поверхностные частицы почвы; часто наиболее плодородные откладываются в пониженных местах, создавая здесь особенно благоприятные условия минерального питания.

В равнинных местностях часто на фоне скудной растительности, покрывающей горизонтальные плато, иной раз попадаются сочлененные пышные пятна. Особенно заметны такие участки в середине лета среди разнотравных или луговых степей. И всегда такое пятно соответствует небольшому понижению, западине. Здесь создаются условия повышенного (сравнительно с соседними точками равнины) увлажнения, а дно такой западины понижено всего-то на несколько десятков сантиметров.

Чем ближе к районам, где летом бывает глубокая засуха, тем большее значение приобретают эти ничтожные понижения и повышения — элементы микрорельефа.

Рельеф создает разнообразие условий и комплексов растений в данной географической области. Благодаря рельефу фактическая площадь, пригодная для растений, возрастает.

ЛЕКЦИЯ 3

ВЛИЯНИЕ РАСТЕНИЙ НА СРЕДУ

Примеров воздействия отдельных растений, особенно целых их сообществ, на среду можно было бы привести много. Все они свидетельствуют о том, что растительные организмы в совокупности создают свой особый, внутренний климат — микроклимат. Их деятельность отражается на световом режиме, температурных условиях, влажности воздуха, распределении влаги в почве. Можно к этому прибавить, что под влиянием растительности изменяются ветровые потоки. Например, над кронами дубового леса в течение почти 500-часовых наблюдений только в 10% случаев был констатирован штиль (скорость ветра менее 0,7 м/сек), в то время как непосредственно над почвой этого леса штилевые промежутки времени составляли 98%.

Нередко думают, что лес как бы притягивает осадки, а после вырубки лесов осадков становится меньше. Из этого делают вывод, что характер растительности имеет прямое влияние на формирование местного климата. Действительно, некоторые данные, подтверждающие такое положение, имеются. Только увеличение количества осадков в облесенных местностях по сравнению с необлесенными невелико и достигает не более 6%. Есть также данные, что влажность воздуха в ближайших окрестностях лесных массивов бывает повышенной.

Более значительное участие леса в формировании влажности климата заключается в следующем. Массы воздуха, движущегося от Атлантического океана к востоку, проходя над Гольфстримом, обо-

гащаются влагой. Двигаясь над материком, воздух теряет влагу в виде осадков, но он может вновь обогатиться водяным паром за счет испарения с поверхности Земли. Наиболее мощным испарителем является лесная растительность, которая и становится поставщиком атмосферных осадков для районов, располагающихся восточнее и юго-восточнее по пути движения океанического воздуха, пришедшего с запада. Испаряя воду, растительный покров может вернуть в атмосферу тем большую часть полученной из нее воды, чем мощнее аппарат, испаряющий воду, и чем меньше атмосферных осадков уходит в виде стока за пределы испаряющего массива.

Лесная растительность не только является наиболее мощным испарителем влаги, но и в наибольшей степени предохраняет воду атмосферных осадков от поверхностного стока.

ЛЕКЦИЯ 4

ЖИЗНЕННЫЕ ФОРМЫ РАСТЕНИЙ

Термин жизненная форма в отношении растений был предложен в 80х гг. прошлого века известным ботаником Вармингом. Он понимал под этим понятием “форму, в которой вегетативное тело растения (индивида) находится в гармонии с внешней средой в течение всей его жизни, от колыбели до гроба, от семени до отмирания”.

Такое определение оказалось очень емким. Во-первых, оно подчеркивало, что жизненная форма растения не остается постоянной, а может меняться по мере взросления и старения. Во-вторых, в опре-

делении сказано, что важнейшую роль в становлении жизненной формы играет внешняя среда. Но это, конечно, не означает, что жизненная форма любого растения бесконечно пластична и зависит только от непосредственно действующих в данный момент условий. Каждый вид растений реагирует на внешние воздействия в рамках своих наследственно закрепленных возможностей. Земляника, например, не станет развесистым деревом даже в самой благоприятной для роста и ветвления обстановке. Говоря о гармонии с внешней средой, мы подразумеваем, что в сложившейся жизненной форме каждого вида проявляются черты наследственной, выработанной в процессе естественного отбора приспособленности к определенному комплексу внешних факторов.

Используя и обобщив предложенные в разное время классификации, отечественный ботаник И.Г. Серебряков предложил называть жизненной формой своеобразный габитус определенных групп растений, возникающий в результате роста и развития в определенных условиях – как выражение приспособленности к этим условиям.

В основу своей классификации И.Г. Серебряков положил признак продолжительности жизни всего растения и его скелетных осей. Он выделил следующие жизненные формы растений:

А. Древесные растения - Деревья

- Кустарники

- Кустарнички

Б. Полудревесные растения

- Полукустарники

- Полукустарнички

В. Наземные

травы

- Поликарпические травы (многолетние травы, цветут много раз)

- Монокарпические травы (живут несколько лет, цветут один раз и отмирают)

Г. Водные травы

- Земноводные травы

- Плавающие и подводные травы

Различие между деревьями, кустарниками, кустарничками, полукустарниками, полукустарничками и травянистыми растениями состоит помимо разной степени одревеснения их стеблей в продолжительности жизни и характере смены скелетных побегов в общей побеговой системе.

Жизненная форма дерева оказывается выражением приспособления к наиболее благоприятным для роста условиям. Больше всего видов деревьев – в лесах влажных тропиков (до 88% в амазонской области Бразилии), а в тундре и высокогорьях настоящих деревьев нет. В области таежных лесов деревья тоже господствуют в ландшафте, однако там они представлены всего несколькими видами. Не более 10–12% от общего числа видов составляют деревья и во флоре умеренной лесной зоны Европы.

Отличительная черта дерева – образование единственного ствола, главной оси, растущей (и в длину, и в толщину) интенсивнее остальных побегов и всегда стремящейся сохранить более или менее вертикальное направление роста. Ветвление ствола дерева, если оно вообще выражено, акротонное – т.е. наиболее сильные ветви развиваются ближе к верхушке ствола и его крупных ответвлений. Так, у дерева в верхней части ствола формируется крона. Размещение кро-

ны высоко над землей позволяет дереву максимально улавливать свет.

Ствол у деревьев живет столько же, сколько и все дерево целиком, – от нескольких десятков до нескольких сотен, а иногда и тысяч (например, мамонтово дерево) лет. Спящие почки у основания ствола дерева дают сестринские стволы только в том случае, если главный ствол срублен или поврежден. Известно, что после порубки у березы, дуба и ряда других лиственных деревьев образуется пневая поросль. Жители городов ежегодно наблюдают формирование новой кроны на стволе тополей после так называемой глубокой обрезки. У хвойных деревьев способность к образованию спящих почек выражена гораздо слабее, и продолжительность их жизни меньше, поэтому у ели, сосны, пихты обычно не бывает отрастания новых побегов от пней. Стимулом для пробуждения спящих почек может служить также естественное старение материнской системы побегов, связанное с затуханием жизнедеятельности нормальных почек возобновления.

У кустарников главный побег начинает расти как небольшое деревце, однако довольно рано, на 3–10-й год жизни, из спящих почек у основания первого стволика начинают расти новые, часто перегоняющие материнский и постепенно сменяющие друг друга. В целом продолжительность жизни кустарника может быть тоже очень большой и достигать нескольких сотен лет, но каждый из стволиков живет в среднем 10–40 лет (крайние пределы – от 2 лет у малины до 60 с лишним лет у желтой акации, сирени и др.). Они сменяются по мере отмирания главного и ближайших к нему дочерних стволиков в центре куста и появления новых на периферии.

Кустарнички представляют собой миниатюрные кустарники с

тем же способом ветвления, однако они более низкорослы и длительность жизни скелетных осей у них меньше, 5–10 лет. Очень распространены кустарнички в тундрах, высоко в горах, на сфагновых болотах, под пологом хвойных лесов (черника, брусника, голубика, клюква, вереск, водяника и т.д.).

Цветение и плодоношение у кустарников и кустарничков ежегодно приводит к отмиранию части побеговой системы, но очень небольшой части. А вот у растений, относящихся к полудревесным, а особенно травянистым, жизненным формам, это отмирание играет решающую роль в сложении их общего облика.

Полукустарники и полукустарнички, особенно характерные для пустынных и полупустынных областей (разные виды полыней, солянок), формируются по принципу кустарника, но имеют меньшую продолжительность жизни скелетных осей (5–8 лет) и к тому же ежегодно (во взрослом состоянии) теряют после цветения всю верхнюю часть своих годичных цветоносных побегов. Остающаяся деревянистая многолетняя система “пеньков” несет на себе почки возобновления, располагающиеся над землей.

У многолетних травянистых растений прямостоячие надземные побеги живут один вегетационный сезон и после цветения и плодоношения отмирают до основания. Но на остающемся основании под землей или на уровне почвы формируются зимующие почки. У некоторых трав, розеточных и ползучих, плотно прижатые к почве надземные стебли могут жить и несколько лет.

На заре возникновения наземной растительности первые растения, вышедшие из моря на сушу, во многом сохранили сходство со своими предками – водорослями. Это были некрупные растения, по

строению близкие к травянистым. В дальнейшем развились и крупные древовидные формы, в том числе своеобразные папоротники с розеткой больших перистых листьев на верхушке “ствола” и крупные (30–45 м в высоту) древовидные каламиты – предки хвощей. Наряду с этими формами, вероятно, с давних пор существовали и травянистые папоротниковидные. Именно травянистые папоротники, плауны и хвощи дожили до наших дней, тогда как значительная часть древовидных форм вымерла. Что касается мхов, то они в течение своей длительной истории остались “карликовыми травами”.

Количество ныне существующих видов растений дает представление об их распространенности: моховидные – около 16 000 видов, плауновидные – около 1000 видов, папоротники – около 12 000 видов, голосеменные – около 720 видов, покрытосеменные – около 235 000 видов.

Голосеменные растения представляют преимущественно древесную группу, во всяком случае среди ныне живущих голосеменных настоящих трав нет. Хвойные, широко распространенные на Земле, имеют облик крупных деревьев, реже – кустарников (можжевельник) и стланцев (в горах Восточной Сибири – кедровый стланник).

Цветковые растения наиболее разнообразны по жизненным формам. Они распространены в самых разнообразных природных условиях, от холодной тундры до жарких пустынь. Считается, что в ходе эволюции цветковые растения прошли путь от сравнительно невысоких толстоствольных маловетвящихся розеточных деревцев (такие сейчас встречаются главным образом в тропических лесах – например, пальмы) к крупным, “настоящим” деревьям с хорошо развитым стволом и мелковетвистой кроной, а от деревьев – к кустар-

никам, кустарничкам и разнообразным травам. Направление “от деревьев к травам” называют редуционной эволюцией, или соматической редукцией, и связывают с расселением цветковых растений из области их возникновения и первоначального развития (предположительно в горах тропиков и субтропиков) в области и зоны с менее благоприятным, иногда очень суровым климатом. Травянистые растения лучше приспособлены для освоения новых экологических ниш и проникают буквально “в каждую щель”. Однако это не значит, что каждое конкретное семейство или род обязательно прошли в ходе своей эволюции весь путь соматической редукции. Некоторые семейства, видимо, с самого начала были травянистыми, и в некоторых случаях от травянистых предков возникли более специализированные древесные формы (бамбуки в семействе злаков).

ЛЕКЦИЯ 5

ЭКОЛОГИЯ ГОРОДСКИХ РАСТЕНИЙ

Особая среда создается для растений в поселениях человека и прежде всего в городах. В связи с ростом урбанизации (по прогнозам футурологов в начале следующего столетия 2/3 населения планеты будут жить в городах) повседневное «зеленое» окружение человека все больше составляют городские растения.

Растительность на улицах городов (главным образом, древесная) обычно рассматривается, прежде всего, с точки зрения улучшения городской среды для человека как в гигиеническом отношении (улавливание пыли, снижение шума, улучшение микроклимата и т.

д.), так и в эстетическом. Чтобы успешно выращивать растения в городе и в полной мере использовать их полезные влияния, необходимо хорошо знать те особые и во многом необычные условия, которые представляет для растений городская среда, иными словами - взглянуть на нее «глазами растения».

5.1 Экологические факторы в городе

Основные экологические факторы в городах существенно отличаются от тех, которые влияют на растения в естественной обстановке. Чаще всего обращают внимание на особенности воздушной среды (загрязнение, запыленность), наиболее ощутимо воспринимаемой человеком. Но и другие факторы в городских условиях сильно видоизменены.

Световой режим характеризуется значительным снижением прихода солнечной радиации из-за запыления и задымленности воздуха, Другой пример: средняя освещенность в декабре в пригороде Ленинграда Павловске составляет около 5 клк, в Ленинграде – 2 клк. В городах с многоэтажной и тесной застройкой многие растения оказываются в условиях прямого затенения или испытывают значительное сокращение светового дня. Несомненно, изменяется и качественный (спектральный) состав света. К числу особенностей светового режима для растений в городе следует добавить и такой своеобразный фактор, как вечернее и утреннее освещение уличными фонарями: хотя его интенсивность может быть и недостаточна для влияния на процессы фотосинтеза, но, возможно, сказывается на фотопериодических явлениях.

Тепловой режим городских растений определяется весьма сложным и специфическим микроклиматом города, которому посвящены

особые главы в курсах климатологии. Для растений весьма существенны такие его особенности, как дневное нагревание асфальта и каменных стен домов, а ночью - усиленное тепловое излучение от них. Это делает города более теплыми местообитаниями для растений по сравнению с естественным зональным фоном, а в отдельные периоды вегетационного сезона нагревание растений может достигать опасных пределов.

Водный режим растений в городах характеризуется ограниченным поступлением воды в почву из-за асфальтовых покрытий (хотя нередко в черте города осадков выпадает больше, чем в пригородах). Большая часть влаги атмосферных осадков теряется для растений, поступая в канализационную систему. Частично поступление воды восполняется путем регулируемых поливов.

По оценке некоторых авторов, климатические факторы для растений в городах (особенно в областях с континентальным климатом) нередко приближаются к условиям полупустынь и пустынь. Так, влажность воздуха в жаркие летние дни может снижаться до 20--22%, т. е. создаются условия атмосферной засухи.

Почвенные факторы в городских условиях весьма своеобразны. Ежегодная уборка и сжигание листвы в гигиенических целях означают для растений отсутствие возврата питательных веществ в почву. Наблюдения показали, что при ежегодном сборе подстилки в парках в течение 20 лет прирост древесины уменьшается на 40--50%. Кроме того, удаление подстилки в 2--4 раза увеличивает глубину промерзания почвы. В городских посадках использование насыпных почв, строительного мусора и т. д. ухудшает качество почвы, кроме того, недостаточная мощность почвенных горизонтов, ограничение площади питания, растений при посадках в лунки и при

асфальтовом покрытии делают невозможным нормальное развитие корневых систем. На городских улицах крупные древесные растения (например, липа), по существу, растут в условиях кадочной культуры, поскольку основная масса их корней не идет глубже 50--60 см. Наконец, небезразличны для растений и такие особенности городских почв, как плохая аэрация их под асфальтом, ослабление деятельности микроорганизмов, просачивание в почву солевого раствора с дорожных покрытий.

Городские растения испытывают и ряд других необычных влияний. Так, периодическая подрезка и стрижка деревьев и кустарников приводит к весьма существенной трансформации ассимиляционного аппарата, к изменению соотношения фотосинтезирующих и нефотосинтезирующих частей растения, что не может не отразиться на его жизнедеятельности и продуктивности (особенно это заметно у старых деревьев с большой массой стволов и крупных ветвей). Обрезка корней при посадке и пересадке нарушает их всасывающую деятельность. Древесные породы, для которых естественно произрастание в сомкнутых ценозах, на городских улицах, в скверах и парках растут изолированно. Это увеличивает опасность перегрева листовой поверхности, потерю воды путем транспирации, значительно возрастает доля листьев световой структуры даже в глубине кроны, т. е. структура и жизнедеятельность лесного дерева, оказавшегося на открытом местообитании, перестраиваются.

Продолжительность жизни деревьев в городе меньше, чем в лесу: деревья начинают отмирать в 40--50 лет, т. е. как раз в том возрасте, когда они дают наибольший декоративный и средообразующий эффект (см. табл.1).

Таблица 1. – Предельный возраст древесных пород в Москве и Подмосковье

Вид	Лес	Парк	Улица
Липа мелколистная	300-400	125-150	50-80
Ясень обыкновенный	250-300	60-80	40-50
Вяз	350-400	100-120	40-50

Старые деревья, включаемые в городскую застройку, тоже нередко вскоре отмирают, оказываясь своеобразными фитоиндикаторами изменения среды при урбанизации. Однако есть немало примеров и большого долголетия городских деревьев (вековые дубы, каштаны, липы и другие породы на улицах Киева, Львова, в парках и пригородах Москвы, Ленинграда, Риги и др.).

Среди разнообразных косвенных влияний человека на растительный покров упомянем еще изменение ареалов растений, связанное с перемещением их человеком. Акклиматизации желательных и полезных видов часто сопутствует бессознательный перенос зачатков растений с посевным материалом, с транспортом, на одежде, на различных упаковках и т. д., даже с передвижениями войск во время войн. Растения, распространяемые при непроизвольном участии человека, называют антропохорными. У многих из них есть ряд приспособлений для переноса семян - от морфологических черт, обеспечивающих цепкость и «липучесть» семян, до имитации внешнего вида семян засоряемой культуры. Широкому расселению антропохорных видов содействует их конкурентоспособность и «агрессивность» - способность к быстрому завоеванию территории благодаря

большой семенной продуктивности и выносливости. Известны примеры широко распространенных антропохорных растений, таких, как сорняк амброзия полыннолистная - *Ambrosia artemisiifolia*, завезенная в нашу страну в прошлом веке из Северной Америки с посевным материалом, водные растения - водяная чума - *Elodea canadensis* и *Eichhornia crassipes*, широко расселившиеся по водоемам, и др. Проникновение семян с железнодорожным транспортом и грузами способствовало формированию вдоль насыпей так называемой железнодорожной флоры, среди которой можно встретить как типичные антропохорные сорняки, так и виды дикой флоры из иных районов (например, в Ленинградской области - полыни и другие степные ксерофиты).

К числу новых местообитаний, не свойственных естественной природе, принадлежат рудеральные (мусорные), сопутствующие поселениям человека (близ жилищ, под заборами, на окраинах и свалках вдоль дорог). Они отличаются нарушением структуры почвы, повышенным содержанием в ней органических остатков, азота и нередко посторонних примесей. На таких местообитаниях поселяется особая рудеральная флора, среди которой много нитрофильных видов. Это лопухи - *Arctium lappa*, *A. tomentosum*, крапива двудомная - *Urtica dioica*, чистотел большой - *Chelidonium majus*, дурман обыкновенный - *Datura stramonium*, пустырник обыкновенный - *Leonurus cardiaca*, белена черная - *Hyoscyamus niger* и др. Большею частью это довольно крупные высокорослые растения, снабженные различными антропохорными и защитными приспособлениями; некоторые из них ядовиты. Среди придорожных видов, напротив, встречаются приземистые, хорошо выносящие вытаптывание, например подорожники или птичья гречишка, сплошным ковром покрывающая де-

ревенские улицы.

Создание человеком культурных посевов и посадок означает возникновение новых форм растительного покрова со специфическими условиями для жизни растений и взаимоотношениями компонентов (в частности, невозможностью возобновления без помощи человека). Эти агроценозы изучают сельскохозяйственная экология, агрофитоценология и собственно агрономия.

5.2 Роль растений в городе

В современных условиях крупного города очищающая роль растений не так уж велика: они сами по себе не в состоянии обеспечить нас тем количеством кислорода, в котором мы нуждаемся. На первое место выходит декоративная, эстетическая роль зеленых насаждений, художественный уровень искусственных посадок.

Зеленые насаждения могут иметь как самостоятельное значение (лесопарки, парки, городские сады), так и входить в структуру застройки города в качестве ее органического компонента (районные сады, скверы, бульвары, уличные насаждения, внутриквартальные насаждения). С помощью городских зеленых насаждений разного типа вносятся элементы природы в город, сохраняется связь человека с природой, обогащаются городские ландшафты.

Городские зеленые насаждения служат мощным средством индивидуализации отдельных районов и микрорайонов города. С их помощью можно преодолеть монотонность городской застройки, вызванной индустриальными методами строительства и применением типовых проектов. Сочетание зеленых насаждений с городской застройкой особенно эффективно, когда зеленые насаждения входят вглубь застройки, поддерживая ее композицию и декорируя неинте-

ресные поверхности и сооружения. Огромная роль принадлежит зеленым насаждениям в решении проблемы организации отдыха городского населения.

Особое место занимают зеленые насаждения промышленных предприятий, больниц, учебных заведений и т.д. Организация отдыха в зеленых зонах данных объектов определяется спецификой каждого из них.

Во флоре любого города можно найти местные по происхождению виды и виды, попавшие на данную территорию из других областей земного шара. Привнесенные виды могут быть как культурными, так и сорными. Распространение пришлых видов может вестись стихийно или сознательно. Число пришлых видов в городах очень велико. Доля их в городской флоре может достигать до 40%, особенно на свалках и железных дорогах. Порой, они могут вести себя столь агрессивно, что вытесняют аборигенные виды. Большинство местных представителей исчезает из городской флоры уже при закладке городов. Им сложно акклиматизироваться в городе, так как новые условия местообитания непохожи на естественные. Установлено, что из сохранившихся местных видов обычно мало лесных, преобладают луговые и степные виды. Среди пришлых видов больше выходцев из южных регионов.

Ведущее место в озеленении городов умеренного пояса занимают лиственные породы, хвойные практически не представлены. Это объясняется слабой устойчивостью этих пород к загрязненной среде города. Вообще видовой состав городских насаждений очень ограничен. Например, в Москве для озеленения города используются в основном 15 древесных видов, в Санкт-Петербурге - 18 видов. Преобладающими являются широколиственные деревья - липа, в том

числе мелколистная, клен остролистный, тополь бальзамический, ясень пенсильванский, вяз гладкий, из мелколиственных - береза повислая. Доля участия других видов меньше 1%. На улицах города можно увидеть такие виды, как вяз шершавый, дуб черешчатый, сосна обыкновенная, клен американский, каштан конский, тополь разных видов (берлинский, канадский, черный, китайский), липа крупнолистная, ель обыкновенная, лиственница европейская и др.

Общая продолжительность жизни городских растений существенно меньше, чем естественных. Так, если в подмосковных лесах липа доживает до 300-400 лет, то в московских парках - до 125-150 лет, а на улицах – всего до 50-80 лет. Также отличаются и сроки вегетации.

Особенности городской среды сказываются на ходе жизненных процессов растений, флоры, их внешнем виде и строении органов. Например, у городских деревьев снижена фотосинтетическая активность, поэтому они имеют более редкую крону, мелкие листья, короче побеги.

Городские деревья чрезвычайно ослаблены. Поэтому они представляют собой прекрасные места для развития вредителей и всевозможных болезней. Это еще больше усугубляет их ослабление, а иногда является причиной преждевременной гибели. Основными вредителями являются насекомые и клещи, такие как моли, тли, пильщики, листоеды, листоблошки, растительноядные клещи и др. Только в Москве зафиксировано около 290 видов различных вредителей. При этом наиболее опасными являются непарный шелкопряд, лиственничная чехликовая моль, липовая моль- пестрянка, калиновый листоед и т.д. Сейчас растет количество деревьев, пораженных иль-

мовым заболонником. Также многие зеленые насаждения страдают от короеда-типографа, активно размножающегося в последние годы.

Обращает на себя внимание, что в условиях города листья многих растений, подсыхают по краям, на них появляются бурые пятна различной величины и формы, иногда проявляется белый, мучнистый налет. Подобные симптомы говорят о развитии всевозможных заболеваний (сосудистых, некрозно-раковых, гнилевых и др.). В Москве выявлено широкое распространение гнилевых болезней, что сказывается на качестве зеленых насаждений города. Особенно это заметно в районах новой застройки, массового отдыха и свалок.

Деревья в городе подвержены сильным стрессам. Можно выделить следующие основные факторы, оказывающие негативное влияние на состояние городских насаждений:

- 1 - экологические условия города
- 2 - нарушение технологии посадки
- 3 - неудовлетворительное состояние почвы
- 4 - повреждение вредителями и болезнями
- 5 - случайные факторы (вандализм, механические повреждения).

Под воздействием всех этих факторов у растений снижается жизнеспособность и падает эстетическая и санитарно-гигиеническая роль.

По мере увеличения возраста древесных растений ослабевают их естественные защитные механизмы и падает их биологическая устойчивость, снижаются возможности противодействия антропогенным факторам, падает устойчивость к засухам, морозам и ветрам и к гнилевым болезням. Поэтому необходимо дифференцировано под-

ходить к срокам омоложения насаждений на территории города. Совершенно напрасно граждане пишут жалобные письма, выставляют пикеты, чтобы ни в коем случае не дать вырубить какие-то деревья в их дворе или какой-то очень старинный сад, зараженный, между прочим, патогенными микроорганизмами. В Москве слишком много больной, ненужной и даже вредной зелени, уничтожить которую не только можно, но и просто необходимо именно из любви к природе и людям. Разросшиеся деревья около фасадов домов загораживают солнечный свет, нарушая естественную освещенность квартир, в которых даже в солнечные дни темно и сыро. Больные растения заражают здоровые, не радуют глаз, а скорее огорчают его своим чахлым видом. Неправильно посаженные деревья часто не снижают шума от автотранспорта, а усиливают его. Словом не выполняют все те функции растений, из-за которых они и высаживаются в городе. И ратуя за формальную массу растений, мы становимся заложниками своих собственных заблуждений и засевшего в мозгах стереотипного представления о зеленом городе.

Для того чтобы повысить качество озеленения в городах, вводят различные нормы и правила, устанавливающие минимальные требования, которые необходимо соблюдать при проведении озеленительных работ. В последнее время в Москве вышел целый ряд постановлений и законов правительства Москвы, направленных на создание и поддержание зеленых насаждений. Вот только некоторые из них. В 1999 году принят Закон города Москвы "О защите зеленых насаждений", в 2001 году принято постановление о порядке проведения компенсационного озеленения. В 2002 г. утверждены нормы и правила проектирования комплексного благоустройства на территории города Москвы, а также правила создания, содержания и охраны

зеленых насаждений города Москвы.

Посадка древесных и кустарниковых растений осуществляется не произвольно, а в виде растительных группировок. Согласно действующим нормативам, в городе можно высаживать только здоровые растения, без всяких повреждений с нормально развитой, предпочтительнее закрытой, корневой системой. Чтобы увеличить долговечность и качество зеленых насаждений, при посадке необходимо использовать современные агротехнологии, грамотно подбирать виды, максимально учитывать влияние экологических факторов, сажать растения на оздоровленную почву, всячески стараться повысить устойчивость растения и т.д., а потом на протяжении всей жизни растений необходимо за ними ухаживать.

Не менее значима в создании озелененных территорий и газонная растительность. Ее роль часто недооценивают. Однако, по своему воздухоочистительному потенциалу 4 м² газона сопоставимы с одним деревом. Также она представляет собой своеобразный водный фильтр, задерживая взвешенные вещества, поступающие со стоком. Склоны, засаженные травяной растительностью, понижают уровень шума от железнодорожного транспорта на 8-10дБ. Поэтому создание и поддержание газонной растительности является очень важным вопросом на сегодняшний день. Тем более, что около трети территорий общего пользования вообще лишены газонной растительности. Это приводит к резкому запылению оголенных поверхностей, уменьшает количество возможно получаемого кислорода, увеличивает уровень шумового загрязнения и загрязнения водоемов.

Таким образом, неблагоприятные особенности городской среды заметно изменяют состояние растений и отражаются как на отдельных физиологических и морфологических показателях, так и на об-

щем облике растения, его долголетию, сопротивляемости неблагоприятным воздействиям. Например, у клена при уплотнении почвы в городских посадках обнаружено снижение транспирации почти вдвое, уменьшение содержания продуктов фотосинтеза в листьях. По мере накопления токсикантов у древесных пород падает количество нуклеиновых кислот в листьях, нарушается обмен азотистых соединений.

В современном городе складывается специфическая и во многом неблагоприятная для жизнедеятельности человека экологическая обстановка. Ее отличительными особенностями являются повышенное содержание атмосферных загрязнений, более резкие колебания температурного и радиационного режимов, наличие шума и вибраций разного рода и т.д.

В условиях увеличения техногенных нагрузок санитарно-гигиеническая роль покрытых растительностью пространств города является мощным средством нейтрализации вредных последствий техногенного загрязнения для городского населения. Природные, озелененные территории, а также акватории, влияют на микроклиматические характеристики городской среды, в том числе задерживают десятки тонн пыли, концентрируют в листьях тяжелые металлы, участвуют в формировании температурно-влажностных режимов, химического состава воздуха: биотрансформируют и рассеивают сотни тысячи тонн загрязняющих веществ, обогащают воздух кислородом. Они оказывают воздействие на скорость движения воздушных потоков, уровень инсоляции поверхностей на уровне земли, зданий и сооружений, а также снижают шумовую нагрузку от автомобилей и других источников.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Практическое задание 1.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОСВЕЩЁННОСТИ НА РАСТЕНИЯ

Цель: формирование знаний студентов о влиянии света на внешнее и внутреннее строение растений, путях их адаптации к световому режиму и умений проводить сравнительный эколого-морфологический анализ растений по их анатомо-морфологическим признакам.

Материалы: 1. Гербарные экземпляры растений одного рода из разных условий освещённости. 2. Поперечные срезы листьев гелиофитов и сциофитов. 3. Препараты нижней и верхней эпидермы листьев. 4. Световые и теневые листья кроны дерева или кустарника. 5. Микроскопы, препаровальные иглы, предметные стёкла, марлевые салфетки.

Задания:

Рассмотреть и зарисовать растение-гелиофит и растение-сциофит. Составить сравнительную эколого-морфологическую характеристику гелиофита и сциофита, отметив черты, связанные со световыми условиями.

Рассмотреть и зарисовать поперечные срезы и участки нижней эпидермы листьев гелиофита и сциофита. Составить сравнительное описание строения листьев гелиофита и сциофита, выявить и охарактеризовать черты, отражающие световые условия местообитаний.

Рассмотреть и зарисовать световые и теневыносливые листья де-

рева (кустарника) одного и того же вида. Дать сравнительную оценку строения светового и теневого листьев (см. табл. 1).

Методические указания

Свет – это один из важнейших для растений экологических факторов. Общеизвестна роль света в процессе фотосинтеза. Световые условия влияют также на рост и формообразование растений, на процессы синтеза веществ, внешнее и внутреннее строение их. Некоторые особенности светового режима влияют на географическое распространение растений.

Условия освещённости в разных типах местообитаний изменяются в очень широком диапазоне. У растений, живущих в тех или иных световых условиях, возникают адаптации к определённому уровню освещённости. По отношению к свету различают три основные группы растений:

светолюбивые, или гелиофиты;

тенелюбивые, или сциофиты;

теневыносливые растения.

Теневыносливые растения. Лучше растут при полной освещённости, но хорошо переносят и довольно сильное затенение. Это очень широко распространённые виды, имеющие широкую экологическую амплитуду по отношению к свету (многие лесные, луговые и опушечные травы, лесной подрост, кустарники подлеска и др.).

По гербарным образцам сравнить общий габитус и основные морфологические признаки у травянистых растений разных видов, принадлежащих к одному роду, произрастающих в разных условиях освещённости (по одной – две пары).

Рассматривая растения, следует обратить внимание на высоту их побегов, на длину междоузлий, форму роста, степень развития механи-

ческих тканей в стебле, на величину листовой поверхности, характер расчленения листьев и расположения их в пространстве. Далее необходимо выявить наличие или отсутствие опушения на листьях и стеблях, воскового налёта, кутикулы, на интенсивность окраски побегов, на толщину листовых пластинок. После проведения сравнительного анализа видов растений их необходимо зарисовать и составить сравнительную эколого-морфологическую характеристику гелиофита и сциофита, отметив черты, связанные со световыми условиями.

Рассматривая поперечные срезы листьев гелиофита и сциофита, необходимо обратить внимание на характер расположения устьиц, их размеры, на особенности строения мезофилла (степень его дифференциации на столбчатую и губчатую ткани), на плотность расположения клеток листа, их размеры, форму, на размеры и характер расположения хлоропластов, на характер жилкования листьев.

В пределах кроны дерева или кустарника условия освещённости неодинаковы. Если верхние и расположенные на периферии кроны листья получают полное солнечное освещение (100%), то до листьев нижних ветвей доходит лишь 15% солнечной энергии. Значительно различается освещённость и листьев, находящихся на периферии кроны и в её глубине. Различие в освещённости листьев влияет на их внешний облик и на анатомическое строение. Чтобы получить представление о влиянии условий освещённости необходимо сравнить строение световых и теневых листьев одного и того же дерева (или кустарника). Полученные данные необходимо занести в таблицу 1. Каждый показатель определяется в нескольких повторностях (5-10) затем вычисляется его среднее значение.

Таблица 1. Сравнительная характеристика строения светового и теневого листьев одного и того же вида дерева (или кустарника)

	Показатели	Лист	
		светвой	теневой
	Площадь листовая пластинки		
	Длина черешка		
	Угол наклона листовой пластинки к		
	Толщина листа		
	Развитие кутикулы		
	Извилистость клеточных стенок эпидермы		
	Густота окраски листа		
	Степень развития жилок листа		
	Количество слоёв столбчатой ткани		
10	Количество слоёв губчатой ткани		
1	Развитие механической и проводящей тканей		

Различие в строении листьев можно выразить, употребив знаки > (больше) или < (меньше).

Контрольные вопросы и задания

1. Охарактеризуйте роль света в жизни растений.
2. Каков качественный состав солнечной радиации, достигающей земной поверхности?
3. Какие факторы влияют на количество солнечной радиации, поступающей на Землю и на её качественный состав?
4. Какие адаптации возникли у растений к поглощению света?
5. Какие экологические группы растений выделяют по отношению к световому режиму?
6. Назовите анатомо-морфологические адаптации к свету, характерные для гелиофитов и сциофитов. Раскройте их сущность и значение.

7. В чём проявляются физиологические адаптации растений к избытку и недостатку света?
8. Каковы отличительные особенности световых кривых фотосинтеза у светолюбивых и теневыносливых растений?
9. Как приспосабливаются к световому режиму листопадных лесов светолюбивые растения? Приведите примеры.
10. Является ли отношение к световому режиму местообитаний неизменным видовым признаком? Обоснуйте свою точку зрения.
11. Как изменяется отношение растений к свету в онтогенезе?
12. Какую роль в жизни растений играет длина дня?
13. Что такое фотопериодизм? Объясните его значение для растений.
14. Какие типы растений различают по их фотопериодической реакции? Приведите примеры.

Практическое задание 2

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ УВЛАЖНЕНИЯ НА РАСТЕНИЯ

Цель: формирование знаний студентов о путях приспособления растений к различным условиям увлажнения местообитаний и умений выявлять эколого-морфологические особенности растений различных экологических групп по отношению к воде.

Материалы и оборудование: 1. Гербарные образцы растений мезофитов, ксерофитов, гигрофитов, психрофитов. 2. Поперечные срезы листьев и стеблей мезофитов, ксерофитов, гигрофитов, психрофитов. 3. Микроскопы, препаровальные иглы, карандаши цветные, миллиметровая бумага.

Задания:

Рассмотреть гербарные образцы мезофита, ксерофита, гигрофи-

та и психрофита. Выявить и охарактеризовать морфологические признаки их, отражающие условия увлажнения местообитаний. Зарисовать растения и составить сравнительное описание их.

Рассмотреть и зарисовать поперечные срезы листьев и стеблей мезофита, ксерофита, гигрофита, психрофита. Выявить отличительные особенности их анатомического строения и сделать выводы о влиянии условий увлажнения на формирование анатомической структуры этих органов растений.

Методические указания

Вода – важнейший и необходимый экологический фактор в жизни растений. Тело его на 50-95% состоит из воды. Она участвует в процессах обмена веществ и фотосинтеза, является растворителем. От количества воды зависит внешнее и внутреннее строение растений, их форма, скорость роста и тургорное состояние.

Обеспеченность влагой различных местообитаний определяется множеством факторов: количеством выпадающих осадков, температурой, содержанием воды в почве и водяных паров в воздухе и др. По обилию и доступности влаги местообитания чрезвычайно разнообразны – от сильно увлажнённых до резко засушливых. В связи с этим различают несколько экологических групп растений по их отношению к условиям увлажнения.

Гигрофиты. Это растения избыточно увлажнённых местообитаний с высокой влажностью воздуха. Они неспособны выносить даже небольшую потерю влаги. Среди них есть гигрофиты теневые – обитатели напочвенных ярусов влажных тенистых лесов, и гигрофиты световые, растущие в хорошо освещённых местообитаниях, в условиях избытка почвенной влаги.

Ксерофиты. Это растения сухих местообитаний, способные пе-

реносить значительные недостатки влаги в почве и воздухе.

Среди них различают склерофиты и суккуленты. Склерофиты характеризуются высокой способностью переносить сильное обезвоживание тканей, редукцией листовой поверхности, плотной сомкнутостью клеток, защитой листьев от испарения благодаря развитию толстой кутикулы, опушения, воскового налёта, погружённых устьиц и др.

Суккуленты – это растения с сочными, мясистыми листьями или стеблями, содержащими хорошо развитую водоносную ткань.

Мезофиты – обитают в «средних» условиях увлажнения. По анатомо-морфологическим и физиологическим чертам они занимают промежуточное положение между гигрофитами и ксерофитами. К ним относятся растения незаболоченных лугов и лесов в районах умеренно-влажного климата, большинство культурных растений и многие полевые сорняки, а также растения степей и пустынь с очень коротким периодом вегетации (ранневесенние эфемеры и эфемероиды).

Психрофиты - это обитатели влажных и холодных почв в районах высокогорий, умеренных и северных широт. К ним относятся многие болотные, тундровые и высокогорные кустарники и кустарнички (вереск, водяника, брусника, голубика, берёза карликовая, душистый колосок, белоус и др.).

1. При рассмотрении гербарных образцов растений разных экологических групп следует обратить внимание на их отличительные морфологические признаки: форму роста, интенсивность окраски, наличие или отсутствие опушения, степень развития кутикулы, размеры листовых пластинок. Результаты сравнительного анализа представить в виде таблицы (таблица 2) и сделать выводы о влиянии условий увлажнения на морфологию растений.

Таблица 2. Сравнительная характеристика растений стеблей рас-

тений различных экологических групп по отношению к воде.

№	Название	Размеры	Интенсивность	Поверхность	Опушение
I	Мезофиты				
1.					
II	Ксерофиты				
II.1	Склерофиты				
1.					
II.2	Суккуленты				
1.					
III	Гигрофиты				
1.					
IV	Психрофиты				
1.					

2. При рассмотрении поперечных срезов листьев и стеблей растений различных экологических групп следует обратить внимание на размеры клеток тканей, плотность их расположения, степень дифференциации мезофилла листа и развитие проводящих механических тканей.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие условия влияют на распределение атмосферных осадков на поверхности земного шара?
2. Какие области относятся к аридным и гумидным? Охарактеризуйте их.
3. Какое значение в жизни растений имеют снег, туман, лёд, роса и град?
4. Охарактеризуйте значение воды в жизни растений.

5. Какие формы воды содержатся в почве, и какова их роль в жизни растений?
6. Какие растения способны поглощать капельно-жидкую и парообразную влагу из атмосферы? Каковы их морфологические и анатомические особенности?
7. Как поступает вода в растение из почвы? От чего зависит поступление воды в растение?
8. Что такое осмотическое давление клеточного сока? Какие факторы влияют на его величину?
9. Какое значение имеет транспирация? От чего зависит величина транспирации?
10. Как изменяется интенсивность транспирации в течение суток и разные сезоны года?
11. Какие факторы влияют на содержание воды в растении? Что такое водный дефицит? В каких условиях он возникает?
12. На какие группы делятся растения в зависимости от способа регулирования водного баланса, и каковы их особенности?
13. Какие экологические группы растений выделяют по отношению к водному режиму местообитания?
14. Как называют растения избыточно увлажнённых местообитаний?
15. Каковы их анатомо-морфологические и физиологические особенности?
16. Каковы особенности ксерофитов? Какие группы среди них выделяют?
17. Как приспособливаются к недостатку влаги склерофиты? Укажите их анатомо-морфологические и физиологические особенности.

18. Охарактеризуйте анатомо-морфологические и физиологические адаптации суккулентов к водному режиму местообитаний.
19. В каких условиях произрастают психрофиты и криофиты? Чем они отличаются от типичных ксерофитов?
20. Какие виды относят к мезофитам? Каковы их анатомо-морфологические и физиологические особенности? Приведите примеры.
21. К какой экологической группе по отношению к влажности относятся степные и пустынные эфемеры и эфемероиды? Каковы их экологические и биологические особенности?

Практическое задание 3.

ВЛИЯНИЕ ВОДНОЙ СРЕДЫ НА РАСТЕНИЯ

Цель: формирование знаний о разнообразии и строении растений-гидрофитов.

Материалы и оборудование: 1. Гербарные образцы водных растений различных экологических групп. 2. Поперечные срезы листьев и стеблей водных растений. 3. Микроскопы, иглы препаровальные, цветные карандаши.

Задания:

1. Рассмотреть гербарные образцы и зарисовать водные растения, принадлежащие к разным экологическим группам по положению в воде. Описать их морфологические особенности.

2. Рассмотреть и зарисовать поперечные срезы листьев и стеблей растений-гидрофитов. Выявить отличительные особенности их анатомической структуры.

Методические указания

Вода как среда обитания для растений отличается от наземно-воздушной среды рядом существенных особенностей, вызывающих необходимость в специальных приспособлениях. Это уменьшение количества света и снижение в нём доли фотосинтетически активных лучей, низкая концентрация растворённых в ней кислорода и углекислоты, минеральных веществ, высокая плотность воды, более стабильный температурный режим и др. В связи с этим у гидрофитов увеличивается площадь контакта вегетативных органов со средой, редуцируются механические ткани, развиваются приспособления, обеспечивающие плавучесть. У растений, поглощающих из воды питательные вещества всей поверхностью, сильно редуцированы корневые и проводящая системы.

По положению в воде и строению среди гидрофитов можно выделить следующие группы:

1. Погружённые в воду и укореняющиеся в грунте (рдесты, элодея и др.).
2. Погружённые и свободно плавающие в толще воды (роголистник, уруть и др.).
3. Растения с плавающими и подводными листьями, укореняющиеся в грунте (кубышка, кувшинка, рдест плавающий).
4. Растения, плавающие на поверхности воды (ряска, водокрас, многокоренник).
5. Растения, частично погружённые в воду (стрелолист, частуха подорожниковая, поручейник, омежник водный и др.).

1. При рассмотрении растений-гидрофитов следует обратить внимание на наличие и степень развития корневых систем, мор-

фологические особенности их листьев и стеблей: размеры, степень расчленения, толщину листовых пластинок, их форму, наличие или отсутствие гетерофиллии.

2. При рассмотрении поперечных срезов листьев и стеблей гидрофитов необходимо обратить внимание на наличие воздушных полостей, степень развития проводящих и механических тканей и характер их расположения. На размеры и форму клеток, характер их расположения, на наличие или отсутствие устьиц в эпидерме, на размеры и интенсивность окраски хлоропластов, на наличие кутикулы.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие факторы влияют на содержание воды в растении?
2. Что такое водный дефицит? В каких условиях он возникает?
3. На какие группы делятся растения в зависимости от способа регулирования водного баланса, и каковы их особенности?
4. Какие экологические группы растений выделяют по отношению к водному режиму местообитания?
5. Охарактеризуйте приспособительные особенности водных растений (гидрофитов). Какие экологические группы по положению в воде среди них выделяют? Приведите примеры.

Практическое задание 4.

ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ И ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР НА РАСТЕНИЯ

Цель: Формирование знаний студентов о путях адаптации растений к высоким и низким температурам и умений определять по

морфологическим признакам экологические группы растений по отношению к температурному фактору.

Задания:

1. Охарактеризовать температурный режим на земной поверхности.
2. Проанализировать зависимость температуры растений от температуры окружающего воздуха.
3. Рассмотреть гербарные образцы холодоустойчивых и теплолюбивых растений, зарисовать их и составить сравнительную эколого-морфологическую характеристику. Сделать вывод о приспособительных особенностях холодоустойчивых и теплолюбивых растений.

Материалы: гербарные образцы холодоустойчивых и теплолюбивых растений. Методическое пособие к практическим занятиям по экологии растений.

Методические указания

Температура окружающей среды – важнейший экологический фактор и одно из необходимых условий жизни растений. Количество тепла, поступающее на Землю, зависит от солнечной радиации и её трансформации на пути к Земле. Процесс трансформации лучистой энергии зависит от многих факторов вследствие чего в разных зонах, подзонах, районах складывается свой годовой, месячный и суточный тип радиационного баланса, определяющий распределение температур в почве и приземном слое воздуха.

Температурный режим на Земле меняется в течение года, суток. Он зависит от широты местности, высоты над уровнем моря, от близости морей, океанов и т.д.

Выполняя задание, необходимо рассмотреть роль тепла в жизни растений, показать на примерах его влияние на обмен веществ, скорость роста и развития, на формообразование, на географическое распределение растений и формирование их ареалов. Характеризуя температурный режим на Земле, следует проанализировать его зависимость от широты местности, высоты её над уровнем моря, близости морей и океанов, льдов, движение и степени прозрачности атмосферы. Используя рис. 13 в учебном пособии В.Г. Малышевой «Экология растений» (с.30), выясните, как изменяется температура в течение года в разных климатических поясах при движении от экватора к полюсам. Рассмотрите особенности тропического, субтропического, умеренного и холодного термических поясов. Обратите внимание на зависимость температурного режима в каждом конкретном местообитании от рельефа местности, типа почвы и характера растительности.

2. Выполняя второе задание, следует выяснить, в каких условиях температура растений может быть выше или ниже температуры окружающего воздуха; может ли она быть равной температуре воздуха? Какие морфологические особенности растений влияют на их температуру? Необходимо обратить внимание на то, что повышение температуры растений над температурой окружающего воздуха наблюдается не только в сильно прогреваемых, но и в более холодных местообитаниях. Привести примеры такого явления и объяснить его причину.

Далее следует рассмотреть, в каких условиях наблюдается снижение температуры растений по сравнению с окружающим воздухом и совпадение её с температурой воздуха.

3. Рассматривая гербарии теплолюбивых и холодоустойчи-

вых растений, следует обратить внимание на форму их роста, высоту и направление роста побегов, на размеры листовых пластинок, их толщину, поверхность, наличие или отсутствие кутикулы, воскового налёта, опушения, интенсивность окраски и др. На основании выявленных морфологических особенностей рассмотренных растений необходимо составить сравнительно-морфологическую характеристику их, которую можно оформить в виде таблицы.

Контрольные вопросы и задания

1. Охарактеризуйте роль тепла в жизни растений.
2. В каком диапазоне температур может осуществляться активная жизнедеятельность растений?
3. От каких факторов зависит количество тепла, поступающее на земную поверхность?
4. Как изменяется температурный режим от экватора к полюсам? Какие термические пояса выделяют, и каковы их особенности?
5. Какие факторы влияют на формирование температурного режима приземного слоя воздуха?
6. Какое влияние оказывает растительный покров на тепловой режим местообитаний?
7. Отличается ли температура растений от теплового режима местообитаний?
8. Почему в жарких местообитаниях температура надземных частей растений ниже, а в холодных выше температуры воздуха?
9. Какие экологические группы растений различают по отношению к температуре?
10. Чем опасна высокая температура окружающей среды для рас-

тений?

11. Охарактеризуйте анатомо-морфологические адаптации растений, способствующие предотвращению перегрева. Приведите примеры.
12. Укажите физиологические адаптации растений к действию высоких температур. Раскройте их сущность и значение.
13. Как изменяется теплоустойчивость растений в онтогенезе, в разные сезоны года, при изменении температуры окружающей среды? Приведите примеры.
14. В чём опасность низких температур воздуха для растений?
15. Как влияет на растения низкая температура почвы?
16. Какие морфологические приспособления характерны для растений холодных местообитаний? Приведите примеры.
17. Укажите физиологические адаптации растений к низким температурам. Приведите примеры.
18. Что такое анабиоз? Какие растения способны переносить длительное промерзание в состоянии анабиоза?
19. От каких факторов зависит холодостойкость растений?
20. Как приспособляются растения к сезонному ритму климатических условий?
21. Что является сигналом для подготовки растений к зиме?

Практическое задание 5.

РОЛЬ ВОЗДУХА В ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ

Особенности анемофильных и анемохорных растений

Цель: формирование знаний о влиянии воздуха на растения и

умений выявлять приспособительные особенности анемофильных и анемохорных растений.

Материалы: 1. Слайды соцветий и цветков различных ветроопыляемых растений. 2. Препараты пыльцы анемофильных растений.

3. Гербарий ветроопыляемых растений. 4. Коллекции плодов и семян анемохорных растений.

Задания:

1. Рассмотреть и зарисовать особенности строения соцветий, цветков и пыльцы анемофильных растений.

2. Рассмотреть и зарисовать особенности строения плодов и семян анемохорных растений.

3. Составить списки наиболее распространённых на территории Верхневолжья анемофильных и анемохорных растений.

Методические указания

Кроме газового состава воздуха существенное экологическое значение для растений имеет его движение. Это и конвекционные токи воздуха в вертикальном направлении, и горизонтальное перемещение воздушных масс. Первые влияют главным образом на тепловой режим, а также способствуют распространению пыльцы спор и очень мелких семян (например, орхидных). Более существенную роль в жизни растений играет горизонтальное движение воздуха – ветер. Он оказывает механическое воздействие: различные деформации крон у деревьев, искривление побегов или их обламывание у травянистых растений, выворачивание растений с корневой системой, формирование стелющихся и розеточных форм растений и др.

Воздействие ветра сказывается и на физиологических процессах растений, на изменении интенсивности транспирации, фотосинтеза, дыхания. Ветер играет в жизни растений и положительную роль: 10% растений опыляется с помощью ветра. Особенно много анемофильных растений на открытых пространствах внетропической суши. Таковы, например, злаки в степях, на лугах и в саваннах, карликовые берёзы в тундре, лесообразующие древесные породы (берёза, ольха, осина, дуб) в листопадных лесах, многочисленные виды осок и пушиц на болотах и в тундре.

Велика роль ветра и в распространении зачатков: плодов, семян и спор растений. Переносу ветром способствует очень малая масса семян (например, у орхидных, заразиховых, некоторых вересковых она составляет примерно 0,002 г) и различные приспособления, придающие более крупным плодам и семенам парусность и летучесть.

1. Со строением цветков и соцветий анемофильных растений можно познакомиться на примере древесных и кустарниковых пород (берёза, тополь, осина, ольха, лещина и др.), злаков и осок, некоторых травянистых растений (крапива, хмель).

При рассматривании генеративных органов этих растений следует обратить внимание на строение соцветий, их форму, на отсутствие околоцветника или его сильную редукцию, на строение тычинок (размеры пыльников, способ их прикрепления к тычиночной нити, длину тычиночных нитей).

Пыльца анемофильных видов сухая, сыпучая, с тонкой гладкой экзиной. При рассматривании пыльцы голосеменных растений необходимо обратить внимание на наличие воздушных мешков, повы-

шающих летучесть пыльцы.

2. Распространение плодов и семян ветром обеспечивается наличием у них различных приспособлений, повышающих их парусность и летучесть. Так на семенах ив, тополей, осин, кипрея, плодах одуванчика, мать-и-мачехи, осота, бодяка и многих других видов развиты волоски. Плоды клёна, ясень, берёза, сосны, щавеля и др. имеют крылатые выросты, у ковылей и других злаков – перистые ости. Следует отметить, что плоды и семена анемохоров имеют плотные покровы, защищающие от иссушения ветром. У некоторых анемохоров приспособление к переносу семян ветром выражается в облике всего растения и форме его роста. Таковы степные и пустынные растения, имеющие форму «перекасти-поле» (качим, кермек, анабазис и др.).

Контрольные вопросы и задания

1. Какие газы и в каком объёме входят в состав воздуха?
2. Какое значение имеет кислород для растений? Является ли он для них лимитирующим фактором?
3. Как происходит круговорот кислорода в биосфере?
4. Какова роль углекислого газа в жизни растений?
5. Изменяется ли содержание CO_2 в атмосфере? Объясните свою точку зрения.
6. Какие организмы способны усваивать свободный азот атмосферы? Какова их роль в жизни растений?
7. Какие атмосферные загрязнения наиболее опасны для растений?
8. Что означают понятия газоустойчивость и газочувствительность?
9. Какие растения наиболее чувствительны к токсичным газам?

10. Какие древесные породы более устойчивы к дымовым газам?

11. В чём проявляется отрицательное влияние на растения движения атмосферы?

12. Какова положительная роль ветра в жизни растений?

13. Охарактеризуйте приспособительные особенности анемофильных растений. Приведите примеры.

14. Приведите примеры анемохорных растений и охарактеризуйте их приспособительные особенности.

15. Как влияют на растения атмосферное давление, плотность воздуха и электрические разряды в атмосфере?

Практическое задание 6.

ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЙ НА РАСТЕНИЯ

Цель: формирование знаний о приспособительных особенностях растений, произрастающих на разных типах почв и умений определять по морфологическим признакам экологические группы растений по отношению к почвенным условиям.

Материалы и оборудование: 1. Гербарные образцы растений эвтрофных, олиготрофных, ацидофильных, базиофильных, псаммофитов и галофитов. 2. Поперечные срезы листьев и стеблей псаммофитов и галофитов. 3. Микроскопы, лупы, препаровальные иглы.

Задания:

1. Рассмотреть и зарисовать растения бедных и богатых, кислых и щелочных, песчаных и засоленных почв.

2. Рассмотреть и зарисовать поперечные срезы листьев псаммофита и галофита. Составить их сравнительную характери-

стику.

3. Составить список наиболее характерных растений различных экологических групп по отношению к почвенным условиям, распространённым на территории нашей области и отметить их особенности.

Методические указания

Почва для большинства растений является опорным субстратом и из неё растения получают необходимые для жизни воду и минеральные вещества. Основные свойства почвы, определяющие распространение и жизнедеятельность растений – её механический состав, плодородие и засоление почвы; реакция почвенного раствора (кислотность или щелочность), водный, тепловой и воздушный режимы почвы.

По отношению к почвенным факторам выделяют различные экологические группы растений. Так, по отношению к реакции почвенного раствора растения делят на ацидофильные – предпочитающие кислые почвы (багульник болотный, подбел многолистный, клюква, вереск, белоус, щавель малый, хвощ полевой и др.), базиофильные – растения, предпочитающие щелочные почвы (ветреница дубравная, мать-и-мачеха, очиток едкий) и нейтрофилы – растения почв с нейтральной или близкой к ней кислотностью (овсяница луговая, тимофеевка луговая, трясунка средняя, клевер луговой, сныть обыкновенная и др.) .

По отношению к богатству почвы выделяют следующие группы растений: **эвтрофные** – предпочитающие богатые почвы (чистотел, марь белая, полынь обыкновенная, крапива двудомная, сныть обыкновенная и др.), **олиготрофные** – растения, растущие

на бедных почвах (растения верховых болот, сосна обыкновенная), **мезотрофные** – умеренно требовательные к богатству почвы. К ним относится большинство луговых и лесных растений. Обширные пространства занимают засоленные почвы в пустынях и полупустынях Средней Азии, на юго-востоке европейской части РФ и в Южной Сибири. Растения, поселяющиеся на засоленных почвах, называют галофитами. В зависимости от их морфологических, физиологических особенностей и путей адаптации к засолению выделяют три группы галофитов.

Эугалофиты – обитатели солончаков и солончаковых участков засоленных комплексов. Многие из них имеют черты суккулентов: листья редуцированы, или с утолщённой пластинкой, мясистые членистые стебли, повышенное осмотическое давление (виды родов солянка, сведа, аксирис).

Криногалофиты способны выделять наружу избыток соли через специальные железки. К ним относятся виды родов тамариск, кермек, франкения и др.

Гликогалофиты – это растения, имеющие ксероморфные черты (жёсткие или опушённые листья), высокое осмотическое давление клеточного сока обусловлено не солями, а углеводами. Приурочены к солонцам и солонцеватым почвам. К ним относятся многие полыни.

Многие растения способны жить на песчаных почвах, их называют псаммофитами. В связи с недостатком влаги в почве псаммофиты имеют чётко выраженные черты ксероморфной организации (мелкие листья, опушение, толстая кутикула, восковой налёт и др.). Среди них много суккулентов. К ним относятся растения песчаных пустынь, а их произрастающих на песчаной почве в зоне умеренного

климата ястребинка волосистая, лапчатка серебристая, кошачья лапка, очиток едкий, молодило, вереск и др.

1. Рассматривая растения различных экологических групп, следует обратить внимание на их внешний облик, форму роста, высоту побегов, интенсивность окраски листьев и стеблей, размеры листьев, их толщину, наличие или отсутствие опушения и др.

2. Рассматривая поперечные срезы листьев псаммофита и галофита надо обратить внимание на форму клеток мезофилла, характер их расположения, степень дифференциации, степень развития проводящих и механических тканей. В качестве объектов можно использовать листья песчаной акации, кошачьей лапки, овсяницы овечьей, солероса, лебеды татарской, солянки и др.

3. Список растений различных экологических групп по отношению к почвенным условиям можно оформить в виде таблицы (таблица 3).

Таблица 3.

№ п/п	Название экологических групп и видов	Жизненная форма	Высота побегов	Размеры листьев, толщина	Степень развития корневой системы	Наличие опушения	Интенсивность окраски
I	Ацидофилы						
II	Базиофилы						
III	Нейтрофилы						
IV	Эвтрофные растения						
V	Олиготрофные						
VI	Г						
VII	Псаммофиты						

Контрольные вопросы и задания

1. Какие почвенные условия имеют наибольшее экологическое значение в жизни растений?
2. Какие почвы различают по механическому составу. Охарактеризуйте их свойства.
3. Что такое гумус? Каково его значение в жизни растений?
4. Какие факторы определяют уровень кислотности почвы?
5. На какие свойства почвы оказывает влияние величина рН?
6. Как влияет избыточная кислотность на растения?
7. Назовите экологические группы растений по отношению к реакции почвенного раствора. Охарактеризуйте их. Приведите примеры представителей различных экологических групп.
8. Какие основные макро- и микроэлементы поглощают растения из почвы?
9. Какие экологические группы растений выделяют по отношению к богатству почвы? Укажите отличительные особенности их основных представителей и приведите примеры.
10. Какова роль азота, фосфора и калия в жизни растений?
11. Назовите организмы, способные усваивать молекулярный азот из воздуха. Какова их роль в жизни растений?
12. Какое значение имеет содержание кальция в почве? Приведите примеры кальциефилов и кальциефобов. Каковы особенности растений меловых субстратов?
13. Какие организмы обитают в почве? Какую роль в жизни растений играют почвенные микроорганизмы?
14. Охарактеризуйте экологические особенности растений засоленных почв. Назовите группы галофитов, которые выде-

ляют в зависимости от путей их адаптации к засолению. Приведите примеры растений, охарактеризуйте их особенности.

15. Каковы экологические особенности псаммофитов и литофитов?

16. В каких условиях образуется торф, и каков его состав?

17. Охарактеризуйте условия среды, характерные для верховых сфагновых болот.

18. Каковы экологические особенности растений сфагновых болот?

19. С чем связано наличие признаков ксерофитизма у многих растений верховых болот?

Практическое задание 7.

ВЛИЯНИЕ БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАСТЕНИЯ

Цель: формирование знаний о взаимодействии организмов в биоценозе и умений выявлять приспособительные особенности энтомофильных, зоохорных и мирмекохорных растений.

Методические указания

Все организмы на нашей планете живут в составе сообществ и связаны между собой разнообразными взаимовлияниями. Поэтому жизнь растений в природе зависит не только от абиотических факторов, но и от того, как воздействуют на них окружающие живые организмы (биотические факторы). Эти влияния, соответственно действующим агентам, можно подразделить на микробогенные, микогенные, зоогенные и фитогенные. Они могут оказывать на растения как

прямое влияние, так и косвенное через другие живые организмы или через абиотическую среду.

1. Зоогенные факторы.

Материалы: 1. Гербарий, фотографии (рисунки) растений, опыляемых насекомыми и птицами. 2. Гербарий, фотографии зоохорных растений. 3. Гербарий, фотографии мирмекохорных растений. 4. Препараты пыльцы энтомофильных растений. 5. Коллекции плодов и семян зоохорных растений. 6. Гербарий, фотографии насекомоядных растений. 5. Коллекции плодов и семян зоохорных растений. 6. Гербарий и фотографии насекомоядных растений.

Задания:

1. Рассмотреть особенности строения цветков энтомофильных растений.
2. Рассмотреть и зарисовать плоды и семена зоохорных и мирмекохорных растений.
3. Составить списки энтомофильных, зоохорных и мирмекохорных растений лесного (лугового, антропогенного) сообщества и отметить их приспособительные особенности.
4. Рассмотреть и зарисовать насекомоядные растения и их ловчие аппараты.

Методические указания

Наиболее прямая и ощутимая форма влияния животных на растения – это использование ими растительной массы в пищу. Но также общеизвестна роль животных в опылении растений и распространении плодов и семян.

1. Опыление насекомыми (энтомофилия) способствовало выработке ряда приспособлений и у насекомых и у растений: узоры,

образующие

«путевые нити» к нектарникам и тычинкам; различие в окраске цветков до и после опыления; синхронизация суточных ритмов раскрытия венчика и тычинок, обеспечивающие попадание пыльцы на тело насекомого, а с него – на рыльце другого цветка. Привлекают насекомых пыльца, нектар, эфирные масла, запах, окраска цветков. Формирование соцветий, благодаря чему мелкие цветки становятся более заметными для насекомых, и опыление происходит более эффективно – также является одним из приспособлений к опылению насекомыми.

При рассмотрении цветков и соцветий энтомофильных растений следует обратить внимание на размеры и форму цветков, их окраску, особенности строения тычинок, пыльцы, соцветий. У некоторых растений не только строение цветка, но весь их «образ жизни» рассчитаны на возможности определённого опыления. Например, цветки копытня европейского невзрачны на вид, и развиваются вблизи почвы, под лесной подстилкой, не выходя на дневную поверхность. Это связано с тем, что цветки копытня опыляются муравьями.

2. Явления зоохории имеет определённые экологические закономерности и выражено по-разному в зависимости от местообитания, питания растения и характера его контакта с животным разносчиком.

Растения открытых мест чаще образуют семена и плоды, разнообразные на поверхности тела животного (эпизоохорные), и, в соответствие с этим, различные приспособления для закрепления и удержания: крючки, выросты, прицепки (лопух, череда, липучка обыкновенная, чернокорень лекарственный, гравилат городской и др.).

В подлеске лесов, где обитает много птиц, преобладают эндо-

зоохорные виды, чьи ярко окрашенные плоды имеют сочный околоплодник, охотно поедаются и распространяются птицами. Таковы плоды бересклета, боярышников, шиповников, рябины, крушинника ольхового, бузины красной. Плотная семенная кожура позволяет семенам проходить пищеварительный тракт животных без повреждений. Более того, есть растения, у которых зародыш опадающих семян недоразвит и созревает в желудке птицы (некоторые виды семейства аралиевые).

При знакомстве с семенами и плодами зоохорных растений важно не только отметить их приспособительные особенности, но и сопоставить их с экологическими условиями, в которых произрастает тот или иной вид, а также с его позицией в фитоценозе.

В травяном покрове лесов много растений, семена которых разносятся муравьями и снабжены для этого соответствующими приспособлениями. Такие виды называют мирмекохорными, а само явление – мирмекохория. Копытень европейский, хохлатка Галлера, пролеска сибирская, гусиный лук, различные виды фиалок имеют на семенах маслянистые придатки «элайосомы», служащие приманкой для муравьёв. У марьяника дубравного белые продолговатые семена напоминают по форме муравьиные коконы. Семена некоторых видов (одуванчика, погремков) муравьи используют для строительства муравейника, но какую-то их часть теряют по пути.

II. Фитогенные факторы.

Материалы и оборудование: 1. Гербарий и фотографии (рисунки) растений-паразитов, полупаразитов, эпифитов, лиан. 2. Поперечные срезы листьев эпифитов, паразитов, полупаразитов. 3. Поперечные срезы стеблей с гаусториями. 4. Микроскопы, лупы.

Задания:

1. Рассмотреть и зарисовать растения-эпифиты и поперечный срез листа эпифита, отметить их особенности.
2. Зарисовать строения и внешний вид растений-паразитов и полупаразитов. Отметить их особенности.
3. Рассмотреть и зарисовать анатомическое строение листьев паразита и полупаразита.
4. Рассмотреть и зарисовать корни-прицепки повилики и срезы стеблей с гаусториями.

Методические указания

1. Растения в фитоценозе испытывают многообразные влияния своих соседей и сами оказывают воздействие на сообитателей. Формы взаимных влияний очень многообразны: механические, физиологические, прямые и косвенные.

Одной из форм механических влияний является использование одним растением другого в качестве субстрата для поселения. Растения, растущие на стволах и ветвях деревьев, называют эпифитами. Они не вступают в прямой физиологический контакт с растением-субстратом и существуют самостоятельно как автотрофные организмы. Наиболее богаты эпифитами влажные тропические леса (многие виды из семейств орхидных, бромелиевых). В менее тёплых и влажных областях распространены эпифитные мхи, лишайники, папоротники, водоросли.

Рассматривая растения-эпифиты, следует обратить внимание на их приспособления к поглощению атмосферной влаги: наличие воздушных корней с губчатыми покровами; воронки, образуемой листьями у бромелиевых, ворсистая поверхность листьев, черты ксе-

роморфной организации; наличие у некоторых видов многорядных паренхимы и водозапасающей ткани в листьях и междоузлиях стебля.

2. Паразитизм – наиболее яркий пример прямого физиологического взаимодействия между растениями. Паразитов много среди грибов и бактерий, а среди цветковых растений их гораздо меньше. Совсем неизвестны паразиты среди папоротников и голосеменных растений. Растения паразитируют, как правило, на других растениях. В связи с паразитическим образом жизни у растений исчезает ряд физиологических функций и происходит редукция соответствующих органов. Потеря способности к фотосинтезу привела к утрате хлорофилла.

У растений-паразитов уменьшается содержание ферментов, остаются лишь специализированные ферменты, позволяющие паразитировать на узком круге хозяев.

У паразитирующих растений отсутствуют или сильно редуцированы листья, корни, зато развиты хорошо присоски, позволяющие им хорошо вступать в контакт с живыми клетками растения-хозяина и получать от него необходимые вещества. У них хорошо развиты генеративные органы, обеспечивающие высокую семенную продуктивность.

Промежуточным звеном от настоящих паразитов к автотрофным растениям являются зелёные паразиты, или полупаразиты. Они частично или полностью утратили способность поглощать из почвы воду и питательные вещества. Но сохранили хлорофилл и способность к фотосинтезу, хотя часть органических веществ они получают от растений-хозяев. Широко известны луговые травянистые полупаразиты: погремки большой и малый, виды родов очанка, мытник,

марьянник и др. К полупаразитам относится омела, поселяющаяся на ветвях древесных пород (липы, тополя и др.).

Формы связи паразитов с хозяином различны. У растений эндопаразитов тело почти полностью находится в тканях хозяина. Снаружи остаются лишь органы размножения (виды рода раффлезия, низшие грибы и бактерии).

У растений – эктопаразитов большая часть тела находится вне хозяина, а в его ткани внедряются и вступают в контакт с живыми клетками лишь присоски.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение понятий биоценоз и биотические факторы.
2. Какое значение имеют биотические факторы в функционировании биоценоза?
3. Назовите формы взаимоотношений растений в сообществе.
4. Охарактеризуйте прямые механические взаимодействия между растениями в биоценозе. Приведите примеры.
5. В каких формах могут осуществляться физиологические взаимодействия между растениями?
6. Что такое симбиоз? Приведите примеры симбиотических отношений в мире растений.
7. Каковы особенности эктопаразитов и эндопаразитов? Приведите примеры наиболее распространенных растений, ведущих паразитический и полупаразитический образ жизни. Охарактеризуйте их морфологические и биологические особенности.
8. Охарактеризуйте косвенные трансбиотические взаимоотношения растений.
9. В чём заключаются косвенные трансбиотические взаимо-

действия между растениями?

10. Какое влияние на растения и их сообщества оказывают животные - фитофаги? Приведите примеры.

11. Какими защитными приспособлениями и реакциями обладают растения против поедания их животными?

12. Какова роль животных в жизни растений?

13. Охарактеризуйте роль животных в опылении растений и приспособительные особенности энтомофильных растений.

14. Что такое зоохория? Каковы особенности плодов и семян зоохорных растений?

15. Приведите примеры мирмекохории. Каковы особенности семян мирмекохорных растений?

Практическое задание 8.

СЕЗОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ

Цель: Формирование знаний о типах сезонного развития растений, весенних явлениях в природе и умений проводить наблюдения в природе за сезонными явлениями в жизни растений.

Методические указания

Закономерные изменения физических условий в окружающей среде в течение года вызвали у растений множество адаптаций к этой периодичности. Сезонные изменения представляют собой глубокие сдвиги в физиологии и поведении организма, затрагивающие их морфологию и особенности жизненного цикла. Чем резче изменения внешней среды, тем сильнее выражена годовая периодичность жизнедеятельности растений и других организмов. В районах со

сменой времён года в течение годового цикла растения проходят основные этапы сезонного развития, или фенологические фазы: 1. Вегетация в начале цикла развития. 2. Бутонизация. 3. Цветение. 4. Плодоношение. 5. Вегетация после окончания плодоношения. 6. Отмирание (однолетников полностью, кроме семян, у многолетников – наземных побегов у трав, или их частей у древесных растений). 7. Состояние покоя.

Продолжительность активного роста и развития и состояния покоя у разных видов растений неодинаковы и зависят от происхождения и современных условий произрастания. В связи с этим на основе изучения сезонного развития растений природных зон СНГ выделены следующие типы сезонного развития растений: 1. Длительновегетирующие; 2. Коротковегетирующие. 3. Эфемерные.

У длительновегетирующих растений период активного роста и развития продолжается в течение всего года или большей его части, а период покоя отсутствует, или он очень короткий. Среди них выделяют следующие феноритмотипы:

1. вечнозелёные растения.
2. летнее-зимнезелёные за счёт двух или трёх генераций листьев. Период покоя имеется не у всех видов (гравилат речной, печёночница благородная, трясушка средняя и др.)
3. летнее-зимнезелёные с коротким периодом осеннего покоя (подорожник ланцетолистный и др.)
4. осеннее-зимне-весеннезелёные с периодом летнего покоя. Вегетация с осени до весны, а на лето сбрасывают листья (лютик иллирийский)
5. весеннее-летне-осеннезелёные с периодом зимнего покоя

(листопадные деревья и кустарники, многие лесные и луговые травы).

У коротковегетирующих растений период роста и развития охватывает весну и первую половину лета, или лето и осень. Среди них выделяют:

- 1 весенне-осеннезелёные с периодом летнего и зимнего покоя
- 2 весенне-ранне-летнезелёные с периодом летнее-осенне-зимнего покоя.
- 3 летнее-осеннезелёные с зимнее-осеннего покоя.

У эфемерных растений период вегетации очень короткий (несколько недель), а большую часть года они находятся в состоянии покоя. Среди них есть весеннезелёные вегетирующие только весной (хохлатка Галлера, пролеска сибирская, гусиный лук жёлтый и др.) и летнезелёные (жабник полевой и зарази́ха синеватая).

I. Весенние явления в жизни растений (экскурсия в природу)

Материалы: 1. Пакеты для сбора растений. 2. Совки для выкопки растений. 3. Газетная бумага. 4. Гербарные сетки. 5. Черновые этикетки.

Задания:

1. Провести наблюдения за фенологическим состоянием деревьев и кустарников. Собрать и загербаризировать побеги деревьев и кустарников с генеративными органами.

2. Провести длительные наблюдения за весенними явлениями в жизни растений и растительных сообществ на постоянной площадке, вблизи места проживания. Установить зависимость фенологического развития растений от длины светового дня и средне-

суточной температуры. Наблюдения фиксировать в дневнике в виде таблицы:

3. Оформить результаты наблюдений в тетради для самостоятельной работы.

Методические указания

1. При ознакомлении с фенологическим состоянием деревьев и кустарников следует обратить внимание на состояние почек на вегетативных побегах (набухание, падение почечных чешуй, распускание, появление листьев и др.), на наличие или отсутствие соцветий, цветков, их форму, строение, на характер распределения деревьев и кустарников на занимаемой площади. Следует выявить среди них однодомные и двудомные виды, а также порядок прохождения фенологических фаз.

2. При наблюдении за весенним состоянием травянистых растений необходимо обратить внимание на то, как зимовали растения, отмирали у них наземные органы или сохранялись под снегом; на положение почек возобновления у многолетних и двулетних растений, на их состояние в период наблюдения, на морфологию побегов (удлинённые или укороченные, их высоту, типы и формы листьев, интенсивность их окраски). При рассмотрении хвощей следует обратить внимание на наличие спороносных и вегетативных побегов, выявить биологические обличия хвощей полевого и лугового, характер их распределения в пределах биотопа.

3. При оформлении результатов экскурсии необходимо составить список растений. Расположив их по жизненным формам и охарактеризовать их фенологическое состояние. Результаты мож-

но оформить в виде таблицы.

II. Весна в жизни растений ботанического сада ТвГУ.

Задания:

1. Провести наблюдения за фенологическим состоянием деревьев и кустарников ботанического сада.

2. Выявить травянистые раннецветущие дикорастущие растения ботанического сада и провести наблюдение за их фенологическим состоянием.

3. Познакомиться с видовым составом культивируемых в ботаническом саду растений.

4. Составить список раннецветущих дикорастущих растений ботанического сада, расположив их по жизненным формам и определить их тип сезонного развития. Оформить результаты экскурсии в тетради.

Контрольные вопросы и задания

1. Что понимается под внутренними (эндогенными) и внешними (экзогенными) ритмами организма? Приведите примеры тех и других.

2. Охарактеризуйте суточные ритмы у растений. Приведите примеры.

3. В чём заключается особенность циркадных ритмов? Охарактеризуйте основные этапы сезонного развития растений.

4. Что такое фенологический спектр? Приведите примеры изображения фенологического развития растений.

5. От чего зависит ход сезонного развития растений? Поясните на примерах.

6. Какие типы сезонного развития растений выделены в основных природных зонах СНГ? Охарактеризуйте их.
7. Назовите основные феноритмотипы длительновегетирующих растений. Укажите особенности их сезонного развития.
8. Какие феноритмотипы выделяют среди коротковегетирующих растений? Приведите их примеры.

Практическое задание 9.

ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА. РАСТЕНИЯ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ, ЗАНЕСЁННЫЕ В КРАСНЫЕ КНИГИ РОССИИ И ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Цель: Формирование знаний о мерах, принимаемых по охране растительного мира и о редких и охраняемых видах растений Тверской области.

Материалы: 1. Гербарий и фотографии (рисунки) редких и охраняемых видов растений Верхневолжья. 2. Красные книги Тверской области и РСФСР

Задания:

1. Рассмотреть и зарисовать растения, произрастающие на территории нашей области и включённые в Красную книгу РСФСР.
2. Познакомиться со списком растений, включённых в Красную книгу Тверской области. Составить список основных семейств и их представителей.

Методические указания

1. Работая с Красной книгой РСФСР и гербарием редких и

охраняемых видов, произрастающих на территории Тверской области, следует обратить внимание на статус вида, указанный в Красной книге и место его произрастания в нашей области.

2 Ознакомление с растениями, занесёнными в Красную книгу Тверской области, следует начать с введения. Выяснить, сколько всего видов растений занесено, выписать отделы растений и число видов, относящихся к ним. Обратите внимание на то, что больше всего «краснокнижников» относится к отделу покрытосеменных растений.

3 Выясните, какие семейства наиболее богаты редкими видами и почему? Обратите внимание на статус большинства видов семейства орхидные, на то, что многие из них являются редкими не только на территории нашей области, но и всей РФ.

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите основные формы прямого и косвенного влияния человека на растительный покров.

2. Какие экологические последствия возникают в результате сведения лесов?

3. Какие растения называют адвентивными? Приведите примеры их.

4. Приведите примеры растений, находящихся под угрозой исчезновения. Укажите основные причины сокращения ареалов растений.

5. Какое влияние оказывает сенокошение на растения и видовой состав растительных сообществ.

6. Каковы последствия орошения и обводнения территорий?

7. Охарактеризуйте влияние выпаса на растительный покров.

8. Укажите основные последствия рекреационных нагрузок на растительность.

9. Какие меры принимаются по охране растений и их сообществ.

ГЛОССАРИЙ

Абиотические – факторы неживой природы: климатические, почвенные, топографические.

Аллелопатия – взаимовлияние растений через химические выделения.

Анемофилы – растения, опыляющиеся с помощью ветра.

Анемохория – распространение плодов и семян ветром.

Антропохорные – растения, распространяющиеся при участии человека.

Аридные – области, где растения испытывают недостаток влаги в течение большей части вегетационного периода.

Ацидофил – растение, предпочитающее кислые почвы.

Базофил - растение, предпочитающее щелочные почвы.

Галофит – растение, приспособившееся к высокому содержанию солей в субстрате.

Гелиофит – светолюбивое растение.

Гигрофит – растение избыточно увлажнённых местообитаний.

Гидрофит – водное растение.

Гликофит – растение незасолённых местообитаний. Зоохория – распространение плодов и семян животными. Кальциефил – растение карбонатных почв.

Кальциофоб – растение, избегающее почв с большим содержанием извести.

Консорция – организмы, живущие за счёт ресурсов какого-либо вида растений. Растение служит основой для формирования консорции.

Криофит – растение сухих местообитаний.

Литофит – растение, обитающее на камнях, скалах, каменистых осыпях.

Летальный – смертельный.

Мезофиты – растения, произрастающие в условиях умеренного (нормального) увлажнения.

Микориза – симбиоз корней растений с грибами.

Мирмекохорный – растение, семена которого разносятся муравьями.

Нейтрофилы – растения почв с нейтральной кислотностью.

Олиготрофные – растения бедных почв.

Олигофаги – растительноядные животные, питающиеся группой близких видов растений.

Оптимум – величина фактора, соответствующая наилучшим показателям жизнедеятельности организма.

Орнитофилия – опыление растений птицами.

Пессимум – величина фактора, вызывающая угнетение жизнедеятельности организма.

Пирофиты – растения, проявляющие устойчивость к огню. Пойкило-термный – организм, не имеющий постоянной температуры тела.

Полифаги – растительноядные животные, питающиеся разнообразными видами растений.

Псаммофиты – растения песчаных почв.

Психрофиты – растения влажных и холодных почв.

Ридеральный – мусорный. Растения, поселяющиеся на пустырях, свалках, называют ридеральными.

Сапрофиты – виды, использующие в качестве источника углерода органические вещества отмерших организмов.

Склерофиты – растения с жёсткими листьями, покрытыми толстой плёнкой.

Стенобионтный – организм с узкой экологической амплитудой. Суккуленты – растения с сочными мясистыми стеблями или листьями, содержащими сильно развитую водоносную ткань.

Сциофиты – тенелюбивые растения.

Толерантность – устойчивость, выживаемость организма.

Термофильный – теплолюбивый организм, оптимум которого лежит в области повышенных температур.

Фитогенный – влияние растений-сообитателей как прямое, так и косвенное.

Фитофаг – организм, питающийся растениями.

Ценопопуляция – популяция растений определённого растительного сообщества (ценоза).

Эврибионтный – вид с широкой экологической амплитудой.

Эдафический – почвенно-грунтовый фактор.

Эдификатор – растение, наиболее глубоко преобразующее среду и определяющее условия существования для других сообитателей.

Экотип – наследственная группа особей одного вида, приуроченная и приспособленная к определённым условиям среды.

Экотоп – первичный комплекс факторов физико-географической среды. **Экстремальный(е)** – условия среды, в которых какой-либо фактор (или несколько) выходит за пределы критических величин и оказывает угнетающее действие на организм

Эктопаразит – организм, у которого большая часть тела находится вне хозяина, а в него внедряются и вступают в контакт с клетками лишь органы чужеядного питания – присоски (гаустории).

Эктотрофный – наружный тип питания. Эктотрофная микориза – когда мицелий гриба проникает лишь в межклетники наружный слой тканей корня.

Эндотрофная микориза – когда гифы гриба проникают внутрь клеток паренхимы корня.

Эпифит – вид, существующий без связи с почвой и живущий на других растениях.

Эутрофный (эвтрофный) – вид растения, предпочитающий плодородные почвы

Эфемероиды – многолетние растения с коротким периодом вегетации и длительным покоем.

Эфемеры – однолетние растения с коротким периодом вегетации и длительным покоем.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ

1. Экология растений как наука. Основные методы экологии растений.
2. Понятие экологического фактора. Основные виды экологических факторов.
3. Типы экологических факторов по взаимодействию (первичные комплексные).
4. Типы экологических факторов по характеру действия (прямые, косвенные) и по использованию их в качестве ресурсов среды.
5. Понятие экологическая группа. Принципы выделения экологических групп растений.
6. Свет как экологический фактор.
7. Количественные характеристики света.
8. Влияние света на жизнедеятельность растений.
9. Экологические группы растений по отношению к свету: гелиофиты, сциофиты, гелиосциофиты.
10. Вода как экологический фактор, ее значение в жизни растений (гидратура, гомеостатическая вода, пойкилогидрические и гомойогидрические организмы).
11. Поглощение воды. Транспирация. Коэффициент увлажнения и типы местообитаний (аридные, гумидные).
12. Влияние твердых осадков на растения.
13. Экологические группы растений по отношению к обеспеченности водой: ксерофиты, мезофиты, гигрофиты, гидрофиты.
14. Тепло как экологический фактор. Некоторые тепловые характеристики почвы: теплопроводность и теплоемкость. Распределение температур почвы по типу инсоляции и по типу излучения.
15. Факторы, влияющие на теплообеспеченность местообитаний.
16. Типы растений, выделяемые по соответствию их температуры тела температуре окружающей среды (супратемпературные, субтемпературные, нейтральные).
17. Экологические группы растений по отношению к теплу (мегатермные, микротермные, мезотермные).
18. Группы растений, выделяемые по температурного диапазона местообитаний (эвритермные, стенотермные, экстремофильные).
19. Термостойчивость растений. Способы избегания растениями неблагоприятных температурных факторов (покровы, уменьшение поглощения тепла, транспирация, состояние покоя).
20. Формообразующее действие низких температур (карликовость, растения-подушки, стланики).
21. Положительное действие низких температур.
22. Группы растений, выделяемые по холодостойкости (не холодостойкие, холодостойкие – не морозостойкие, морозостойкие).

23. Группы растений, выделяемые по жаростойкости (не жаростойкие, жаровыносливые, жаростойкие).

24. Формообразующее влияние ветра на растения (стланики, флагообразная крона, охлестывание, «стрижка» - корразия и т.п.).

25. Анемофилия и анемохория.

26. Почва как экологический фактор. Основные функции почв.

27. Почвенная гипоксия и аноксия. Приспособления растений к этим явлениям.

28. Влияние непостоянных компонентов воздуха на растения. Газоустойчивость.

29. Засолённость почв. Основные виды засоленных почв. Экологические группы растений по отношению к засолённости почв (гликофиты, галофиты, гликогалофиты).

30. Влияние кислотности почвы на растения. Типы почв, выделяемые по показателю рН. Экологические группы растений по отношению к кислотности почв (ацидофилы, кальциофилы, ацидо-кальциофилы, индифферентные).

31. Роль животных в опылении растений.

32. Роль животных в процессах диссеминации.

33. Специфика антропогенных факторов

34. Влияние антропогенной деятельности на деградацию растительных сообществ

35. Восстановление человеком растительных сообществ

36. Красная книга

37. Деятельность по охране фитоценозов

38. Классификация жизненных форм растений

39. Понятие об экологической нише

40. Экологические ниши растений в сообществе

41. Сукцессионные процессы

42. Первичные сукцессии и их стадии

43. Вторичные сукцессии и их стадии

44. Продуктивность сообществ на различных стадиях сукцессионных процессов

45. Циклические и направленные изменения в сообществах

46. Адаптация растений к сезонам года

47. Озимые и яровые растения

48. Состояние покоя

49. Фенологические фазы

50. Таксисы и тропизмы

51. Суточные и сезонные биоритмы

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Березина Н.А., Афанасьева Н.Б. Экология растений: учебное пособие. – М.: БИБЛИОН. – 2009. – 400 с.
2. Ботаническая география с основами экологии растений : учеб.пособие для студентов вузов по агр. специальностям / В. Г. Хржановский [и др.]. - М. : Агропромиздат, 1986. - 255 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для вузов.Гр.).
3. Вартанов А. З. Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг / А.З. Вартанов, А.Д. Рубан, В.Л. Шкуратник. – М.: Горная книга, 2009. – 647 с.
4. Гарин, В.М., Кленова, И.А., Колесников, В.И. Экология для технических вузов/ В.М. Гарин, И.А. Кленова, В.И. Колесников – Ростов-на-Дону: Феникс, 2011. – 320 с.
5. Гришаева Е.С., Прокопьев А.С., Мачкинис Е.Ю., Войцеховская А.А. : методика организации «Игра, практическое занятие и проектная работа как эффективная форма экообразования», 2021. – 65с.
6. Долгачева, В. С. Ботаника : учеб.пособие для студентов вузов по специальности "Педагогика и методика начального образования". - 4-е изд., испр. и доп. - М. : Академия, 2008. - 416 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Гр. УМО).
7. Дроздов Н. Н. Экосистемы мира / Н.Н. Дроздов, Е.Г. Мяло. – М.: АБФ, 1997. – 238 с.
8. Еськов Е. К. Экология. Закономерности, правила, принципы, теории, термины и понятия. Учебное пособие / К.Е. Еськов. – М.: Абрис, 2012. – 584 с.
9. Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию // М.: Экос-информ, 1996. – 12 с.
10. Мониторинг и методы контроля окружающей среды. Ч.2. М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 336 с.
11. Национальная стратегия сохранения биоразнообразия России. – М., 2001. – 76 с.
12. Небел Б. Наука об окружающей среде / Б. Небел. – М.: Мир, 1993. Т.1. – 422 с.
13. Общая ботаника с основами геоботаники :Учеб.понаправл. "Биология" и "География", спец. "Биология", "Ботаника", "География" / В.В. Петров, Л.И. Абрамова, С.А. Баландин, Н.А. Березина. - М. :Высш. шк., 1994. - 270 с.
14. Пикушова, Э. А. Концепция интегрированной системы защиты растений от вредных организмов (сорные растения: вредоносность, биоразнообразие, биология, ассортимент гербицидов): учебное посо-

бие / Э. А. Пикушова. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – 137 с. – ISBN 978-5-907294-97-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/171585> (дата обращения: 15.12.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

15. Соловьев А.Н. Биота и климат в XX столетии /А.Н. Соловьев. – М., 2005. – 288 с.

16. Степановских А. С. Биологическая экология. Теория и практика / А.С. Степановских. – М.: Юнити-Дана, 2012. – 792 с.

17. Телепина Ю.В. Защита растений : учеб. пособие в двух частях, часть 1, 2020. – 8с.

18. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. – М.: Мир, 1981. – 328 с.

19. Хрипович А.А., Скуратович И.В. : Учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Перспективные и экологически чистые технологии» [Электронный ресурс]., 2021. – 7с.

20. ЭБС «Znanium»: Челноков, А.А. Основы экологии [Электронный ресурс] : учеб.пособие / А.А. Челноков, Л.Ф. Ющенко, И.Н. Жмыхов; под общ. ред. А.А. Челнокова. – Минск :Выш. шк., 2012. – 543 с.

21. ЭБС «Znanium»: Чухлебова, Н.С. Систематика растений [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Н.С. Чухлебова, А.С. Голубь, Е.Л. Попова. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2013. – 116 с.

22. ЭБС «Znanium»: Экология урбанизированных территорий: Уч. пос. / М.Г. Ясовеев, Н.Л. Стреха, Д.А. Пацыкайлик; Под ред. М.Г. Ясовеева. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов.знание, 2015. - 293 с.

23. Экология (периодическое издание).